

# Joghurt als positiver Einflussfaktor auf das Lipidprofil normocholesterolemischer Frauen

## Yoghurt as positive factor on the plasma lipid profile of normocholesterolemic women

E. FABIAN, I. ELMADFA

### Zusammenfassung

Zahlreiche Studien zeigten bislang kontroverse Ergebnisse in Bezug auf die Modulation des Plasmalipidprofils durch Probiotika. Ziel der vorliegenden Studie war es, die Effekte von probiotischem und herkömmlichem Joghurt auf die Plasmalipide von normocholesterolemischen Frauen zu überprüfen und zu vergleichen. Die Probandinnen konsumierten zwei Wochen lang (T1-T2) 100 g/d probiotisches (n=17) oder herkömmliches (n=16) Joghurt und 200 g/d der Produkte für weitere zwei Wochen (T2-T3). Eine zweiwöchige wash-out Phase folgte (T4). Gesamt-, HDL-Cholesterol und Triglyzeride wurden mit enzymatischen Methoden, LDL-Cholesterol anhand der Friedewald-Formel kalkulatorisch ermittelt. Die durchschnittliche Konzentration an Gesamtcholesterol war in der Kontrollgruppe während der gesamten Studie relativ konstant; in der Phase, in der täglich 200 g Joghurt verzehrt wurden (T2-T3) sank die Gesamtcholesterolkonzentration in der probiotischen Gruppe signifikant ( $p < 0,01$ ) ab. Im Zeitraum der täglichen Joghurtaufnahme (T1-T3) erhöhte sich der mittlere HDL-Cholesterolspiegel innerhalb der probiotischen Gruppe signifikant ( $p < 0,05$ ), was letztlich zu einer signifikanten ( $p < 0,05$ ) Verbesserung des Verhältnisses von Gesamt-/HDL-Cholesterol führte. Die während dieser Phase (T1-T3) als signifikant ( $p < 0,01$ ) erfasste Reduktion der Plasma-LDL-Cholesterolkonzentration trug in beiden getesteten Kollektiven entscheidend zur signifikanten ( $p < 0,05$ ) Verbesserung des LDL-/HDL-Cholesterolquotienten bei. Obwohl sich einzelne Lipidparameter innerhalb der probiotischen Gruppe teils deutlicher verbesserten als im Kontrollkollektiv, konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen beobachtet werden. Folglich kann festgestellt werden, dass der regelmäßige Verzehr von probiotischem als auch von herkömmlichem Joghurt für vier Wochen das Plasmalipidprofil von gesunden Frauen, gemessen an den Quotienten von Gesamt-/HDL und LDL/HDL-Cholesterol, positiv beeinflusst.

#### **Kennwörter:**

probiotisches und herkömmliches Joghurt, Lipidprofil, Plasmacholesterol, normocholesterolemische Frauen

### Summary

A number of studies have found conflicting results concerning the modulation of plasma lipids induced by probiotics. The aim of this study was to verify and compare the effects of probiotic and conventional yoghurt on the plasma lipid profile of normocholesterolemic women. In this study female volunteers consumed 100 g/d of probiotic (n=17) or conventional yoghurt (n=16) for two weeks (T1-T2) and 200 g/d for further two weeks (T2-T3). A wash-out phase lasting two weeks followed (T4). Total, HDL-cholesterol and triglycerides were determined by enzymatic methods, LDL-cholesterol calculated using the Friedewald formula. The average concentration of total cholesterol was consistent throughout the whole study in the control group, but decreased significantly ( $p < 0.01$ ) in the probiotic group while consuming 200 g yoghurt/d (T2-T3). During the period of daily yoghurt intake (T1-T3) the mean HDL-cholesterol level increased significantly ( $p < 0.05$ ) in the probiotic group, resulting in a significant ( $p < 0.05$ ) improvement of the total/HDL-cholesterol ratio. The significant ( $p < 0.01$ ) reduction of the average plasma LDL-cholesterol values found in this period (T1-T3) in the probiotic and the control group was associated with a significant ( $p < 0.05$ ) improvement of the LDL-/HDL-cholesterol ratios in both tested groups. Although several lipid parameters changed during the study partly more distinct in the probiotic than in the control group, no significant differences between the groups were observed. Therefore, it can be concluded that the regular consumption of both, probiotic and conventional yoghurt for four weeks has a positive effect on the lipid profile assessed by the total/HDL and LDL/HDL-cholesterol ratios in plasma of healthy women.

#### **Key words:**

probiotic and conventional yoghurt, lipid profile, plasma-cholesterol, normocholesterolemic women

### Einleitung

Die Zufuhr von Lebensmitteln dient längst nicht mehr ausschließlich der Erhaltung der Körperfunktionen bzw. dem Genuss alleine, sondern soll darüber hinaus

noch weitere, spezielle Funktionen erfüllen. In diesem Zusammenhang gewinnt ein immer breiter werdendes Marktsegment, nämlich das der funktionellen Lebensmittel, zu denen auch Pro-, Prä- und Synbiotika zählen, an Bedeutung [1]. Da probiotisches Joghurt

mit zahlreichen potentiell positiven Einflüssen auf den menschlichen Organismus assoziiert wird, zeigte sich in den vergangenen Jahren ein zunehmendes wissenschaftliches Interesse an diesen Produkten. Neben dem bereits viel diskutierten und beworbenen Effekt der Immunsystemstimulierung durch probiotische Bakterien wird in jüngster Zeit auch großes Augenmerk auf eine mögliche cholesterolsenkende Wirkung durch die regelmäßige Aufnahme von probiotischem, aber auch herkömmlichem Joghurt gelegt.

Dies ist in Hinblick auf die stetig ansteigende Prävalenz von Gefäß-, Herz- und Kreislauferkrankungen auch von praktischem Interesse. Untersuchungen zeigten, dass jede Reduktion der Plasmacholesterolkonzentration um 1 % mit einer 2-3 %igen Verringerung des Risikos für koronare Herzerkrankungen (KHK) einhergeht. Deshalb könnte der regelmäßige Konsum fermentierter Milchprodukte, welche große Mengen an *Lactobacillen* (LAB) enthalten, die mit der Lipidprofilmodulation in direkten Zusammenhang gebracht werden, auch einen wesentlichen Beitrag zur Verringerung des Risikos von KHK leisten [2].

Auf welche Weise LAB das Lipidprofil positiv modulieren, ist allerdings noch weitgehend unklar. Bislang existieren vier verschiedene Diskussionsansätze: Als erstes wäre eine Dekonjugierung von Gallensalzen durch probiotische Keime zu nennen, wobei die dekonjugierten Produkte nachfolgend mit Cholesterol copräzipitieren und beide Substanzen vermehrt mit dem Fäces ausgeschieden werden. Serumcholesterol dient anschließend zur kompensatorischen Synthese der verlorenen Gallensäuren, sodass die Cholesterolkonzentration im Blut sinkt [3, 4, 5].

Weiters wird die Assimilation bzw. Inkorporation von Chymuscholesterol in Bakterienzellmembrane als möglicher Mechanismus zur Reduktion des Blutcholesterols angesehen [6,7].

Durch die modulatorische Wirkung auf Lipo- und Cholesterolgenese könnte auch die kurzkettige Fettsäure Propionat, die während des Fermentationsprozesses entsteht, positiv auf das Lipidprofil wirken [8,9].

Jüngst diskutiert wird insbesondere der positive Einfluss von in Milchprodukten enthaltenen Sphingolipiden, welche wichtige Zellmembranbestandteile und Adhäsionsfaktoren von Mikroorganismen sind [10, 11] und im menschlichen Organismus neben zahlreichen anderen Funktionen auch im Cholesterolstoffwechsel eine entscheidende Rolle spielen [12-15].

Da die günstige Wirkung von Probiotika auf das Lipidprofil des Menschen kontrovers diskutiert wird, sollte in der vorliegenden Studie untersucht werden, ob der tägliche Verzehr von probiotischem, aber auch herkömmlichem Joghurt einen positiven Lipidprofil-modulierenden Effekt auf junge, gesunde Frauen hat.

## Material und Methoden

Die Durchführung dieser Studie wurde von der Ethikkommission der Stadt Wien genehmigt.

### Probanden

Als Probanden konnten für diese Untersuchung insgesamt 33 junge, normocholesterolämische Nicht-Raucherinnen im Alter von 22 bis 29 Jahren rekrutiert werden. Übergewicht, Stoffwechselerkrankungen, Allergien und Intoleranzen, regelmäßige Medikation (außer oralen Kontrazeptiva) bzw. Supplementation sowie Schwangerschaft wurden als Ausschlusskriterien definiert. Die Teilnehmerinnen wurden in zwei Gruppen, eine probiotische (n=17; Alter: 24,4 ± 3,3 Jahre; BMI: 20,73 ± 3,0 kg/m<sup>2</sup>), welche das probiotische Joghurt erhielt und eine Kontrollgruppe (n=16; Alter: 24,4 ± 2,0 Jahre; BMI: 21,04 ± 2,7 kg/m<sup>2</sup>), in der herkömmliches Joghurt verzehrt wurde, geteilt. Während der gesamten Studie durften die Probandinnen keine fermentierten Lebensmittel außer den beiden verabreichten Joghurts verzehren.

### Studiendesign

Nach einer einwöchigen preadjustment-Phase verzehrten die Probandinnen täglich eine Menge von 100 g eines probiotischen bzw. herkömmlichen Joghurts für zwei Wochen (T1-T2), in den darauf folgenden zwei Wochen wurde die Menge auf 200 g pro Tag gesteigert (T2-T3). Anschließend folgte eine zweiwöchige wash-out Phase bis zum Studienende (T3-T4). Daraus resultierten im Verlauf der Studie insgesamt vier Termine, an denen Probenmaterial gesammelt wurde.

### Joghurt

Beide in dieser Untersuchung getesteten Joghurts waren kommerziell erhältliche Produkte und enthielten jeweils die Starterkulturen *Streptococcus thermophilus* und *Lactobacillus bulgaricus*. Das probiotische Produkt war zusätzlich mit dem probiotischen Keim *Lactobacillus casei subsp. casei* angereichert (Tabelle 1).

### Methoden

Gesamt-, HDL-Cholesterol und Triglyzeride wurden mittels enzymatischer Methoden von *Siedel et al.* [16], *Burstein et al.* [17] und *Siedel et al.* [18] bestimmt. Die Plasmakonzentration an LDL-Cholesterol wurde anhand der Friedewald-Formel errechnet [19]. Das Körpergewicht der Studienteilnehmerinnen wurde bei jeder Blutabnahme überprüft. Zusätzlich wurde jeweils einen Tag vor der Blutabnahme die Nährstoffaufnahme der Probandinnen schätzungsweise mittels Ernährungsprotokoll dokumentiert.

Joghurt	Starterkultur	Probiotische Kultur
Probiotisch	2x10 <sup>8</sup> cfu/g <i>Streptococcus thermophilus</i> 10 <sup>7</sup> cfu/g <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	3.6x10 <sup>8</sup> cfu/g <i>Lactobacillus paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i> ( <i>L. casei</i> DN-114 001)
	Nährstoffangaben*:	
	Fett Protein Kohlenhydrate	1,6 g / 100 g 2,8 g / 100 g 14,2 g / 100 g
Herkömmlich	Starterkultur	
	3.9x10 <sup>7</sup> cfu/g <i>Streptococcus thermophilus</i> 6.4x10 <sup>7</sup> cfu/g <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	-
	Nährstoffangaben*:	
Fett Protein Kohlenhydrate	3,6 g / 100 g 3,4 g / 100 g 3,9 g / 100 g	

\* laut Etikett

**Tab. 1: Charakteristika des probiotischen bzw. herkömmlichen Joghurts**

### Statistische Analyse

Alle Resultate werden als Mittelwerte und deren Standardabweichungen angegeben. Die statistische Auswertung innerhalb einer Gruppe erfolgte mittels t-Test für abhängige, jene zwischen den Gruppen mittels t-Test für unabhängige Stichproben. Das Signifikanzniveau wurde bei  $p < 0,05$  festgelegt.

### Ergebnisse

Die durchschnittlich, anhand der Ernährungsprotokolle errechnete Menge an aufgenommener Energie, Gesamtfett, gesättigten, einfach- bzw. mehrfach ungesättigten Fettsäuren sowie Cholesterin war über den gesamten Studienverlauf hinweg in der probiotischen sowie in der Kontrollgruppe relativ konstant und zeigte auch zwischen beiden Kollektiven keine statistisch signifikanten Unterschiede. Das mittlere Körpergewicht der Studienteilnehmerinnen blieb während des gesamten Untersuchungszeitraums ebenfalls konstant (Tabelle 2).

Die tägliche Aufnahme von 100 g des probiotischen bzw. herkömmlichen Joghurts über zwei Wochen (T1-T2) zeigte keinen relevanten Einfluss des

Milchprodukts auf das Lipidprofil der Probandinnen. Erst in der Phase, in der die täglich verzehrte Joghurtmenge auf 200 g gesteigert wurde (T2-T3), wurde innerhalb des probiotischen Kollektivs eine signifikante Reduktion ( $p < 0,01$ ) der Plasma-Gesamtcholesterolkonzentration um ca. 6,2 % beobachtet. Innerhalb der Kontrollgruppe wurden in dieser Untersuchungsphase nur geringfügige Veränderungen des Gesamtcholesterollevels erfasst.

Während der vierwöchigen Phase der regelmäßigen Joghurtaufnahme (T1-T3) wurde in der probiotischen Gruppe eine signifikante ( $p < 0,05$ ), durchschnittlich 9,5 %ige Erhöhung, innerhalb der Kontrollgruppe lediglich eine leichte Steigerung der mittleren HDL-Cholesterolkonzentration beobachtet. Dennoch führten in diesem Untersuchungsintervall (T1-T3) die Veränderungen von Gesamt- und HDL-Cholesterin in beiden untersuchten Kollektiven zu einer signifikanten ( $p < 0,05$ ) Verbesserung des Verhältnisses von Gesamt-/HDL-Cholesterin (probiotische Gruppe: 13 %; Kontrollgruppe: 8 %), wobei keine signifikanten Differenzen zwischen den Kollektiven auftraten.

Die durchschnittliche Plasmakonzentration an LDL-Cholesterin sank nach dem vierwöchigen Verzehr von

	T 1	T 2	T 3	T 4
<b>Körpergewicht [kg]</b>				
Probiotische Gruppe	58,5 ± 8,6	58,3 ± 8,5	58,3 ± 8,4	58,3 ± 8,1
Kontrollgruppe	59,4 ± 7,7	59,1 ± 7,7	59,5 ± 7,9	59,5 ± 7,9
<b>Nährstoff</b>				
<b>Energie [MJ]</b>				
Probiotische Gruppe	8,6±2,2	8,6±2,1	8,6±2,5	8,3±1,4
Kontrollgruppe	8,5±2,7	8,5±2,4	8,6±2,3	8,7±2,3
<b>Gesamtfett [g]</b>				
Probiotische Gruppe	81,4±30,7	79,6±35,8	81,6±41,4	82,5±28,1
Kontrollgruppe	79,0±33,9	80,0±23,8	82,2±33,0	79,7±28,5
<b>Cholesterin [mg]</b>				
Probiotische Gruppe	234,5±125,0	224,1±95,7	254,1±109,5	265,9±89,5
Kontrollgruppe	208,3±127,4	232,3±138,7	252,5±179,6	226,6±146,9
<b>SFA* [% Energie]</b>				
Probiotische Gruppe	15,5±5,9	15,2±5,4	15,4±7,5	16,7±3,3
Kontrollgruppe	15,0±3,5	16,3±5,9	16,7±7,4	15,1±4,2
<b>MUFA* [% Energie]</b>				
Probiotische Gruppe	10,4±3,6	10,4±3,3	9,9±2,68	11,8±3,2
Kontrollgruppe	11,2±3,5	11,0±3,9	11,7±4,4	11,0±3,5
<b>PUFA* [% Energie]</b>				
Probiotische Gruppe	4,2±2,5	5,0±2,5	5,0±3,6	4,4±1,8
Kontrollgruppe	4,9±2,8	5,2±2,5	4,3±2,0	4,2±2,1

\* SFA: saturated fatty acids; MUFA: monounsaturated fatty acids; PUFA: polyunsaturated fatty acids

T1: Blutabnahmetermin nach einwöchiger preadjustment Phase

T2: Blutabnahmetermin nach zweiwöchigem Verzehr von 100 g Joghurt pro Tag

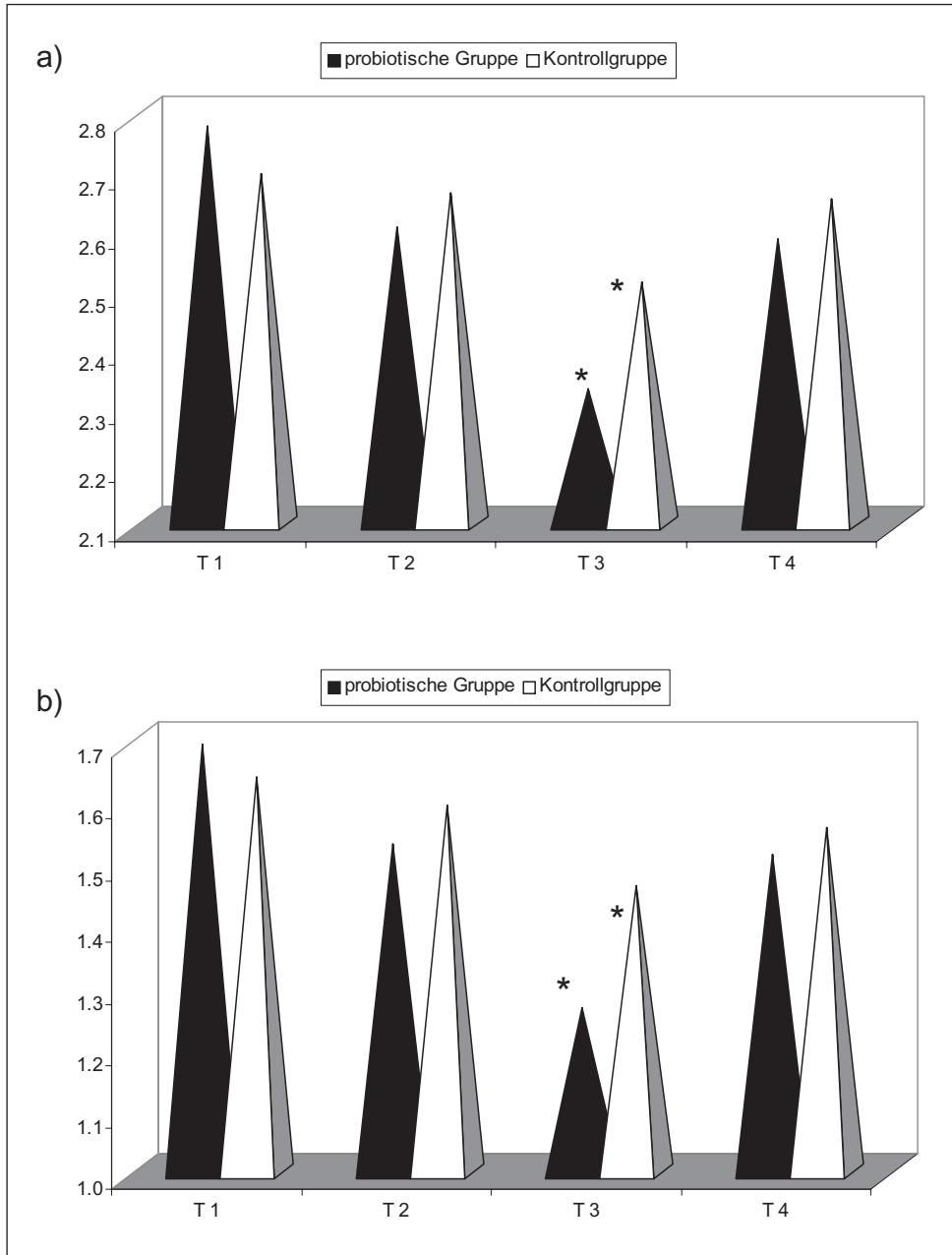
T3: Blutabnahmetermin nach zweiwöchigem Verzehr von 200 g Joghurt pro Tag

T4: Blutabnahmetermin nach zweiwöchiger wash-out Phase

**Tab. 2: Körpergewicht der Probandinnen und tägliche Aufnahme an Energie, Gesamtfett, Cholesterin und Fettsäuren basierend auf Ernährungsprotokollen**

100 bzw. 200 g Joghurt pro Tag (T1-T3) sowohl in der probiotischen (14 %) als auch in der Kontrollgruppe (7,6 %) signifikant ( $p < 0,01$ ) ab und bedingte somit eine signifikante ( $p < 0,05$ ) Verringerung des Verhältnisses von LDL/HDL-Cholesterol um ca. 21 % (probiotische Gruppe) bzw. 13 % (Kontrollgruppe) in beiden Kollektiven (Abb. 1).

Nach der zweiwöchigen wash-out Phase (T3-T4) rangierten alle erfassten Parameter sowohl im probiotischen als auch im Kontrollkollektiv auf ähnlichem Niveau wie zu Beginn der Studie. Die mittlere Plasmakonzentration an Triglyzeriden blieb über den gesamten Studienzeitraum hinweg vom regelmäßigen Joghurtverzehr weitgehend unbeeinflusst (Tabelle 3).



T1: Blutabnahmetermin nach einwöchiger preadjustment Phase  
T2: Blutabnahmetermin nach zweiwöchigem Verzehr von 100 g Joghurt pro Tag  
T3: Blutabnahmetermin nach zweiwöchigem Verzehr von 200 g Joghurt pro Tag  
T4: Blutabnahmetermin nach zweiwöchiger wash-out Phase

\*:  $T1 > T3$ ;  $p < 0,05$

**Abb. 1: Verhältnis von Gesamt-/HDL-Cholesterol (a) und LDL/HDL-Cholesterol (b) im Verlauf der Studie**

## Diskussion

Trotz eines innerhalb der probiotischen Gruppe deutlicher positiv ausgeprägten Einflusses des täglichen Joghurtverzehrs auf die Plasmakonzentration von Gesamt- und HDL-Cholesterol konnten im gesamten Studienverlauf keine signifikanten Differenzen zwischen den beiden untersuchten Kollektiven erfasst werden. Das mittlere Plasmaniveau an LDL-Cholesterol reduzierte sich in der Phase der täglichen Joghurtaufnahme (T1-T3) in beiden Gruppen signifikant ( $p < 0,01$ ). Da die beiden Quotienten Gesamt-/HDL- und LDL/HDL-Cholesterol zur Bewertung des Lipidprofils herangezogen werden und als Indikatoren für Atherogenität dienen [20], kann die signifikante ( $p < 0,01$ ) Verbesserung dieser Verhältnisse, die während der täglichen Aufnahme von probiotischem bzw. herkömmlichem Joghurt in beiden Kollektiven festzustellen war, als wichtiges Resultat der Studie bezeichnet werden.

Die positiven Veränderungen der beiden Verhältnisse während der täglichen Joghurtaufnahme (T1-T3) resultierten zum einen aus reduzierten Gesamt- bzw. LDL-Cholesterolkonzentrationen, zum anderen aus erhöhten HDL-Cholesterolwerten. In zahlreichen vorange-

Parameter	T1	T2	T3	T4	%-Veränderung im Zeitraum T1-T3
<b>Gesamtcholesterol [mMol/l]</b> Probiotische Gruppe Kontrollgruppe	4,3±0,7 4,5±0,7	4,4±0,8 4,5±0,7	4,1±0,8 4,4±0,7	4,4±0,9 4,5±0,7	*6,2% (p<0,01) 1,6% n.s.
<b>HDL-Cholesterol [mMol/l]</b> Probiotische Gruppe Kontrollgruppe	1,6±0,4 1,7±0,3	1,7±0,3 1,7±0,3	1,8±0,4 1,8±0,3	1,8±0,4 1,8±0,3	9,5% (p<0,05) 3,5% n.s.
<b>LDL-Cholesterol [mMol/l]</b> Probiotische Gruppe Kontrollgruppe	2,5±0,6 2,7±0,6	2,5±0,6 2,7±0,5	2,2±0,7 2,5±0,6	2,4±0,7 2,7±0,5	14% (p<0,01) 7,6% (p<0,01)
<b>Triglyzeride [mMol/l]</b> Probiotische Gruppe Kontrollgruppe	0,67±0,2 0,65±0,2	0,63±0,2 0,64±0,2	0,61±0,2 0,61±0,2	0,62±0,2 0,62±0,2	0,9% n.s. 0,9% n.s.

\*: %-Veränderung im Intervall T2>T3; n.s.: nicht signifikant

T1: Blutabnahmetermin nach einwöchiger preadjustment Phase

T2: Blutabnahmetermin nach zweiwöchigem Verzehr von 100 g Joghurt pro Tag

T3: Blutabnahmetermin nach zweiwöchigem Verzehr von 200 g Joghurt pro Tag

T4: Blutabnahmetermin nach zweiwöchiger wash-out Phase

**Tabelle 3: Konzentration der erfassten Blutlipidparameter im Verlauf der Studie**

gangenen Studien wurden Veränderungen der Verhältnisse von Gesamt-/HDL- und LDL-/HDL-Cholesterol auf die Senkung der Plasmakonzentrationen von Gesamt- und LDL-Cholesterol zurückgeführt [21-23]. Weitere Untersuchungen zeigten aber, dass täglicher Joghurtkonsum auch zur Erhöhung des HDL-Cholesterollevels führen kann [24, 25]. Dabei wird angenommen, dass die Fettsäuren des Milchfetts sowie in Milchprodukten enthaltene Sphingolipide für den Anstieg des HDL-Cholesterols verantwortlich sind. In fermentierten Milchprodukten wie Joghurt stammen Sphingolipide einerseits aus dem Milchfett selbst, andererseits aus den Zellmembranen der enthaltenen LAB. Das probiotische Joghurt, welches in dieser Studie verwendet wurde, enthielt mit 1,6 g/100 g zwar weniger Fett als das herkömmliche Produkt (3,5 g/100 g), beinhaltete mit durchschnittlich  $5,7 \times 10^8$  cfu/g allerdings mehr LAB als das Kontrollprodukt ( $10^8$  cfu/g). Obwohl die beiden getesteten Joghurts unterschiedliche Fett- und LAB-Mengen enthielten, könnte der durchschnittliche Sphingolipidgehalt unter Berücksichtigung beider Quellen dennoch annähernd ähnlich gewesen sein.

Anhand der 24-h-Ernährungsprotokolle und einem als konstant erfassten Körpergewicht konnte angenommen werden, dass sich die Energie-/Nährstoffaufnahme sowie die körperliche Aktivität der Probandinnen über den gesamten Zeitraum der Studie in beiden Gruppen kaum verändert hat und auch festgestellt werden, dass zwischen dem probiotischen und dem Kontrollkollektiv keine nennenswerten Differenzen bestanden. Dies deutet darauf hin, dass die Modulation sämtlicher Lipidparameter durch die regelmäßige Aufnahme von in beiden Joghurts enthaltenen Sphingolipiden positiv beeinflusst wird.

Auf Grund ihrer vielschichtigen Wirkung auf den Cholesterolstoffwechsel können Sphingolipide sowohl eine Erhöhung des HDL-Cholesterols als auch eine Reduktion von Gesamt- und LDL-Cholesterol bewirken, weshalb sie bei regelmäßiger Aufnahme auch mit einer effektiven Modulation des Lipidprofils in Verbindung gebracht werden [26].

Neben den Sphingolipiden werden in Zusammenhang mit der cholesterolsenkenden Wirkung von probiotischem

Joghurt auch andere Mechanismen diskutiert. Die bakterielle Dekonjugation von Gallensäuren sowie der Entzug von Chymuscholesterol wird von anderen Autoren zwar mit einer Reduktion von Gesamt- und LDL-Cholesterol, jedoch nicht mit einer Erhöhung des HDL-Cholesterols, wie sie in der vorliegenden Studie beobachtet wurde, assoziiert [6, 7]. Beide genannten Mechanismen würden allerdings die Vitalität des aufgenommenen Keimes bis in den Darm voraussetzen, was ausschließlich für probiotische, nicht aber für herkömmliche Bakterien beschrieben ist. Dennoch zeigte sich bei dieser Untersuchung nach dem vierwöchigen regelmäßigen Verzehr von probiotischem bzw. herkömmlichem Joghurt in beiden getesteten Kollektiven eine positive Veränderung des Lipidprofils. Eine positive Beeinflussung des Lipidprofils durch modulatorische Einwirkung von Propionat auf die Lipo- bzw. Cholesterolgenese wird ebenfalls kontrovers diskutiert. Da probiotische Bakterien im Gegensatz zu herkömmlichen Keimen nur in geringem Ausmaß zur Propionatsynthese befähigt sind [27], könnte ein möglicher Einfluss dieser kurzkettigen Fettsäure lediglich für jene Probandinnen relevant gewesen sein, die während der Studie herkömmliches Joghurt verzehrt hatten.

Obwohl ein kombiniertes Zusammenwirken mehrerer Wirkungsmechanismen keineswegs ausgeschlossen werden kann, sind die positiven Veränderungen des Lipidprofils der probiotischen sowie der Kontrollgruppe vermutlich größtenteils auf den Einfluss von Sphingolipiden zurückzuführen. Die positive Modulation des Lipidprofils durch den täglichen Konsum von Joghurt scheint daher eher auf den Verzehr eines fermentierten Milchprodukts, als auf die Aufnahme von probiotischen LAB zurückzuführen zu sein.

## Schlussfolgerungen

Obwohl während der täglichen Joghurtaufnahme insbesondere innerhalb der probiotischen Gruppe Veränderungen der Plasmakonzentrationen an Gesamt-, HDL- und LDL-Cholesterol verzeichnet wurden, traten während des gesamten Studienzeitraums zwischen beiden untersuchten Kollektiven keine signifikanten Differenzen auf. Die Verhältnisse von Gesamt-/HDL- bzw. LDL-/HDL-Cholesterol verbesserten sich während der Phase der täglichen Joghurtaufnahme sowohl in der probiotischen, als auch in der Kontrollgruppe signifikant ( $p < 0,05$ ). Diese in beiden Kollektiven beobachtete Modulation des Lipidprofils kann vermutlich vielmehr auf den regelmäßigen Verzehr von Joghurt als fermentiertes Milchprodukt, als auf die Wirkung probiotischer Keime selbst zurückgeführt werden.

Somit kann festgestellt werden, dass Joghurt als gesundheitsförderndes Lebensmittel empfohlen werden kann. Mit dem probiotischen Produkt wurden verglichen mit herkömmlichem Joghurt nach vierwöchigem regelmäßigen Verzehr teils deutlichere, jedoch gemessen an den Quotienten von Gesamt-/HDL- und LDL-/HDL-Cholesterol nicht signifikant unterschiedlich positive Effekte auf das Lipidprofil normocholesterolämischer Frauen erzielt.

## Danksagung

Wir danken Danone Österreich für die finanzielle Unterstützung des Projekts und die Bereitstellung des Testprodukts sowie der NÖM AG für das Kontrolljoghurt. Weiters möchten wir Univ.-Prof. Dr. W. Kneifel und Dr. K. Domig für die zur Verfügung gestellten mikrobiologischen Daten danken.

## Literaturangaben

- [1] Saarela M., Lähteenmäki L., Crittenden R., Salminen S., Mattila-Sandholm T.: Gut bacteria and health foods – the European perspective. *Int. J. Food microbial.* 2002; 78: 99-117.
- [2] Agerbæk M., Gerdes L.U., Richelsen B.: Hypocholesterolaemic effect of a new fermented milk product in healthy middle-aged men. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1995; 49: 346-352.
- [3] Klaver F.A., van der Meer R.: The assumed assimilation of cholesterol by lactobacilli and *Bifidobacterium bifidum* is due to their bile salt-deconjugating activity. *Appl. Environ. Microbiol.* 1993; 59: 1120-1124.
- [4] De Rodas B.Z., Gilliland S.E., Maxwell C.V.: Hypocholesterolemic action of *Lactobacillus acidophilus* ATCC 43121 and calcium in swine with hypercholesterolemia induced by diet. *J. Dairy Sci.* 1996; 79: 2121-2128.
- [5] De Smet I., Van Hoorde L., De Saeyer N., Vande Woestyne M., Verstraete W.: In vitro study of bile salt hydrolase activity of BSH isogenic *Lactobacillus plantarum* 80 strains and estimation of cholesterol lowering through enhanced BSH activity. *Microb. Ecol. Health Dis.* 1994; 7: 315-329.
- [6] Gilliland S.E., Nelson C.R., Maxwell C.: Assimilation of cholesterol of *Lactobacillus acidophilus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 1997; 49: 377-381.
- [7] Pereira D.I.A., Gibson G.R.: Cholesterol assimilation by lactic acid bacteria and bifidobacteria isolated from the human gut. *Appl. Environ. Microbiol.* 2002; 68: 4689-4693.
- [8] Wolever T.M., Fernandes J., Rao A.V.: Serum acetate: propionate ratio is related to serum cholesterol in Men. *J. Nutr.* 1996; 126: 2790-2797.
- [9] Delzenne N.M., Williams C.M.: Prebiotics and lipid metabolism. *Curr. Opin. Lipidol.* 2002; 13: 61-67.
- [10] Payne D., O'Reilly M., Williamson D.: The K88 fimbrial adhesion of enterotoxigenic *E. coli* binds to  $\beta$ 1-linked galactosyl residues in glycosphingolipids. *Infect. Immun.* 1993; 61: 3673-3677.
- [11] Kahn A.S., Johnston N.C., Goldfine H., Schifferli D.M.: Porcine 987P glycolipid receptors on intestinal brush borders and their cognate bacterial ligands. *Infect. Immun.* 1996; 64: 3688-3693.
- [12] Gupta A.K., Rudney H.: Plasma membrane sphingomyelin and the regulation of HMG-CoA reductase activity in cell culture. *J. Lipid Res.* 1991; 32: 125-135.
- [13] Chatterjee S.: Neutral sphingomyelinase action stimulates signal transduction of tumor necrosis factor- $\alpha$  in the synthesis of cholesteryl esters in human fibroblasts. *J. Biol. Chem.* 1994; 14: 879-882.
- [14] Zhao Y., Sparks D.L., Marcel Y.L.: Specific phospholipids association with apolipoprotein A-I stimulates cholesterol efflux from human fibroblasts. *Studies with reconstituted sonicated lipoproteins.* *J. Biol. Chem.* 1996; 27: 25145-25151.
- [15] Boldin D.J., Jonas A.: Sphingomyelin inhibits the lecithin-cholesterol-acyltransferase reaction with reconstituted high density lipoproteins by decreasing enzyme binding. *J. Biol. Chem.* 1996; 271: 19152-19158.
- [16] Siedel J., Hagele E.O., Ziegenhorn J., Wahlfeld A.W.: Reagent for the enzymatic determination of serum total cholesterol with improved lipophilic efficiency. *Clin. Chem.* 1983; 29: 1075-1080.
- [17] Burstein M., Scholnick H.R., Morfin R.: Rapid method for the isolation of lipoproteins from human serum by precipitation with polyanions. *J. Lipid Res.* 1970; 11: 583-595.
- [18] Siedel J., Schmuck R., Staepels J., Town M.H.: Long term stable, liquid ready-to-use monoreagent for the enzymatic assay of serum or plasma

- triglycerides (GPO-PAP Method). Clin. Chem. 1993; 39: 1127.
- [19] *Friedewald W.T., Levy R.I., Fredrickson D.S.*: Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. Clin. Chem. 1972; 18: 499-502.
- [20] *Gordon D.J., Probsfield L., Garrison R.J., Neaton J.D., Castelli W.P., Konke J.D., Jakobs D.R., Bangdiwala S., Tyroler A.*: High density lipoprotein cholesterol and cardiovascular disease. Circulation 1989; 79: 8-15.
- [21] *Schaafsma G., Meulig W.J.A., van Dokkum W., Bouley C.*: Effects of a milk product, fermented by *Lactobacillus acidophilus* and with fructo-oligosaccharides added, on blood lipids in male volunteers. Eur. J. Clin. Nutr. 1998; 52: 436-440.
- [22] *Anderson J.W., Gilliland S.E.*: Effect of fermented milk (yogurt) containing *Lactobacillus acidophilus* L1 on serum cholesterol in hypercholesterolemic humans. J. Am. Coll. Nutr. 1999; 18: 43-50.
- [23] *Bertolami M.C., Faludi A.A., Batlouni M.*: Evaluation of the effect of a new fermented milk product (Gaio) on primary hypercholesterolemia. Eur. J. Clin. Nutr. 1999; 53: 97-101.
- [24] *Schaarmann G., Schneider J., Zorn A., Vilser C., Jahreis G.*: Influence of probiotic yoghurt on serum lipids in women. Am. J. Clin. Nut. 2001; 73: 496S.
- [25] *Kießling G., Schneider J., Jahreis G.*: Long-term consumption of fermented dairy products over 6 months increases HDL cholesterol. Eur. J. Clin. Nutr. 2002; 56: 843-849.
- [26] *Vesper H., Schmelz E.M., Nikoloya-Karakashian M.N., Dillehay D.L., Lynch D.V., Merrill A.H.*: Sphingolipids in food and the emerging importance of sphingolipids to nutrition. J. Nut. 1999; 129: 1239-1250.
- [27] *Shah N.P.*: Symposium: Probiotic Bacteria: Selective enumeration and survival in dairy foods. J. Dairy Sci. 1999; 83: 894-907.

*Adresse der Autoren:*

*Dr. Elisabeth Fabian, o.Univ. Prof. Ibrahim Elmadfa\*  
 Department für Ernährungswissenschaften,  
 Universität Wien  
 Althanstraße 14  
 1090 Wien  
 t +43 1 4277 54904  
 f +43 1 4277 9549  
 e-mail: ibrahim.elmadfa@univie.ac.at*

*\* korrespondierender Autor*