

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-169491

(P2017-169491A)

(43) 公開日 平成29年9月28日(2017.9.28)

(51) Int.Cl.

A23C 9/123 (2006.01)

F1

A23C 9/123

テーマコード (参考)

4B001

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-59690 (P2016-59690)
 (22) 出願日 平成28年3月24日 (2016.3.24)

(71) 出願人 000006127
 森永乳業株式会社
 東京都港区芝5丁目33番1号
 (74) 代理人 100137338
 弁理士 辻田 朋子
 (72) 発明者 藤田 篤茂
 神奈川県座間市東原五丁目1番83号 森
 永乳業株式会社内
 Fターム(参考) 4B001 AC20 AC31 BC08 BC14 BC99
 EC08

(54) 【発明の名称】 液状発酵乳の製造方法

(57) 【要約】

【課題】高たんぱく質でありながら、飲用に適した性状を有する液状発酵乳を製造する技術を提供することを課題とする。

【解決手段】たんぱく質含量が3.5質量%以上の液状発酵乳の製造方法において、調乳液を調製し、該調乳液を発酵させて発酵物を調製する発酵物調製工程と、調製した発酵物を液状発酵乳のたんぱく質含量より高含量となるように濃縮して濃縮発酵物を調製する濃縮工程と、調製した濃縮発酵物に加水し、液状発酵乳のたんぱく質含量になるまで希釈して希釈発酵物を調製する希釈工程と、を含む。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

たんぱく質含量が 3.5 質量%以上の液状発酵乳の製造方法であって、

調乳液を調製し、該調乳液を発酵させて発酵物を調製する発酵物調製工程と、調製した発酵物を液状発酵乳のたんぱく質含量より高含量となるように濃縮して濃縮発酵物を調製する濃縮工程と、調製した濃縮発酵物に加水し、液状発酵乳のたんぱく質含量になるまで希釈して希釈発酵物を調製する希釈工程と、を含むことを特徴とする、液状発酵乳の製造方法。

【請求項 2】

前記濃縮工程では、濃縮発酵物のたんぱく質含量が、調製した発酵物のたんぱく質含量の 1.5～4.5 質量倍となるように該発酵物を濃縮することを特徴とする、請求項 1 に記載の液状発酵乳の製造方法。

10

【請求項 3】

前記希釈工程では、加水割合が希釈発酵物に対して 7～40 質量%となるように濃縮発酵物を希釈することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の液状発酵乳の製造方法。

【請求項 4】

液状発酵乳のたんぱく質含量が 5～11 質量%である、請求項 1～3 の何れかに記載の液状発酵乳の製造方法。

【請求項 5】

前記濃縮工程では、濃縮発酵物のたんぱく質含量が 6～14 質量%となるように、調製した発酵物を濃縮することを特徴とする、請求項 1～4 の何れかに記載の液状発酵乳の製造方法。

20

【請求項 6】

前記発酵物調製工程は、さらに、調乳液を発酵させる前に該調乳液を加熱処理することを含み、

該加熱処理は、ホエイたんぱく質変性率が 50%未満となる条件で行う、請求項 1～5 の何れかに記載の液状発酵乳の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

30

本発明は、液状発酵乳の製造方法に関する。本発明は、特に、たんぱく質を 3.5 質量%以上含有する液状発酵乳の製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

たんぱく質は主要な体の構成要素であり、18歳以上の成人男性で1日当たり60g、18歳以上の成人女性で1日当たり50gの摂取が推奨量とされている。また、高齢化社会が進む中でロコモティブシンドロームやたんぱく質不足による低栄養状態などの問題が発生しており、たんぱく質を多く含む食品が必要とされている。

【0003】

40

発酵乳は良質なたんぱく質を摂取できる食品として広く知られているが、文部科学省の報告「5訂増補食日本食品標準成分表」によると、発酵乳のたんぱく質含量は脱脂加糖タイプで4.3%であり、ドリンクタイプでは2.9%である。他方で、健康増進法に規定する特別用途表示の許可等に関する内閣府令（平成21年8月31日付内閣府令第57号）において、飲用に供する液状の食品でたんぱく質含量が高い旨表示可能とされるのは100mlあたり7.5g以上ないし100kcalあたり7.5g以上とされている。

【0004】

ところで、近年、固形分濃度を高めた濃縮発酵乳は、そのクリーミーさ、コク等から、高級感のある製品として人気がある。

濃縮発酵乳の製造方法としては、発酵原料の乳脂肪分や無脂乳固形分を高める方法が知られている。具体的には、全脂乳を膜処理した後、発酵させて発酵乳を製造する方法が知

50

られている（特許文献１、非特許文献１等）。

また、発酵乳ミックスを発酵させて得られた発酵物を膜処理することで濃厚な食感を有し、塩味が抑えられた、後味の良い滑らかな食感の発酵乳が得られることが知られている（特許文献２）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特開平６－１４７０７号公報

【特許文献２】特開２００５－３１８８５５号公報

【非特許文献】

【０００６】

【非特許文献１】日本畜産会報，５６（５）：３６９－３７８，１９８５

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

液状発酵乳（ドリンクタイプの発酵乳）は、摂取の手軽さが特長である。一方、前述の通り、液状発酵乳におけるたんぱく質含量は決して高いとはいえず、栄養価や、クリーミーさ、コクといった嗜好性は十分といえない。液状発酵乳の特長を維持しつつ、たんぱく質含量を高めることができれば、市場に新たな価値を提供することが可能となる。

しかしながら、前述した濃縮発酵乳の製造方法によって発酵乳のたんぱく質を主とする無脂乳固形分を高めた場合には、粘度が著しく上昇し、飲用に適した性状が得られ難い。すなわち、これまで液状発酵乳において濃縮発酵乳を製造する実用的な方法は提案されていなかった。

そこで、本発明は、たんぱく質を３．５質量％以上含有する液状発酵乳の製造方法として実用的な方法を提供することを課題とする。そして、本発明は、たんぱく質を３．５質量％以上含有し、かつ、飲用に適した性状を有する液状発酵乳を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

前記課題を解決する本発明は、たんぱく質含量が３．５質量％以上の液状発酵乳の製造方法であって、調乳液を調製し、該調乳液を発酵させて発酵物を調製する発酵物調製工程と、調製した発酵物を液状発酵乳のたんぱく質含量より高含量となるように濃縮して濃縮発酵物を調製する濃縮工程と、調製した濃縮発酵物に加水し、液状発酵乳のたんぱく質含量になるまで希釈して希釈発酵物を調製する希釈工程と、を含むことを特徴とする。

【０００９】

従来は、液状発酵乳におけるたんぱく質含量を３．５質量％以上に高めようとする、その分粘度が高くなり、飲用に適した性状を得ることが困難であった。本発明の製造方法を用いることにより、従来一般的な液状発酵乳に比べて高たんぱく質でありながら飲用に適した性状を有する液状発酵乳を製造することが可能となる。

【００１０】

本発明の好ましい形態では、前記濃縮工程において、濃縮発酵物のたんぱく質含量が、調製した発酵物のたんぱく質含量の１．５～４．５質量倍となるように濃縮する。

このような範囲で発酵物を濃縮しておくことで、飲用に適した性状を発酵乳に付与することができる。

【００１１】

本発明の好ましい形態では、前記希釈工程において、加水割合が希釈発酵物に対して７～４０質量％となるように、濃縮発酵物を希釈する。

このような範囲で希釈を行うことで、飲用に適した性状を発酵乳に付与することができる。

【００１２】

本発明の好ましい形態では、液状発酵乳のたんぱく質含量が5～11質量%である。

前記範囲のたんぱく質含量の液状発酵乳を製造する際に、本発明の製造方法の粘度低下を抑制する効果を顕著に得ることができる。

【0013】

本発明の好ましい形態では、前記濃縮工程において、濃縮発酵物のたんぱく質含量が6～14質量%となるように、調製した発酵物を濃縮する。

濃縮により濃縮発酵物のたんぱく質含量を前記範囲とすることによって、特に風味及び性状に優れた液状発酵乳を製造することが可能となる。

【0014】

本発明の好ましい形態では、前記発酵物調製工程は、さらに、調乳液を発酵させる前に該調乳液を加熱処理することを含み、該加熱処理は、ホエイたんぱく質変性率が50%未満となる条件で行うことを特徴とする。

10

調乳液を、ホエイたんぱく質変性率が前記範囲となる条件で加熱処理することにより、粘度上昇を抑制することができ、良好な性状の液状発酵乳を製造することができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明の製造方法によれば、高たんぱく質含量でありながら、飲用に適した性状を有する液状発酵乳を製造することができる。本発明の好ましい形態によれば、良好な風味と性状を有する液状発酵乳を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0016】

【図1】実施例における濃縮工程及び希釈工程の前後におけるたんぱく質含量の増減を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明を実施するための実施形態について説明する。

本明細書において、乳、乳製品に関する分類は、特に断らない限り、『乳及び乳製品の成分規格等に関する省令』（以下、「乳等省令」という。）に基づくものである。

本明細書において、「%」パーセントについての表示は、特に断らない限り、質量による表示である。

30

【0018】

本発明において、液状発酵乳とは、飲用可能な流動性を有していることをいい、10℃における粘度が、通常2100mPa・s以下、好ましくは1300mPa・s以下、更に好ましくは1100mPa・s以下のものをいう。液状発酵乳の10℃における粘度の下限は、例えば100mPa・sである。

【0019】

本発明の製造方法によって提供される液状発酵乳は、従来の液状発酵乳の標準的なたんぱく質含量（2.9質量%）に対して、たんぱく質含量が相対的に高い液状発酵乳であり、そのたんぱく質含量は、3.5質量%以上である。本発明の製造方法は、たんぱく質含量が、好ましくは5質量%以上、特に好ましくは7質量%以上、中でも好ましくは8質量%以上である液状発酵乳の製造に有用である。また、液状発酵乳におけるたんぱく質含量の上限は、例えば12質量%、好ましくは11質量%である。

40

【0020】

本発明の液状発酵乳の製造方法は、発酵物調製工程と、濃縮工程と、希釈工程とを含む。以下、各工程について説明を加えながら、本発明の実施形態について説明する。

【0021】

<1>発酵物調製工程

本発明の実施形態では、まず、調乳液を調製し、該調乳液を発酵させることにより発酵物を調製する発酵物調製工程を行う。

（1-1）調乳液の調製

50

「調乳液」とは、発酵乳の製造に用いられる、乳、乳製品などの発酵乳原料を含む種々の原料を調製して得られる原料である。

調乳液の調製には、発酵乳の製造に通常用いられる乳製品及びその他の原料を特に制限なく用いることができる。調乳液に用いる乳製品としては、クリーム、脱脂濃縮乳、脱脂粉乳等が挙げられる。

【0022】

調乳液における無脂乳固形分の含有量は、発酵乳の製造に用いられる通常の範囲で適宜調整することができる。

調乳液における無脂乳固形分は、好ましくは5～14質量%であり、更に好ましくは7～13質量%である。

10

【0023】

無脂乳固形分のうちたんぱく質含量は、調乳液に対して、好ましくは5質量%以下であり、更に好ましくは4質量%以下である。また、たんぱく質含量は、好ましくは2質量%以上であり、更に好ましくは2.5質量%以上である。

調乳液におけるたんぱく質含量を前記範囲とすることにより、乳酸菌による発酵が促進され、良好な酸味を有する発酵物を得ることができる。また、脱脂粉乳やホエイ粉を多量に添加する必要がないため、最終製品におけるこれらの原料由来の風味を抑えることができ、フレッシュな風味を得ることが可能となる。

【0024】

また、調乳液における乳脂肪分も、発酵乳の製造に用いられる通常の範囲で適宜調整することができ、好ましくは0～6質量%であり、更に好ましくは0～5質量%である。

20

【0025】

また、調乳液は、乳由来以外の原料を含んでいてもよい。例えば、調乳液にショ糖、果糖等の糖類を含有させることができる。また、調乳液は、好ましくは均質化処理される。

【0026】

(1-2) 加熱処理

このようにして調製された調乳液は、好ましくは加熱処理される。加熱処理は、牛乳の殺菌等、乳製品の製造過程において通常用いられる条件を用いることができる。例えば、加熱処理は、ホエイたんぱく質変性率が好ましくは50%未満となる条件で、更に好ましくは35%未満となる条件で行う。このような条件で加熱処理を行うことで、後述する発酵物の濃縮に伴う粘度増加を抑制することができ、最終的に飲用に適した粘度の液状発酵乳を製造することが容易となる。

30

【0027】

ホエイたんぱく質変性率は、加熱処理をしていない調乳液の未変性ホエイたんぱく質含有量に対する加熱処理をした調乳液の未変性ホエイたんぱく質含有量として求めることができる。未変性ホエイたんぱく質含有量は、ホエイたんぱく質態窒素量の測定により求めることができる（例えば、乳製品試験法・注解、金原出版株式会社、1984年発行、61～63頁）。

また、ホエイたんぱく質変性率と、加熱処理条件（温度及び時間）との関係については、従来知られており、前述したホエイたんぱく質変性率を実現するための加熱処理装置、加熱処理条件も適宜選択することが可能である。本発明においては、例えば、プレート式殺菌機、直接加熱式殺菌機等を用いることができ、75～85℃の温度条件で、15～40秒加熱することが挙げられる。

40

【0028】

(1-3) 発酵

調乳液の発酵には、通常、発酵乳の製造に用いられる乳酸菌スターターを特に制限なく用いることができる。乳酸菌スターターとしては、例えば、ラクトバチルス・ブルガリクス（*L. bulgaricus*）、ラクトコッカス・ラクチス（*L. lactis*）、ストレプトコッカス・サーモフィラス（*S. thermophilus*）等の乳酸菌を用いることができる。また、ビフィドバクテリウム属細菌を添加することもできる。

50

【0029】

乳酸菌等の細菌の添加量は、通常の範囲で適宜調節することができる。例えば、調乳液における細菌濃度が、少なくとも 1×10^5 CFU/g、好ましくは少なくとも 1×10^6 CFU/g となるような量を添加することが好ましい。

発酵条件も通常の範囲で適宜調節することができる。例えば、 $35 \sim 43^\circ\text{C}$ の温度で、 $3 \sim 12$ 時間発酵することにより発酵物を得ることができる。

【0030】

発酵は、通常 pH が $4.4 \sim 5$ になった時点、好ましくは $4.6 \sim 4.9$ になった時点で、冷却することにより終了させることができる。得られた発酵物中のカードは破碎し、後述する濃縮工程に供する。カードの破碎は、冷却中または冷却後の何れに行ってもよい。

10

【0031】

このようにして得られた発酵物のたんぱく質含量は、例えば $2 \sim 5$ 質量%、好ましくは $2.5 \sim 4$ 質量%である。言い換えれば、発酵物のたんぱく質含量が前記範囲となるように、調乳液におけるたんぱく質含量を調整することが好ましい。たんぱく質含量の上限を前記値とすることにより、後述する濃縮工程における濃縮後の雑味の増加を抑制し、良好な風味の液状発酵乳を製造することができる。また、たんぱく質含量の下限を前記値とすることにより、生産性を高めることができる。

なお、発酵終了後、たんぱく質を含む無脂乳固形分を添加することにより、発酵物のたんぱく質含量を調整してもよい。

20

【0032】

<2> 濃縮工程

本発明の実施形態では、続いて、調製した発酵物を濃縮して濃縮発酵物を調製する濃縮工程を行う。ここで、発酵物の濃縮は、濃縮発酵物におけるたんぱく質含量が、製造の目的とする液状発酵乳のたんぱく質含量より高含量となるように行い、濃縮発酵物におけるたんぱく質含量が、調製した発酵物のたんぱく質含量の $1.5 \sim 4.5$ 質量倍となるように、更には $2 \sim 4$ 質量倍となるように行うことが好ましい。

後述する希釈工程に先立ちこのような範囲で発酵物を濃縮することで、後述する希釈工程によって効果的に粘度を低下させることが可能となり、飲用に特に適した性状の液状発酵乳を得ることが可能となる。

30

【0033】

また、発酵物の濃縮は、濃縮発酵物におけるたんぱく質含量が、 $6 \sim 14$ 質量%となるように、更には $8 \sim 12$ 質量%となるように行うことが好ましい。

濃縮発酵物のたんぱく質含量を前記範囲とすることによって、後述する希釈工程を経て得られる液状発酵乳の風味及び性状を特に良好なものとするのが可能となる。

【0034】

発酵物の濃縮は、従来、乳製品の成分の濃縮に用いられる方法であれば特に制限なく用いることができ、その方法として、減圧濃縮、膜濃縮、又は遠心分離濃縮等が挙げられる。膜濃縮に用いられる濾過膜としては、精密濾過膜 (MF 膜)、限外濾過膜 (UF 膜)、ナノフィルトレーション膜 (NF 膜)、逆浸透膜 (RO 膜) 等が挙げられる。中でも、限外濾過膜 (UF 膜) が、良好な風味を実現する観点から好ましく用いられる。濃縮は、従来乳製品の濃縮に用いられている装置を用いて行うことができる。

40

【0035】

濃縮工程中、発酵物の温度は、好ましくは $5 \sim 50^\circ\text{C}$ 、更に好ましくは $5 \sim 45^\circ\text{C}$ 、特に好ましくは $5 \sim 35^\circ\text{C}$ に維持する。濃縮工程が終了した後は、 20°C 以下に冷却することが好ましい。

【0036】

<3> 希釈工程

本発明の実施形態では、続いて、濃縮発酵物に加水することで、濃縮発酵物を希釈して希釈発酵物を調製する希釈工程を行う。この希釈工程により、発酵物の粘度を低下させ、

50

飲用に適した性状の液状発酵乳を製造することができる。後述する実施例に示すとおり、同じたんぱく質含量の発酵乳の製造を目的とする場合であっても、たんぱく質含量を、濃縮工程のみによって目的とする含量に調整した場合と、たんぱく質含量を、濃縮工程によって目的とする含量以上とした後、希釈工程によって目的とする含量に調整した場合とは、最終的に得られる発酵乳の粘度に顕著な違いが出る。

すなわち、本発明は、発酵により調製した発酵物を過濃縮した後、その過剰分を希釈するという従来にない考え方（後述する実施例で示す図1（A）、（B）、（C）を参照）を採用することにより、全体としてたんぱく質含量の増加に伴う粘度上昇を抑制するものである。

【0037】

10

（3-1）希釈

濃縮発酵物の希釈は、製造の目的とする液状発酵乳のたんぱく質含量となるように、濃縮発酵物に対し加水することにより行う。

ここで、加水は、純水の添加によって行うこともできるし、水溶液の添加によって行うこともできる。水溶液としては、例えば、前記膜濃縮の副産物である、ミネラル、乳糖、酸等を含む膜透過液や、糖類、果汁、香料、増粘安定剤等を溶解した水溶液が挙げられる。水溶液における水の含有量は、好ましくは70質量%以上、更に好ましくは80質量%以上、特に好ましくは90質量%以上である。

加水は、濃縮発酵物を攪拌機で攪拌しながら行うことが好ましい。また、加水の際の濃縮発酵物の温度、及び純水又は水溶液の温度は、好ましくは4～20℃、更に好ましくは4～12℃である。

20

【0038】

濃縮発酵物の希釈は、加水割合が、希釈発酵物全量に対して好ましくは7～40質量%となるように、更に好ましくは10～31質量%となるように行う。ここで、水溶液を用いる場合の加水割合は、水溶液中の水の添加分を基準とする。このような範囲で加水を行うことにより、濃縮発酵物の粘度を効果的に低下させることができ、飲用に適した性状の液状発酵乳を提供することができる。

また、希釈による発酵物中のたんぱく質含量の減少量（濃縮発酵物のたんぱく質含量と希釈発酵物のたんぱく質含量の差、たんぱく質減少量）は、好ましくは1～5質量%、更に好ましくは1～3質量%である。このような範囲で希釈を行うことにより、得られる希釈発酵物の粘度を効果的に低下させることができ、加えて、風味にも優れた液状発酵乳を提供することができる。

30

【0039】

希釈により得られる希釈発酵物の10℃における粘度は、好ましくは2000mPa・s以下である。

【0040】

（3-2）均質化

希釈発酵物は、好ましくは均質化し、液状発酵乳の形態とする。均質化は、希釈と同時に行ってもよいし、希釈後に行ってもよい。均質化は、均質機を用いて常法により行うことができる。均質化の圧力は、通常0.01～15MPaである。

40

均質化して得られた発酵物の粘度は、製造後10℃で1日静置した場合の粘度として、通常2100mPa・s以下、好ましくは1300mPa・s以下、更に好ましくは1100mPa・s以下である。粘度の下限値は特に制限されないが、例えば150mPa・s以上、好ましくは200mPa・sである。

【0041】

本発明の液状発酵乳の製造方法では、前述した濃縮工程と、希釈工程を行うことにより、たんぱく質含量を高めつつ、たんぱく質の増加に伴う粘度上昇を抑制することができる。

【0042】

<4>液状発酵乳

50

本発明で製造される液状発酵乳は、飲用可能な流動性を有しているものであり、 10°C における粘度が、 $2100\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下、好ましくは $1300\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下、更に好ましくは $1100\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下である。なお、 10°C における液状発酵乳の粘度の下限は、 $100\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以上である。

また、前記液状発酵乳のたんぱく質含量は、 3.5 質量%以上、好ましくは 4 質量%以上、更に好ましくは 5 質量%以上、特に好ましくは 7 質量%以上、中でも好ましくは 8 質量%以上である。また、液状発酵乳におけるたんぱく質含量の上限は、例えば 12 質量%、好ましくは 11 質量%である。

すなわち、本発明の製造方法によれば、高たんぱく質含量の発酵乳に、飲用可能な流動性を付与することができる。また、本発明の製造方法により得られた液状発酵乳は、高たんぱく質含量であり、かつ飲用可能な流動性を有している。

【0043】

製造された液状発酵乳は、 $80\sim500\text{ ml}$ 容程度、好ましくは $80\sim250\text{ ml}$ 容程度の容器に充填し、密閉する。また、容器入りの製品は、通常 10°C 以下、好ましくは 5°C 以下で保存する。

容器は、紙製、ガラス製、プラスチック製（例えばポリプロピレン製、ポリエチレンテレフタレート（PET）製、ポリスチレン製、ポリエチレン製）が好ましい。

【実施例】

【0044】

〔試験1〕

本試験は、本発明の製造方法が発酵物の粘度低下へ与える効果を測定するために行った。

【0045】

<実施例>

以下の方法により、本発明の方法により液状発酵乳を製造した。製造フローと発酵物中のたんぱく質含量の増減の概念を図1に示す。

脱脂粉乳及び水を混合し、均質化し、たんぱく質含量が 3.34 質量%の調乳液を調製した（無脂乳固形分 9.4 質量%、乳脂肪分 0.1 質量%）。調乳液は、製造する発酵乳1検体（1実施例）あたり $25\sim40\text{ kg}$ となるような量を調製した。調乳液は、バッチ式加熱機を用いて 75°C 、 15 秒加熱処理した。続いて、乳酸菌スターター（商品名：Express 1.0、クリスチャンハンセン社製）を 0.002 質量%の割合で添加し、pHが 4.7 ± 0.05 になった時点で冷却により発酵を終了し、発酵物中のカードを破碎し、発酵物を調製した。発酵により得られた発酵物におけるたんぱく質含量の概念を図1（A）に示す。得られた発酵物を 8°C で 16 時間貯蔵した。続いて、調製した発酵物を、限外濾過膜（UF膜）を用いて表1に示すたんぱく質の濃縮倍率（質量基準）で膜濃縮し、同表に示すたんぱく質含量の濃縮発酵物を調製した。濃縮発酵物のたんぱく質含量の概念を図1（B）に示す。膜濃縮の際に、発酵物の温度は 25°C に維持した。

【0046】

【表1】

表1

濃縮発酵物No.	1	2	3	4	5
濃縮倍率	2.4倍	2.7倍	3.0倍	3.3倍	3.6倍
濃縮発酵物のたんぱく質含量	8% (7.6g/100ml)	9% (8.49g/100ml)	10% (9.52g/100ml)	11% (10.47g/100ml)	12% (11.42g/100ml)

【0047】

濃縮発酵物No. 1～5を攪拌しながら、表2に示す加水割合で純水、又は前記濃縮工程の副産物である限外濾過膜透過液（以下、膜透過液と記載する）を添加し、発酵物を希釈し、希釈発酵物を調製した。希釈発酵物のたんぱく質含量の概念を図1（C）に示す。希釈工程中、濃縮発酵物及び純水又は膜透過液の温度は 8°C に維持した。続いて、希釈発酵物を均質機で 5 MPa の圧力をかけて均質化し、実施例1～11の発酵乳を得た。

【0048】

<比較例>

実施例に示した方法と同様の方法で調製した濃縮発酵物 No. 1～5 を、均質機で 5 MPa の圧力をかけて均質化し、比較例 1～5 の発酵乳を得た。

【0049】

<結果>

均質化前の発酵物の粘度、均質化後、10℃で1日貯蔵後の発酵乳の粘度（何れも単位：mPa・s）を、実施例については表2に、比較例については表3にそれぞれ示す。粘度は、B型回転粘度計を使用し、ローター3、60rpm、10秒の条件で測定した。

【0050】

【表2】

表2

例	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
濃縮発酵物のたんばく質含量	9%	10%	10%	11%	12%
加水種類	膜透過液	膜透過液	純水	膜透過液	膜透過液
加水割合	10%	19%	20%	26%	31%
希釈によるたんばく質減少量	1%	2%	2%	3%	4%
希釈発酵物のたんばく質含量	8%	8%	8%	8%	8%
均質前粘度	952	412	384	294	120
貯蔵後粘度（D+1）	1160	286	540	244	126

10

例	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11
濃縮発酵物のたんばく質含量	10%	11%	12%	11%	12%	12%
加水種類	膜透過液	膜透過液	膜透過液	膜透過液	膜透過液	膜透過液
加水割合	10%	17%	24%	9%	16%	9%
希釈によるたんばく質減少量	1%	2%	3%	1%	2%	1%
希釈発酵物のたんばく質含量	9%	9%	9%	10%	10%	11%
均質前粘度	1754	1200	274	2422	1810	2422
貯蔵後粘度（D+1）	1344	804	308	2004	1022	2118

20

【0051】

【表3】

表3

例	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5
希釈発酵物のたんばく質含量	8%	9%	10%	11%	12%
均質前粘度	1974	>2400	>2400	>2400	>2400
貯蔵後粘度（D+1）	2016	>2400	>2400	>2400	>2400

30

【0052】

本発明の方法で製造した、たんばく質含量8質量%の実施例1～5の発酵乳の貯蔵後粘度は、120～1200mPa・sの間にあり、希釈をしない方法にて製造した同たんばく質含量の比較例1の発酵乳の貯蔵後粘度2016mPa・sに比べて、顕著に低かった。

また、本発明の方法で製造した、たんばく質含量9質量%の実施例6～8の発酵乳の貯蔵後粘度は300～1400mPa・sの間にあり、希釈をしない方法で製造した同たんばく質含量の比較例2の発酵乳の貯蔵後粘度（2400mPa・sを超える）に比べて、

40

顕著に低かった。また、本発明の方法で製造した、たんばく質含量10質量%の実施例9、10の発酵乳の貯蔵後粘度は1000～2100mPa・sの間にあり、希釈をしない方法で製造した同たんばく質含量の比較例3の発酵乳の貯蔵後粘度（2400mPa・sを超える）に比べて、顕著に低かった。

また、本発明の方法で製造した、たんばく質含量11質量%の実施例11の発酵乳の貯蔵後粘度は約2100mPa・sであり、希釈をしない方法で製造した同たんばく質含量の比較例4の発酵乳の貯蔵後粘度（2400mPa・sを超える）に比べて、顕著に低かった。

なお、比較例2～5の発酵乳は、その貯蔵後粘度は測定可能粘度である2400mPa

50

・sを超えるものであった。また、比較例2～5の発酵乳は、粘性が著しく高く、飲用できないものであった。

以上の結果から、本発明の発酵物を過濃縮した後、加水により希釈して目的とするたんぱく質含量に調整する製造方法を用いることで、発酵物の濃縮のみによって目的とするたんぱく質含量に調整する製造方法に対して、粘度上昇を抑制し、相対的に低い粘度の発酵乳を製造することができることがわかった。

この粘度の低下のメカニズムは定かではないが、膜濃縮により破壊されて凝集したたんぱく質のネットワークに、加水することにより自由水が多く保たれ、粘度低下が引き起こされているものと推測される。

前述した実施例と比較例との比較から、本発明の製造方法を用いることによる粘度上昇抑制の効果は、製造する液状発酵乳のたんぱく質含量が異なっても広く得られることがわかった。また、前記効果は、9～31質量%という広い加水割合で得られることがわかった。これらの知見から、液状発酵乳のたんぱく質含量が3.5質量%以上という従来の標準的な液状発酵乳に対して高いたんぱく質含量の液状発酵乳の製造において、濃縮発酵物のたんぱく質含量と加水割合を各々調整することで、本発明の製造方法の粘度低下効果が広く得られることがわかる。また、本発明の製造方法によれば、たんぱく質含量が8～11質量%という極めて高含量である液状発酵乳を製造する際に、特に粘度低下の効果が顕著に得られることもわかった。

【0053】

また、発酵乳のたんぱく質含量は同一であるが濃縮倍率及び加水割合が異なる実施例を比較するとわかるように（実施例1、2、4、5の比較、実施例6～8の比較、実施例9、10の比較）、濃縮倍率及び加水割合を相対的に大きくすること、言い換えれば、希釈によるたんぱく質減少量を相対的に大きくすることで、相対的に低粘度の液状発酵乳を製造することができることもわかった。例えば、希釈によるたんぱく質減少量は、2質量%以上とすることが好ましいこともわかった。

【0054】

また、実施例2、3を比較するとわかるように、希釈は、純水の形態で加水することによっても水溶液の形態で加水することによっても行うことが可能であることがわかった。

【0055】

〔試験2〕

本試験は、調乳液の加熱処理条件が発酵物の粘度低下へ与える影響を測定するために行った。

試験1と同様の方法により調乳液を調製した。調乳液は、製造する発酵乳1検体（1実施例）あたり30kgとなるような量を調製した。調乳液を、表4に示す条件にて加熱処理した。続いて、試験1と同様の方法により発酵物を得た。続いて、試験1と同様の方法で、たんぱく質含量が3質量倍となるように膜濃縮し、たんぱく質含量10質量%の濃縮発酵物を調製した。得られた濃縮発酵物を攪拌しながら、試験1と同様の方法で、前記濃縮工程の副産物である膜透過液を添加し、たんぱく質含量が8質量%の希釈発酵物を調製した。続いて、これらの希釈発酵物を均質機で5MPaの圧力をかけて均質化し、実施例12～14の発酵乳を得た。表4に、均質化前の発酵物の粘度、均質化後、10℃で1日貯蔵後の発酵乳の粘度（何れも単位：mPa・s）を示す。粘度は、試験1と同様に測定した。

【0056】

【表 4】

表4

例	実施例12	実施例13	実施例14
加熱処理条件	75℃, 15秒	85℃, 40秒	90℃, 10分
ホエイたんぱく質変性率	10%未満	30%	99%
均質前粘度	412	348	1036
貯蔵後粘度 (D + 1)	286	386	1272

【0057】

10

本試験の結果、発酵に供する調乳液のホエイたんぱく質変性率が相対的に小さいほど、貯蔵後粘度が小さくなることがわかった。

【0058】

以上の試験にて示した通り、本発明の製造方法によれば、高たんぱく質の液状発酵乳を製造することが可能であり、最終製品の性状についても、濃縮倍率及び加水割合、及び／又は加熱処理条件を選択することにより、調整することができることもわかった。

【0059】

〔試験3〕

試験1及び2で製造した実施例1～14の液状発酵乳の飲用適正について、専門パネラーにより評価した。評価は、以下の基準で行った。結果を表5に示す。

20

(評価基準)

◎：さらっとした食感で飲用しやすい

○：濃厚な食感であるが飲用しやすい

△：粘性が高く、舌残りが気になるが飲用できる

×：粘性が著しく高く飲用できない

【0060】

【表 5】

表5

例	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
均質前粘度	952	412	384	294	120
貯蔵後粘度 (D + 1)	1160	286	540	244	126
評価	○	◎	◎	◎	◎

30

例	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11
均質前粘度	1754	1200	274	2422	1810	2422
貯蔵後粘度 (D + 1)	1344	804	308	2004	1022	2118
評価	○	◎	◎	△	◎	△

例	実施例12	実施例13	実施例14
均質前粘度	412	348	1036
貯蔵後粘度 (D + 1)	286	386	1272
評価	◎	◎	○

【0061】

以上の結果から、粘度が低い（例えば、1000 mPa・s より低い）さらっとした食感の液状発酵乳の製造を目的とする場合には、以下のような態様が好ましいことも分かった。液状発酵乳（最終製品）のたんぱく質含量を9質量%以下、好ましくは8質量%とし、かつ希釈によるたんぱく質減少量を1質量%より大きく、好ましくは2質量%以上とする。

40

また、粘度が比較的高い（例えば、1000～2000 mPa・s）濃厚な食感の液状発酵乳の製造においては、液状発酵乳（最終製品）のたんぱく質含量を9～10質量%とし、かつ希釈によるたんぱく質減少量を1～2質量%とする態様が好ましいことも分かった。

さらに、たんぱく質含量が10～11質量%と高い液状発酵乳の製造においては、調乳液の加熱処理条件を、ホエイたんぱく質変性率が50%未満、好ましくは30%以下とな

50

るような加熱温度及び加熱時間とし、希釈によるたんぱく質減少量を2質量%以上とすることで、粘度を1500 mPa・s以下に低下させることができ、高栄養価と飲用適正の両立の観点から好ましいことも分かった。

【0062】

以上示した試験結果を総合すると、本発明の発酵物を過濃縮した後、加水により希釈して目的とするたんぱく質含量に調整する製造方法を用いることで、たんぱく質が濃縮されることによる粘度上昇を抑制し、従来の標準的な液状発酵乳と比較してたんぱく質含量が高く、かつ飲用に適した液状発酵乳を製造することができることがわかった。

【産業上の利用可能性】

【0063】

本発明は、栄養価の高い液状発酵乳の製造に利用できる。

10

【図1】

