

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5116731号
(P5116731)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月26日(2012.10.26)

(51) Int.Cl.

A23C 9/123 (2006.01)

F 1

A 2 3 C 9/123

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2009-153841 (P2009-153841)
 (22) 出願日 平成21年6月29日 (2009.6.29)
 (65) 公開番号 特開2011-4711 (P2011-4711A)
 (43) 公開日 平成23年1月13日 (2011.1.13)
 審査請求日 平成24年1月12日 (2012.1.12)

(73) 特許権者 000006138
 株式会社明治
 東京都江東区新砂1丁目2番10号
 (74) 代理人 100103539
 弁理士 衡田 直行
 (72) 発明者 石川 冬馬
 神奈川県小田原市成田540 明治乳業株
 式会社研究本部内
 (72) 発明者 江並 麻里
 神奈川県小田原市成田540 明治乳業株
 式会社研究本部内
 (72) 発明者 山本 昌志
 神奈川県小田原市成田540 明治乳業株
 式会社研究本部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】発酵乳の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発酵乳の原料に乳酸桿菌であるラクトバチルス・ブルガリカス及び乳酸球菌であるストレプトコッカス・サーモフィルスを添加し発酵させて、発酵乳を得る発酵工程と、
 上記発酵工程の後、上記発酵乳を冷却する冷却工程と、
 上記冷却工程と同時に、または、上記冷却工程の後に、上記発酵乳に酸素を供給して、
 当該酸素の供給の終了時における溶存酸素濃度が12～50 ppmである発酵乳を得る酸
 素供給工程と
 を含むことを特徴とする発酵乳の製造方法。

【請求項 2】

上記酸素供給工程における酸素の供給時の上記発酵乳の温度が25以下である請求項
 1に記載の発酵乳の製造方法。

【請求項 3】

上記酸素供給工程における酸素の供給の終了時から25日間経過後の時点までの10
 の温度下での酸度の増大の幅が、0.20%以下である請求項1又は2に記載の発酵乳の
 製造方法。

【請求項 4】

上記発酵乳が前発酵型の発酵乳である請求項1～3のいずれか1項に記載の発酵乳の製
 造方法。

【請求項 5】

10

20

上記前発酵型の発酵乳がソフトヨーグルトまたはドリンクヨーグルトである請求項_4に記載の発酵乳の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発酵乳、特に、前発酵タイプのソフトヨーグルトまたはドリンクヨーグルトの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

発酵乳は「乳等省令」で、乳またはこれと同等以上の無脂乳固形分を含む乳などを乳酸菌または酵母で発酵させ、糊状または液状にしたもの、またはこれらを凍結したものと定義されている。発酵乳の分類では、(a)容器に充填した後に発酵させ、固化させたハードヨーグルト(固形状発酵乳、セットタイプヨーグルト)と、(b)発酵後にカードを粉碎し、容器に充填したソフトヨーグルト(糊状発酵乳)と、(c)ソフトヨーグルトを均質機でさらに細かく碎き、液状の性質を高めたドリンクヨーグルト(液状発酵乳)、に大別される。

【0003】

日本における発酵乳の成分規格は、無脂乳固形分が8%以上、乳酸菌数または酵母数(1ml当たり)が1000万以上、と定められている。また、FAO/WHOによるヨーグルトの国際的規格によると、ラクトバチルス・ブルガリカス(*Lactobacillus bulgaricus*)及びストレプトコッカス・サーモフィルス(*Streptococcus thermophilus*)の作用により、乳または乳製品を乳酸発酵して得た凝固乳製品を、ヨーグルトと定義している。

【0004】

ヨーグルトは、乳酸菌の生菌を含むため、長期間保存した場合、乳酸菌が生成する乳酸等によって経時に酸度が増大し、風味が劣化するという問題がある。

この問題を軽減するために、従来より、種々の方法が提案されている。

一例として、ヨーグルト素材組成物に乳酸菌を加え、組成物中の乳の発酵度合を所望のものを低温に放置したのち、該乳酸菌の高温側発育停止限界温度以上であって完全死滅に至らない温度、時間条件下に加熱し、これを冷却することを特徴とする、乳酸菌の生菌を含むヨーグルトの製造方法が提案されている(特許文献1)。

このヨーグルトの製造方法において、乳酸菌がラクトバチルス・ブルガリカスである場合、高温側発育停止限界温度は50~55であり、完全死滅条件は例えば63で30分間である。

他の例として、キトサンを含有してなる酸度上昇を抑制した発酵乳が、提案されている(特許文献2)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開昭50-6745号公報

【特許文献2】特開平3-292853号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1に記載の技術は、特定の加熱温度及び加熱時間で処理するものであり、加熱条件の調整が煩雑であるうえ、加熱のための熱エネルギーが必要であり、さらに、加熱温度が高い場合、ヨーグルトの風味が劣化する可能性があるという問題がある。

また、特許文献2に記載の技術は、発酵乳には通常含有させないキトサンを添加物として用いることによる商品力の低下や、キトサンによる発酵乳の風味の変化などの問題がある。

そこで、本発明は、発酵後の加熱や添加物の添加などを行わずに、経時的な酸度の増大

10

20

30

40

50

を抑制して、適度な酸味を長期間に亘って保ち、良好な風味を維持しうる発酵乳の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者は、上記課題を解決するために鋭意検討した結果、発酵乳の原料に乳酸桿菌であるラクトバチルス・ブルガリカス（本明細書中、単に乳酸桿菌と称することがある。）及び乳酸球菌であるストレプトコッカス・サーモフィルス（本明細書中、単に乳酸球菌と称することがある。）を添加し発酵させた後、得られた発酵乳の冷却と同時にまたは冷却の後に、酸素の供給の終了時における溶存酸素濃度が12～50ppmになるように発酵乳に酸素を供給すれば、酸素を供給しない場合に比べて、乳酸桿菌の数については経時的な減少の度合いが大きく、かつ、乳酸球菌の数については経時的な減少の度合いが乳酸桿菌の数における経時的な減少の度合いに比べて小さいこと、及び、このように乳酸桿菌の数の経時的な減少が著しいことから、酸度の増大の主な原因菌とされている乳酸桿菌による乳酸等の酸味成分の生成が、酸素を供給しない場合に比べて抑制され、それゆえ、長期間に亘る低温保存時の酸度の増大による発酵乳の風味の劣化が抑制されること、さらには、乳酸球菌の数については、酸素を供給しない場合に、それと同じ条件での乳酸桿菌の数の減少に比べて減少の度合いが小さいことから、乳酸菌全体の生菌数が、長期間に亘って一定以上に維持され、発酵乳としての商品価値が維持されることを見出し、本発明を完成了。

【0008】

すなわち、本発明は、以下の[1]～[5]を提供するものである。

[1] 発酵乳の原料に乳酸桿菌であるラクトバチルス・ブルガリカス及び乳酸球菌であるストレプトコッカス・サーモフィルスを添加し発酵させて、発酵乳を得る発酵工程と、上記発酵工程の後、上記発酵乳を冷却する冷却工程と、上記冷却工程と同時に、または、上記冷却工程の後に、上記発酵乳に酸素を供給して、当該酸素の供給の終了時における溶存酸素濃度が12～50ppmである発酵乳を得る酸素供給工程とを含むことを特徴とする発酵乳の製造方法。

[2] 上記酸素供給工程における酸素の供給時の上記発酵乳の温度が25以下である上記[1]に記載の発酵乳の製造方法。

[3] 上記酸素供給工程における酸素の供給の終了時から25日間経過後の時点までの10の温度下での酸度の増大の幅が、0.20%以下である上記[1]又は[2]に記載の発酵乳の製造方法。

[4] 上記発酵乳が前発酵型の発酵乳である上記[1]～[3]のいずれかに記載の発酵乳の製造方法。

[5] 上記前発酵型の発酵乳がソフトヨーグルトまたはドリンクヨーグルトである上記[4]に記載の発酵乳の製造方法。

【発明の効果】

【0009】

本発明によると、酸素の影響によって乳酸桿菌の生菌数が経時的に大幅に減少するので、酸素を供給しない場合に比べて、乳酸等の酸味成分の量の増大が抑制され、長期間に亘る低温保存時に、適度な酸味を保つことができ、酸味が強すぎることによる発酵乳の風味の劣化を防止することができる。例えば、酸素を供給しない場合に14日間である賞味期間を20～30日間に延長することができる。

また、本発明によると、乳酸桿菌に比べて酸素の影響が少ない乳酸球菌については、酸素を供給しても必要な生菌数が確保されるので、発酵乳としての商品価値を維持することができる。

さらに、本発明によると、発酵後の加熱や添加物の添加を行わないので、発酵乳本来の風味を損ねることがなく、良好な風味を得ることができる。

【発明を実施するための形態】

【0010】

10

20

30

40

50

本発明の発酵乳の製造方法は、(A)発酵乳の原料に乳酸桿菌であるラクトバチルス・ブルガリカス及び乳酸球菌であるストレプトコッカス・サーモフィルスを添加し発酵させて、発酵乳を得る発酵工程と、(B)上記発酵工程の後、上記発酵乳を冷却する冷却工程と、(C)上記冷却工程と同時に、または、上記冷却工程の後に、上記発酵乳に酸素を供給して、当該酸素の供給の終了時における溶存酸素濃度が12~50ppmである発酵乳を得る酸素供給工程と、を含むものである。

なお、本発明の製造方法で得られる発酵乳は、発酵乳の原料に発酵のスターターとして乳酸桿菌及び乳酸球菌を添加し発酵させた後に、酸素を供給して得られるものであるため、セットタイプヨーグルトとしての製造が困難であり、前発酵型とよばれるソフトヨーグルトまたはドリンクヨーグルトに分類されるものである。 10

以下、各工程について詳しく説明する。

【0011】

[(A)発酵工程]

発酵工程は、発酵乳の原料に乳酸桿菌であるラクトバチルス・ブルガリカス及び乳酸球菌であるストレプトコッカス・サーモフィルスを添加し発酵させて、発酵乳を得る工程である。

本明細書において、発酵乳の原料とは、少なくとも原料乳を含むものをいう。

ここで、原料乳の例としては、牛乳等の獣乳や、その加工品（例えば、脱脂乳、脱脂粉乳、れん乳、乳清、クリーム等）や、大豆由来の豆乳等の植物性乳等が挙げられる。

発酵乳の原料の一例として、発酵乳原料ミックスと呼ばれるものが挙げられる。 20

発酵乳原料ミックスとは、原料乳及び他の成分を含む混合物であり、例えば、原料乳、砂糖、糖類、香料、水等の、発酵乳の製造に常用される原料を加温して溶解し、混合することで得られる。発酵乳原料ミックスに安定剤を含む場合は、ゼラチンなどの安定剤を水などの溶媒に予め加温溶解し、これと他の成分を混合することによって、発酵乳原料ミックスが得られる。

【0012】

発酵乳の原料にスターターとして接種する乳酸菌としては、乳酸桿菌であるラクトバチルス・ブルガリカス (*Lactobacillus bulgaricus*)、及び、乳酸球菌であるストレプトコッカス・サーモフィルス (*Streptococcus thermophilus*) が用いられる。

ラクトバチルス・ブルガリカスは、酸素を供給しない場合に比べて、酸素による生菌数の経時的な減少の程度が大きく、本発明の効果が顕著に得られる点で用いられ、ストレプトコッカス・サーモフィルスは、酸素による生菌数への影響が少ないため、酸素を供給しても発酵乳として必要な生菌数が確保されるので、酸素の供給後の発酵乳に含まれる乳酸菌全体の生菌数を、長期間に亘って一定以上に維持するのに大きく寄与することができる点で用いられる。 30

【0013】

本発明において、乳酸桿菌としてラクトバチルス・ブルガリカスを用い、かつ、乳酸球菌としてストレプトコッカス・サーモフィルスを用いることは、本発明の効果を十分に得るためである。なお、ラクトバチルス・ブルガリカスとストレプトコッカス・サーモフィルスの併用は、ヨーグルト等の製造において通常行われていることである。 40

本発明において、乳酸桿菌及び乳酸球菌として、特異な性質を有する変異株を使用する必要はなく、汎用の菌株を用いることができる。

発酵温度は、良好な風味の発酵乳を効率的に得る観点から、30~48℃、好ましくは35~48℃、より好ましくは38~45℃である。

発酵時間は、良好な風味の発酵乳を効率的に得る観点から、好ましくは2~20時間、より好ましくは4~15時間である。

【0014】

[(B)冷却工程など]

本発明の発酵乳の製造方法は、発酵工程の前に殺菌工程等を含むことができる。

殺菌工程における殺菌方法の例としては、120~130℃で数秒間殺菌するUHT(50

超高温殺菌)や、90~95で数十分間殺菌するH.T.S.T(高温殺菌)等が挙げられる。

また、本発明の発酵乳の製造方法は、発酵工程の後に、冷却工程、均質化工程、糖液等の他成分の添加工程等を含むことができる。

冷却工程は、発酵乳の温度を発酵温度(例えば、43)から所定の低温(例えば、10)に低下させる工程である。

均質化工程は、発酵乳に圧力を加えて、発酵乳に含まれるカーボなど固形成分を細かく分散させて、発酵乳を均質化する工程である。均質化工程は、酸素供給工程の前と後のいずれでもよい。

本発明の発酵乳の製造方法の一例として、殺菌工程、発酵工程、冷却工程、均質化工程、をこの順に含み、かつ、冷却工程と同時に後述の酸素供給工程を行なうものが挙げられる。この場合、糖液等の他成分の添加工程は、均質化工程の後に含めることができる。10

本発明の発酵乳の製造方法の他の例として、殺菌工程、発酵工程、冷却工程、均質化工程、後述の酸素供給工程、をこの順に含むものが挙げられる。この場合、糖液等の他成分の添加工程は、均質化工程と酸素供給工程の間に含めてもよいし、あるいは、酸素供給工程と同時に行なってもよい。

【0015】

[(C)酸素供給工程]

酸素供給工程は、冷却工程と同時に、または、冷却工程の後に、発酵乳に酸素を供給して、当該酸素の供給の終了時における溶存酸素濃度が12~50ppmである発酵乳を得る工程である。20

ここでの酸素は、発酵乳に気体としての酸素を供給して、発酵乳に含まれる溶存酸素量を増大させうる形態であればよく、通常、酸素含有ガスとして供給される。酸素含有ガスの例としては、酸素ガス、空気等が挙げられる。

酸素の供給方法としては、発酵乳を収容した貯留槽内の上部の空間に酸素ガス等の酸素含有ガスを通気させる方法や、発酵乳の中に挿通した管によって酸素含有ガスを気泡として発酵乳の中に供給する方法等が挙げられる。発酵乳を収容した貯留槽内の上部の空間に酸素ガス等の酸素含有ガスを通気させる方法は、発酵乳における気泡の発生を抑えることができるため、好ましい。

また、酸素の供給時に発酵乳を攪拌することは、発酵乳の溶存酸素量を効率的に増大させる点で好ましい。30

【0016】

発酵乳に対する酸素の供給は、発酵乳中の溶存酸素濃度が12ppm以上になるまで行なえば良い。

この場合、酸素の供給量、供給時間等の諸条件は、特に限定されるものではないが、好適な例として例えば以下のものが挙げられる。

例えば、発酵乳1リットル当たりの酸素の供給量は、単位時間当たりの量として、毎分、好ましくは0.1リットル以上、より好ましくは0.3リットル以上、特に好ましくは0.5リットル以上である。該供給量(リットル/分)の上限は、特に限定されないが、酸素の供給量を増大させても、酸度の増大の抑制効果が頭打ちとなることから、通常、10リットル/分である。40

また、例えば、発酵乳に対する酸素の供給時間は、該供給時間が長いほど、酸度の増大の抑制効果が大きいことから、好ましくは10分以上、より好ましくは20分以上、特に好ましくは30分以上である。

酸素の供給は、発酵工程における上述の特定の温度下での発酵の終了後、発酵乳の温度の低下中、または、低下後に行なうことが望ましい。

酸素の供給時の発酵乳の温度は、溶存酸素量を高める観点から、好ましくは25以下、より好ましくは15以下である。

【0017】

酸素の供給の終了時における発酵乳のpHは、適度な酸味を付与する観点から、好まし50

くは 4.15 ~ 4.35 である。

酸素の供給の終了時から 20 日間経過後の時点における発酵乳の pH は、酸味が強すぎるることによる発酵乳の風味の劣化を防止する観点から、10 の温度下で、好ましくは 4.03 ~ 4.35 である。

酸素の供給の終了時から 20 日間経過後の時点までの発酵乳の pH の低下の幅は、10 の温度下で、好ましくは 0.24 以下である。

酸素の供給の終了時における発酵乳の酸度は、適度な酸味を付与する観点から、好ましくは 0.70 ~ 0.80 % である。

酸素の供給の終了時から 20 日間経過後の時点における発酵乳の酸度は、酸味が強すぎることによる発酵乳の風味の劣化を防止する観点から、10 の温度下で、好ましくは 0.70 ~ 0.93 % である。
10

酸素の供給の終了時から所定の時間経過後の時点までの発酵乳の酸度の増大の幅は、好ましくは、酸素の供給の終了時から 25 日間経過後の時点までの発酵乳の酸度の増大の幅が 10 の温度下で 0.20 % 以下であり、より好ましくは、酸素の供給の終了時から 20 日間経過後の時点までの発酵乳の酸度の増大の幅が 10 の温度下で 0.20 % 以下である。

酸度とは、乳酸の質量に換算した酸の濃度（質量 %）である。

酸素の供給の終了時において、発酵乳中の溶存酸素濃度は、12 ppm 以上、好ましくは 15 ppm 以上である。該溶存酸素濃度の上限は、50 ppm である。

【実施例】

20

【0018】

[実施例 1；均質化工程の前に酸素供給工程を含む実験例]

脱脂粉乳 705 g、水 4195 g を混合してなる発酵乳の原料（発酵乳原料ミックス）を調製し、95 で 10 分間加熱殺菌した後、43 まで冷却した。次に明治乳業社製「明治ブルガリアヨーグルト」より単離したラクトバチルス・ブルガリカス (Lactobacillus bulgaricus) とストレプトコッカス・サーモフィルス (Streptococcus thermophilus) の混合スターターを発酵乳原料ミックス 100 質量 % 対して 2.0 質量 % の量となるように接種し、タンク内で、43、5 時間発酵させた。乳酸酸度が 1.20 % に到達したところで、10 以下に冷却し発酵を停止させ、発酵乳を得た。

次いで、得られた発酵乳を 2.0 リットル容量の蓋付き容器に 1.8 リットル採取し、試料とした。この発酵乳の試料について、発酵乳 1 リットル当たり 3 リットル / 分の量の酸素ガスを、容器上部の空間に 60 分間流通させ、溶存酸素量が増大した発酵乳（溶存酸素濃度：38.7 ppm）を得た。
30

その後、一段加圧が 100 kgf、二段加圧が 50 kgf の圧力で均質化処理を行い、均質化された発酵乳を得た。

この均質化された発酵乳と、糖液（0.6 質量 % のペクチン溶液）を、質量比が 6 : 4 となるように混合して、最終目的物である発酵乳（ソフトタイプの発酵乳）を得た。

この発酵乳を 10 で保存し、酸素ガスの供給終了時を始点とした発酵乳の pH、酸度、及び、乳酸桿菌及び乳酸球菌の生菌数の経時的变化を調べた。

なお、乳酸桿菌及び乳酸球菌の生菌数は、発酵乳 1 ミリリットル当たりの生菌数（コロニー形成単位；Colony forming unit）を計測した値である。
40

【比較例 1】

酸素ガスを供給しないこと以外は、実施例 1 と同様にして実験した。

以上の結果を表 1 ~ 表 4 に示す。

【0019】

【表1】

| pH | 経過日数(日) | | | | | 20日間の減少幅 |
|------|---------|------|------|------|------|----------|
| | 0 | 5 | 10 | 14 | 20 | |
| 実施例1 | 4.27 | 4.12 | 4.09 | 4.07 | 4.05 | 0.22 |
| 比較例1 | 4.24 | 4.08 | 4.02 | 4.02 | 3.99 | 0.25 |

【0020】

【表2】

| 酸度 (%) | 経過日数(日) | | | | | 20日間の上昇幅 |
|-----------|---------|------|------|------|------|----------|
| | 0 | 5 | 10 | 14 | 20 | |
| 実施例1 | 0.73 | 0.83 | 0.90 | 0.90 | 0.92 | 0.19 |
| 比較例1 | 0.73 | 0.86 | 0.93 | 0.94 | 0.97 | 0.24 |

10

【0021】

【表3】

| 乳酸桿菌の数 (×10 ⁷ cfu/ml) | 経過日数(日) | | | | |
|-------------------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 5 | 10 | 14 | 20 |
| 実施例1 | 7.4 | 4.0 | 0.4 | 0.2 | 0 |
| 比較例1 | 8.3 | 7.6 | 6.5 | 3.6 | 2.3 |

20

【0022】

【表4】

| 乳酸球菌の数 (×10 ⁷ cfu/ml) | 経過日数(日) | | | | |
|-------------------------------------|---------|----|----|----|----|
| | 0 | 5 | 10 | 14 | 20 |
| 実施例1 | 116 | 77 | 50 | 45 | 32 |
| 比較例1 | 100 | 74 | 64 | 61 | 39 |

30

【0023】

[実施例2；均質化工程の後に酸素供給工程を含む実験例]

まず、実施例1と同様にして、発酵乳を得た。

次いで、得られた発酵乳を2.0リットル容量の蓋付き容器に1.8リットル採取し、発酵乳の試料とした。そしてこの発酵乳の試料を10℃に冷却し、その後、一段加圧が100kgf、二段加圧が50kgfの圧力で均質化処理を行い、均質化された発酵乳を得た。

この均質化された発酵乳と、糖液(0.6質量%のペクチン溶液)を、質量比が6:4となるように混合しつつ、同時に、発酵乳1リットル当たり3リットル/分の量の酸素ガスを、容器上部の空間に60分間流通させ、溶存酸素量が増大した発酵乳(溶存酸素濃度:47.3ppm)を得た。

この発酵乳を10℃で保存し、酸素ガスの供給終了時を始点とした発酵乳のpH、酸度、及び、乳酸桿菌及び乳酸球菌の生菌数の経時的变化を調べた。

[比較例2]

酸素ガスを供給しないこと以外は、実施例2と同様にして実験した。

以上の結果を表5～表8に示す。

【0024】

40

【表5】

| pH | 経過日数(日) | | | | | 21日間の減少幅 |
|------|---------|------|------|------|------|----------|
| | 0 | 6 | 10 | 15 | 21 | |
| 実施例2 | 4.29 | 4.16 | 4.13 | 4.09 | 4.09 | 0.20 |
| 比較例2 | 4.31 | 4.11 | 4.07 | 4.02 | 4.01 | 0.30 |

【0025】

【表6】

| 酸度 (%) | 経過日数(日) | | | | | 21日間の上昇幅 |
|-----------|---------|------|------|------|------|----------|
| | 0 | 6 | 10 | 15 | 21 | |
| 実施例2 | 0.72 | 0.83 | 0.86 | 0.89 | 0.89 | 0.17 |
| 比較例2 | 0.72 | 0.87 | 0.89 | 0.94 | 0.94 | 0.22 |

10

【0026】

【表7】

| 乳酸桿菌の数 (×10 ⁷ cfu/ml) | 経過日数(日) | | | | |
|-------------------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 6 | 10 | 15 | 21 |
| 実施例2 | 8.5 | 5.3 | 1.7 | 0.6 | 0 |
| 比較例2 | 8.4 | 8.4 | 6.1 | 3.9 | 3.6 |

20

【0027】

【表8】

| 乳酸球菌の数 (×10 ⁷ cfu/ml) | 経過日数(日) | | | | |
|-------------------------------------|---------|----|----|----|----|
| | 0 | 6 | 10 | 15 | 21 |
| 実施例2 | 146 | 91 | 73 | 36 | 32 |
| 比較例2 | 135 | 88 | 58 | 40 | 33 |

30

【0028】

表1～表8から、本発明の方法に該当する実施例1、2では、乳酸桿菌の生菌数が経時的に急激に減少するため、本発明の方法に該当しない比較例1、2に比べて、発酵乳の酸度の増大を抑制していることがわかる。また、実施例1と実施例2の結果がほぼ同じであることから、本発明において、酸素供給工程は、均質化工程の前と後のいずれでもよいことがわかる。

なお、以下の実施例では、作業効率の観点から、均質化工程の後に、発酵乳と糖液を混合すると同時に酸素を供給することとする。

【0029】

40

[実施例3；酸素の流量と酸度の上昇抑制効果の関係を調べるための実験]

まず、実施例1と同様にして、発酵乳を調製した。次いで、得られた発酵乳を1.0リットル容量の蓋付き容器に0.8リットル採取して、試料とした。そして試料を10℃に冷却し、その後、一段加圧が100kgf、二段加圧が50kgfの圧力で均質化処理を行い、均質化された発酵乳を得た。

この均質化された発酵乳と、糖液(0.6質量%のペクチン溶液)を、質量比が6:4となるように混合しつつ、同時に、各々の試料に対して、酸素ガスの供給なし(0リットル/分)、発酵乳1リットル当たり0.5リットル/分、1.0リットル/分、1.5リットル/分、3.0リットル/分、4.5リットル/分の量の酸素ガスを、容器(半径5.5cmの円筒状)内の上部の空間に60分間流通させ、溶存酸素量が増大した発酵乳を

50

得た。本実験では、0リットル／分、0.5リットル／分、1.0リットル／分、1.5リットル／分の比較検討と、0リットル／分、1.5リットル／分、3.0リットル／分、4.5リットル／分の比較検討の2種類の検討を行った。なお、酸素ガスと試料の接触面積は95cm²であった。

酸素の供給量（リットル／分）と酸素供給直後における溶存酸素濃度の関係は、表9～表10に示すとおりであった。

【0030】

【表9】

| | | | | |
|--------------|-----|------|------|------|
| 酸素供給量 (L/分) | 0 | 0.5 | 1.0 | 1.5 |
| 溶存酸素濃度 (ppm) | 3.8 | 27.0 | 29.9 | 25.8 |

10

【0031】

【表10】

| | | | | |
|--------------|-----|------|------|------|
| 酸素供給量 (L/分) | 0 | 1.5 | 3.0 | 4.5 |
| 溶存酸素濃度 (ppm) | 3.8 | 35.1 | 32.6 | 34.3 |

【0032】

表9及び表10から、酸素の供給がない場合に比べて、酸素を供給した場合には、溶存酸素濃度が6.9～9.2倍高くなること、及び、酸素を供給した群間では、酸素の供給量を増加させても有意な差が認められないことがわかる。

20

各発酵乳を10で保存し、酸素ガスの供給終了時を始点とした場合における、各経過日数における酸度、乳酸桿菌及び乳酸球菌の生菌数を、表11～表16に示す。

【0033】

【表11】

| 酸度 (%) | | 経過日数 (日) | | | | |
|-------------|-----|----------|------|------|------|------|
| | | 0 | 7 | 13 | 17 | 28 |
| 酸素供給量 (L/分) | 0 | 0.77 | 0.87 | 0.95 | 0.95 | 0.98 |
| | 0.5 | 0.76 | 0.84 | 0.87 | 0.88 | 0.89 |
| | 1.0 | 0.76 | 0.84 | 0.87 | 0.88 | 0.89 |
| | 1.5 | 0.76 | 0.84 | 0.87 | 0.88 | 0.89 |

30

【0034】

【表12】

| 酸度 (%) | | 経過日数 (日) | | | | |
|-------------|-----|----------|------|------|------|------|
| | | 0 | 6 | 12 | 17 | 25 |
| 酸素供給量 (L/分) | 0 | 0.73 | 0.83 | 0.89 | 0.92 | 0.93 |
| | 1.5 | 0.74 | 0.81 | 0.85 | 0.87 | 0.88 |
| | 3.0 | 0.74 | 0.80 | 0.84 | 0.86 | 0.88 |
| | 4.5 | 0.75 | 0.82 | 0.85 | 0.88 | 0.88 |

40

【0035】

【表13】

| 乳酸桿菌の数 (×10 ⁷ cfu/ml) | | 経過日数(日) | | | | |
|-------------------------------------|-----|---------|------|------|------|------|
| | | 0 | 7 | 13 | 17 | 28 |
| 酸素 供給量 (L/分) | 0 | 5.90 | 7.60 | 9.45 | 8.35 | 5.50 |
| | 0.5 | 8.50 | 8.80 | 4.35 | 1.90 | 0.00 |
| | 1.0 | 8.65 | 9.20 | 5.60 | 3.25 | 0.05 |
| | 1.5 | 6.75 | 8.40 | 3.85 | 2.90 | 0.00 |

10

【0036】

【表14】

| 乳酸桿菌の数 (×10 ⁷ cfu/ml) | | 経過日数(日) | | | | |
|-------------------------------------|-----|---------|------|------|------|------|
| | | 0 | 6 | 12 | 17 | 25 |
| 酸素 供給量 (L/分) | 0 | 6.50 | 6.15 | 7.30 | 6.15 | 6.05 |
| | 1.5 | 7.70 | 8.30 | 1.60 | 0.35 | 0.00 |
| | 3.0 | 8.00 | 7.90 | 1.40 | 0.25 | 0.00 |
| | 4.5 | 7.40 | 9.25 | 1.35 | 0.10 | 0.00 |

20

【0037】

【表15】

| 乳酸球菌の数 (×10 ⁷ cfu/ml) | | 経過日数(日) | | | | |
|-------------------------------------|-----|---------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 7 | 13 | 17 | 28 |
| 酸素 供給量 (L/分) | 0 | 153.50 | 96.00 | 96.00 | 68.50 | 58.50 |
| | 0.5 | 138.00 | 81.00 | 44.50 | 34.00 | 9.40 |
| | 1.0 | 159.00 | 83.00 | 47.50 | 33.00 | 6.80 |
| | 1.5 | 159.00 | 82.00 | 60.50 | 32.50 | 9.35 |

30

【0038】

【表16】

| 乳酸球菌の数 (×10 ⁷ cfu/ml) | | 経過日数(日) | | | | |
|-------------------------------------|-----|---------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 6 | 12 | 17 | 25 |
| 酸素 供給量 (L/分) | 0 | 108.00 | 67.00 | 69.00 | 48.50 | 34.50 |
| | 1.5 | 114.50 | 43.50 | 20.35 | 14.50 | 13.25 |
| | 3.0 | 104.00 | 43.50 | 25.00 | 14.40 | 11.80 |
| | 4.5 | 130.00 | 67.00 | 24.85 | 16.40 | 13.75 |

40

【0039】

表11及び表12から、酸素の供給がない場合に比べて、酸素を供給した場合には、酸度の上昇が抑制されること、及び、酸素を供給した群間では、単位時間当たりの酸素の供給量を増大させても酸度上昇抑制効果に有意な差は認められないことがわかる。また、表13～表16から、酸素を供給した群間では、単位時間当たりの酸素の供給量を増大させても、乳酸菌数に有意な差は認められないことがわかる。

したがって、酸素の供給量が0.5リットル/分以上であれば、本発明の効果が得られると言える。

50

【0040】

[実施例4；酸素を供給する時間と酸度の上昇抑制効果の関係に関する例]

まず、実施例1と同様にして、発酵乳を調製した。次いで、得られた発酵乳を1.0リットル容量の蓋付き容器に0.8リットル採取して、試料とした。そしてこの発酵乳の試料を10℃に冷却し、その後、一段加圧が100kgf、二段加圧が50kgfの圧力で均質化処理を行い、均質化された発酵乳を得た。

この均質化された発酵乳と、糖液(0.6質量%のペクチン溶液)を、質量比が6:4となるように混合しつつ、同時に、各々の試料に対して、0.5リットル/分の流量で、0分、10分、15分、30分の各経過時間、容器内の上部空間に酸素ガスを流通させ、溶存酸素量が増大した発酵乳を得た。

酸素の供給時間と酸素供給直後における溶存酸素濃度の関係を、表17に示す。

【0041】

【表17】

| 酸素供給時間(分) | 0 | 10 | 15 | 30 |
|-------------|-----|------|------|------|
| 溶存酸素濃度(ppm) | 7.9 | 11.8 | 16.7 | 23.1 |

【0042】

各発酵乳を10℃で保存し、酸素ガスの供給終了時を始点とした場合における、各経過日数における酸度の上昇幅、乳酸桿菌及び乳酸球菌の生菌数を表18～表20に示す。

【0043】

【表18】

| 酸度の上昇幅 (%) | 経過日数(日) | | | | | |
|-------------------|---------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 6 | 12 | 17 | 25 | |
| 酸素供給 時間 (分) | 0分 | 0.00 | 0.14 | 0.21 | 0.24 | 0.26 |
| | 10分 | 0.00 | 0.13 | 0.19 | 0.22 | 0.24 |
| | 15分 | 0.00 | 0.12 | 0.18 | 0.21 | 0.21 |
| | 30分 | 0.00 | 0.11 | 0.16 | 0.19 | 0.19 |

【0044】

【表19】

| 乳酸桿菌の数 (×10 ⁷ cfu/ml) | 経過日数(日) | | | | | |
|-------------------------------------|---------|-------|------|------|------|------|
| | 0 | 6 | 12 | 17 | 25 | |
| 酸素供給 時間 (分) | 0分 | 12.63 | 9.75 | 7.38 | 6.83 | 5.80 |
| | 10分 | 13.60 | 8.63 | 7.48 | 7.03 | 5.48 |
| | 15分 | 11.20 | 9.38 | 7.28 | 3.93 | 3.25 |
| | 30分 | 12.18 | 7.20 | 1.40 | 0.00 | 0.00 |

【0045】

【表20】

| 乳酸球菌の数 (×10 ⁷ cfu/ml) | 経過日数(日) | | | | | |
|-------------------------------------|---------|--------|--------|--------|-------|-------|
| | 0 | 6 | 12 | 17 | 25 | |
| 酸素供給 時間 (分) | 0分 | 120.00 | 113.00 | 108.50 | 85.00 | 63.25 |
| | 10分 | 138.25 | 106.25 | 92.50 | 74.50 | 52.00 |
| | 15分 | 124.75 | 101.50 | 84.50 | 78.25 | 36.75 |
| | 30分 | 131.50 | 99.25 | 77.00 | 62.75 | 41.50 |

【0046】

表18から、酸度の上昇幅は、酸素供給時間が長いほど、酸度の上昇の抑制効果が大きいことがわかる。

また、酸素の供給時間が30分の場合における経過日数が17日の時点で、乳酸桿菌の数が0であり、乳酸球菌の数が 62.75×10^7 個であった。前述したように、日本における発酵乳の成分規格では、乳酸菌数または酵母数(1ml当り)は1000万(1×10^7 個)以上と定められている。また、FAO/WHOによるヨーグルトの国際的規格によると、ラクトバチルス・ブルガリカス(*Lactobacillus bulgaricus*)及びストレプトコッカス・サーモフィルス(*Streptococcus thermophilus*)の作用により、乳または乳製品を乳酸発酵して得た凝固乳製品をヨーグルトと定義している。したがって、発酵の終了後の時間の経過により乳酸桿菌の数が0になったとしても、全体の乳酸菌数が1ml当り1000万以上であれば、規格上発酵乳となるため、問題がないと言える。10

【0047】

[実施例5]

明治乳業社製「明治プロビオヨーグルトLG21」より単離した乳酸桿菌のラクトバチルス・ブルガリカス(*Lactobacillus bulgaricus*)と乳酸球菌のストレプトコッカス・サーモフィルス(*Streptococcus thermophilus*)を混合スターターとして使用したこと以外は実施例1と同様の方法で発酵乳を製造した。

次いで、得られた発酵乳を1.0リットル容量の蓋付き容器に0.8リットル採取して、試料とした。そしてこの発酵乳の試料を10℃に冷却し、その後、一段加圧が100kgf、二段加圧が50kgfの圧力で均質化処理を行い、均質化された発酵乳を得た。20

この均質化された発酵乳と、糖液(0.6質量%のペクチン溶液)を、質量比が6:4となるように混合しつつ、同時に、各々の試料に対して、0.5リットル/分の流量で、0分、10分、15分、30分の各経過時間、容器内の上部空間に酸素ガスを流通させ、溶存酸素量が増大した発酵乳を得た。

[比較例5]

酸素ガスを供給しないこと以外は、実施例5と同様にして実験した。

酸素の供給時間と酸素供給直後における溶存酸素濃度の関係を、表21に示す。

【0048】

[表21]

30

| 酸素供給時間(分) | 0 | 10 | 15 | 30 |
|-------------|------|-------|-------|-------|
| 溶存酸素濃度(ppm) | 4.26 | 11.32 | 15.10 | 24.28 |

【0049】

各発酵乳を10℃で保存し、酸素ガスの供給終了時を始点とした場合における、各経過日数における酸度の上昇幅、乳酸桿菌及び乳酸球菌の生菌数を、表22~表24に示す。

【0050】

[表22]

40

| 酸度の上昇幅(%) | 経過日数(日) | | | | |
|-----------|---------|------|------|------|------|
| | 0 | 6 | 12 | 19 | 26 |
| 酸素供給時間(分) | 0分 | 0.00 | 0.16 | 0.19 | 0.20 |
| | 10分 | 0.00 | 0.15 | 0.17 | 0.19 |
| | 15分 | 0.00 | 0.15 | 0.18 | 0.19 |
| | 30分 | 0.00 | 0.14 | 0.15 | 0.16 |

【0051】

【表23】

| 乳酸桿菌の数 (×10 ⁷ cfu/ml) | 経過日数(日) | | | | |
|-------------------------------------|---------|------|------|------|------|
| | 0 | 6 | 12 | 19 | 26 |
| 酸素供給 時間 (分) | 0分 | 0.65 | 0.10 | 0.05 | 0.20 |
| | 10分 | 0.55 | 0.15 | 0.15 | 0.00 |
| | 15分 | 0.55 | 0.15 | 0.15 | 0.25 |
| | 30分 | 0.20 | 0.15 | 0.00 | 1.55 |

【0052】

10

【表24】

| 乳酸球菌の数 (×10 ⁷ cfu/ml) | 経過日数(日) | | | | |
|-------------------------------------|---------|--------|--------|-------|-------|
| | 0 | 6 | 12 | 19 | 26 |
| 酸素供給 時間 (分) | 0分 | 104.50 | 105.00 | 82.00 | 60.50 |
| | 10分 | 121.50 | 88.50 | 93.00 | 34.50 |
| | 15分 | 95.50 | 99.50 | 80.00 | 34.00 |
| | 30分 | 107.50 | 108.50 | 75.50 | 15.55 |

【0053】

20

実施例1～4とは異なる乳酸菌を用いて、本発明の方法を適用したところ、酸素供給時間を増やすにつれ、酸度の上昇幅が抑制されるという、実施例4と同様な結果が得られた。なお、実施例5における乳酸桿菌の数は、実施例1～4よりも少ない。この理由は、酸素供給時間0分の群を見ても分かるように、実施例5で使用した乳酸桿菌が、コロニーを形成しにくい性質を有しているため、乳酸桿菌の生菌数が全体的に低く計測されたためと考えられる。

フロントページの続き

審査官 松田 芳子

(56)参考文献 特開2001-112437(JP,A)

特開2005-348703(JP,A)

特開2004-208509(JP,A)

特開2000-308457(JP,A)

特開2002-165557(JP,A)

特開昭50-006745(JP,A)

J. Dairy Sci., 2009年 9月, vol.92, p.4112-21

日本農芸化学会大会講演要旨集, 2003年, vol.2003, p.51, 2A14p13

World J. Microbiol. Biotechnol., 2002年, vol.18, p.361-5

Journal of Food Protection, 1983年, vol.46, p.321-4

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A23C 9/00

JST Plus / JMED Plus / JST7580 (JDream II)

FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY ABSTRACTS / FOOD
LINE / FOODS ADLIBRA (DIALOG)