

明 細 書

発明の名称：水中油型乳化物およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ナノエマルジョンである水中油型乳化物およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 乳化粒子径が200nm以下と極めて小さな乳化物はナノエマルジョンと言われる。更に乳化粒子径が100nm以下とすると透明性が顕著に向上する。（非特許文献1）

また油性素材には、機能性成分つまり生理活性化合物に該当するものも多く、機能性食品の開発に利用されるが、それらの多くは食品加工中の劣化や貯蔵中の酸化劣化を受けやすく、あるいは水への溶解性が低く、そのバイオアベイラビリティは低い。その解決策としてナノエマルジョンである水中油型乳化物の利用が考えられている。

例えば、特許文献1には、非水溶性物質1～70重量部にポリグリセリン脂肪酸エステル1～90重量部、水0.1～50重量部および多価アルコール1～90重量部を混合し乳化し可溶化することを特徴とする可溶化液の製造法が、特許文献2には、多価アルコール、およびHLBが9以上である乳化剤を含む事の特徴とする可溶化液の製造法が、特許文献3には、トコフェロール1～50重量%、糖類1～90重量%、乳化剤0.1～30重量%およびエタノール1～10重量%を混合して可溶化したことを特徴とするトコフェロール可溶化物が、特許文献4には、リン脂質、トリグリセリド、非イオン界面活性剤、及び水を含み、乳化粒子の平均粒子径が100nm以下である、水中油型乳化組成物が、各々開示されている。これらは何れも、合成乳化剤を主体として利用するものである。

[0003] 一方、天然の乳化剤を用いた水中油型のナノエマルジョンとして、非特許文献2では、カゼインを用いた乳化粒子径92～220nmのエマルジョンの記載がある。また、非特許文献3では、ゼラチンやカゼインを用いた乳化粒子径70

ー160nmの β カロテンエマルションの記載がある。非特許文献4では、WPI、カゼインナトリウム、SPIを用いた乳化粒子径17ー110nmの β カロテンエマルションの記載がある。

[0004] 合成乳化剤や低分子の天然乳化剤を用いた場合、理論的に最小の乳化物の半径 r は、 $r = 3 \cdot \Gamma \cdot \phi / C_s$ にて求められる。 Γ は乳化剤の表面過剰濃度（吸着量、 kg/m^2 ）、 C_s は乳化剤濃度（ kg/m^3 ）、 ϕ は分散相の体積分率。つまり、乳化剤濃度を高めれば、乳化粒子径を微細化する事ができる。一方、高分子素材は一般的にハイドロコロイドであり、これを用いた場合は、高濃度としても、乳化処理が行えない場合がある。また、枯渇相互作用（枯渇凝集）が生じるため、高濃度化は必ずしも微細化に寄与しない。（非特許文献5）

[0005] コク味は、油脂が味細胞に知覚される事により認知される感覚と考えられている。近年、味の構成要素である5味以外にも、脂肪味の存在が提起されており、この知覚に類するものである。（非特許文献6）

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開昭62-250941号公報

特許文献2：特開2004-208555号公報

特許文献3：特開平2-83315号公報

特許文献4：特開2019-210222号公報

非特許文献

[0007] 非特許文献1：鈴木敏幸 色材, 77 [10], 462-469(2004)乳化の基礎

非特許文献2：Zeeb, et al.(2014), Journal of Colloid and Interface Science, 433, 196-203.

非特許文献3：Medeiros et al. (2019). Food Chem. 270, 562-572

非特許文献4：Chu et al., (2007). J. Am. Oil Chem. Soc. 84, 1053-1062

非特許文献5：藤田哲 P. 51, (2006) 食品の乳化ー基礎と応用, 幸書房

非特許文献6：Yasumatsu K et al., "Fatty acid taste quality informati

on via GPR120 in the anterior tongue of mice” Acta Physiologica, e13215 (2018)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献1～4は、何れも合成の乳化剤を主体とするものである。また、非特許文献2～4についても、ブタノールやヘキサンを使用する必要がある、食品への適応は困難であったり（非特許文献2，4）、合成乳化剤であるTween20が配合されている（非特許文献3）。

本発明は、飲食品等への応用が可能なナノエマルジョンである水中油型乳化物を得るに際して、合成乳化剤およびまたは水より低い沸点を有する有機溶剤を用いなくても、透明度に優れた油性素材含有乳化物を提供する事を課題とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明者らは、上記課題を解決するため鋭意検討した結果、特定の性質を有したたん白素材を用いることで、合成乳化剤や有機溶剤等を使用しないナノエマルジョンである水中油型乳化物が得られることを見出し、本発明を完成させた。

[0010] 即ち本発明は

（1）油性素材を0.5～35質量%、易水溶性物質を1～80質量%、水5～70質量%、および下記性質を有するたん白素材を粗蛋白質量として油性素材の30～1,200質量%を含んだ、乳化粒子径が100nm以下の水中油型乳化物。但し、たん白素材が、粗蛋白質量20質量%の水溶液を80℃、30分加熱後、25℃で測定時の粘度が10,000mPa・s以下で、0.22MのTCA可溶化率が30%～95%の性質を有するものである。

（2）NSIが80以上である、（1）に記載の水中油型乳化物

（3）易水溶性物質と水の合計が、当該たん白素材の2質量倍以上である、（1）に記載の水中油型乳化物。

（4）易水溶性物質が、水に対して30（g/100g）以上の溶解度と、水より高

い沸点を有する、(1)に記載の水中油型乳化物。

(5) 油性素材を0.5質量%となるよう水分散させた分散液の透過率(660nm)が50%以上である、(1)に記載の水中油型乳化物。

(6) 水分が65質量%以下である、(1)に記載の水中油型乳化物。

(7) 乳化剤を含まない、(1)乃至(6)の何れかに記載の水中油型乳化物。

(8) NSIが80以上であり、易水溶性物質と水の合計が、当該たん白素材の2質量倍以上であり、易水溶性物質が、水に対して30 (g/100g) 以上の溶解度と、水より高い沸点を有するものであり、油性素材を0.5質量%となるよう水分散させた分散液の透過率(660nm)が50%以上であり、水分が65質量%以下であり、乳化剤を含まない、(1)に記載の水中油型乳化物。

(9) たん白素材を、たん白素材を粗蛋白質量として油性素材の30～1,200質量%、易水溶性物質1～80質量%、および水5～70質量%の溶液に、油性素材0.5～35質量%を混合してせん断力をかける、乳化粒子径が100nm以下の水中油型乳化物の製造方法。

(10) たん白素材が、粗蛋白質量 20質量%の水溶液を80℃、30分加熱後、25℃で測定時の粘度が10,000mPa・s以下で、0.22MのTCA可溶化率が30～95%、およびNSIが80以上である、(9)に記載の水中油型乳化物の製造方法。

(11) 水中油型乳化物の乳化に高圧乳化装置を用い、該乳化時の圧力が50MPa以上である、(9)に記載の水中油型乳化物の製造方法。

(12) 乳化剤を使用しない、(9)に記載の水中油型乳化物の製造方法。

(13) たん白素材が、粗蛋白質量 20質量%の水溶液を80℃、30分加熱後、25℃で測定時の粘度が10,000mPa・s以下で、0.22MのTCA可溶化率が30～95%、およびNSIが80以上であり、水中油型乳化物の乳化に高圧乳化装置を用い、該乳化時の圧力が50MPa以上である、乳化剤を使用しない、(9)に記載の水中油型乳化物の製造方法。

(14) (9)乃至(13)の何れかの水中油型乳化物乳化物を乾燥する、エマルジョンパウダーの製造方法。

である。

[0011] また本発明は、以下の態様も提供し得る。

(1) 油性素材を0.5～35質量%、易水溶性物質を1～80質量%、水5～70質量%、および下記性質を有するたん白素材を粗蛋白質量として油性素材の30～1,200質量%を含んだ、乳化粒子径が100nm以下の水中油型乳化物。但し、たん白素材が、粗蛋白質量20質量%の水溶液を80℃、30分加熱後、25℃で測定時の粘度が10,000mPa・s以下で、0.22MのTCA可溶化率が30～95%の性質を有するものである。

(2) NSIが80以上である、(1)に記載の水中油型乳化物

(3) 易水溶性物質と水の合計が、当該たん白素材の2質量倍以上である、

(1)または(2)に記載の水中油型乳化物。

(4) 易水溶性物質が、水に対して30(g/100g)以上の溶解度と、水より高い沸点を有する、(1)乃至(3)の何れかに記載の水中油型乳化物。

(5) 油性素材を0.5質量%となるよう水分散させた分散液の透過率(660nm)が50%以上である、(1)乃至(4)の何れかに記載の水中油型乳化物。

(6) 水分が65質量%以下である、(1)乃至(5)の何れかに記載の水中油型乳化物。

(7) 乳化剤を含まない、(1)乃至(6)の何れかに記載の水中油型乳化物。

(8) たん白素材を粗蛋白質量として油性素材の30～1,200質量%、易水溶性物質1～80質量%、および水5～70質量%の溶液に、油性素材0.5～35質量%を混合してせん断力をかける、乳化粒子径が100nm以下の水中油型乳化物の製造方法。

(9) たん白素材が、粗蛋白質量20質量%の水溶液を80℃、30分加熱後、25℃で測定時の粘度が10,000mPa・s以下で、0.22MのTCA可溶化率が30～95%、およびNSIが80以上である、(8)に記載の水中油型乳化物の製造方法。

(10) 水中油型乳化物の乳化に高圧乳化装置を用い、該乳化時の圧力が50MPa以上である、(8)または(9)に記載の水中油型乳化物の製造方法。

(11) 乳化剤を使用しない、(8)乃至(10)の何れかに記載の、水中油型乳化物の製造方法。

(12) (8)乃至(11)の何れかの水中油型乳化物乳化物を乾燥する、エマルジョンパウダーの製造方法。

発明を実施するための形態

[0012] 以下に本発明を詳しく説明する。

(油性素材)

本発明の油性素材とは、水に不溶性または難溶性でかつ中性脂質に溶解しやすい物質を指す。すなわち、ダイズ油、ナタネ油、トウモロコシ油、サフラワー油、コメ油、綿実油、ヒマワリ油、ゴマ油、オリーブ油、落花生油、パーム油、パーム核油、ヤシ油、豚脂、牛脂、魚油、中鎖脂肪酸油といったトリグリセリド類およびこれらをエステル交換や水素添加処理等で改質したもの、並びにこれらを分解した脂肪酸類が挙げられる。脂肪酸には多価不飽和脂肪酸（例えば、エイコサペンタエン酸、ドコサヘキサエン酸、アラキドン酸ならびにγ-リノレン酸および／またはエチルエステル）等も含まれる。より微小な乳化粒子を得るには、40℃以下の融点を有する油性素材が好ましく、同融点のトリグリセリドが更に好ましく、中鎖脂肪酸油（MCT）が最も好ましい。

[0013] また、生理機能の付与、着色または着香等の理由で以下に挙げる油溶性物質を加えることもできるが、これらは水より高い沸点を有するものである。すなわち、精油、エキストラクト、オレオレジン、回収フレーバー、単離香料などの天然香料素材やアルコール類、エステル類、アルデヒド類、ケトン類、ラクトン類などの合成香料素材の中から選ばれた1種または2種以上を混合した香料類、カロテノイドおよびカロテノイド誘導体（例えば、 α -カロテンまたは β -カロテン、8'-アポ- β -カロテナール、8'-アポ- β -カロテン酸エステル）、フラボノイド、ウコン、アナトー、アントシアニン、タール色素といった色素類、ビタミンA、D、E、K、コエンザイムQ10ならびにそれらの誘導体（ビタミンAエステルやビタミンEエステル。例えば、ビタミンA酢

酸エステルおよびビタミンAパルミチン酸エステルならびに酢酸トコフェロール)といった脂溶性ビタミン類、ジブチルヒドロキシトルエン(BHT)、ブチルヒドロキシアニソール(BHA)、カンゾウ油抽出物、ゴマ油不けん化物、 γ -オリザノール、ナタネ油抽出物、L-アスコルビン酸エステルといった抗酸化剤が例示できる。が、これらに限定されるものではない。なお、メタノール、エタノール、イソプロパノール、プロパノール、アセトン、メチルエチルケトン、ヘキサン、ヘプタンおよび酢酸エチル等は、水より低い沸点を有するので該当しない。

[0014] (たん白素材)

本発明に用いるたん白素材は、加熱後の粘度が低いものが必要である。すなわち、たん白素材を粗蛋白質量が20質量%となる水溶液を調製し、80℃、30分の加熱の後、25℃にて粘度測定する事により測定できる。加熱後粘度は10,000mPa・s以下であり、好ましくは5,000mPa・s以下、1,000mPa・s以下、500mPa・s以下であり、更に好ましくは200mPa・s以下、100 mPa・s以下である。

また、本たん白素材は一定サイズの分子量が必要となる。分子量は、TCA可溶化率で定義される。本発明においてTCA可溶化率は、総粗蛋白質量に対する0.22M TCA中で溶解する粗蛋白質量の比率で定義される。TCA可溶化率は30～95%であり、好ましくは35～90%、更に好ましくは40～85%、50～80%である。TCA可溶化率が低すぎると加熱後粘度が増加する傾向となり適切ではない、また、透過率が低下する。一方、TCA可溶化率が高すぎると、乳化性に寄与する蛋白質量が低下し、たん白素材を多く配合する必要性が生じるため、配合の自由度が低下し、好ましくない。

本たん白素材は、タンパク質の溶解性の指標として用いられているNSI (Nitrogen Solubility Index: 窒素溶解指数) が80以上のものであることが好ましい。より好ましくはNSIが85以上、90以上、95以上、又は97以上のものを用いることができる。タンパク素材のNSIが高いことは、水への分散性が高いことを示し、本発明である水中油型乳化組成物の分散安定性に寄与し得る。NSIが低すぎると沈殿が生じやすくなり、好ましくない。また、たん白素材中の

粗蛋白質含量についても、30質量%以上が好ましく、50質量%以上がより好ましく、70質量%以上が最も好ましい。粗蛋白質含量が多いたん白素材の方が、より少量で機能を出すことが可能となる。

このようなたん白素材は、一般的に市販されていないが、後述する変性および分子量調整処理等により得ることができる。また、市販の大豆たん白素材、例えばフジプロR、フジプロ748、フジプロCL、ハイニュートAM（以上、不二製油社製）等は、本要件に該当しない。

[0015] 上記の調製を行う対象のたん白素材の由来は特に限定されないが、植物性、動物性または微生物由来の蛋白質が使用できる。植物性蛋白質としては、大豆、エンドウ、緑豆、ルピン豆、ヒヨコ豆、インゲン豆、ヒラ豆、ササゲ等の豆類、ゴマ、キャノーラ種子、ココナッツ種子、アーモンド種子等の種子類、とうもろこし、そば、麦、米などの穀物類、野菜類、果物類、藻類、微細藻類などに由来する蛋白質が挙げられる。一例として大豆由来のたん白素材の場合、脱脂大豆や丸大豆等の大豆原料からさらに蛋白質を濃縮加工して調製されるものであり、一般には分離大豆たん白質、濃縮大豆たん白質や粉末豆乳、あるいはそれらを種々加工したものなどが概念的に包含される。

また、動物性の蛋白質としては、卵白アルブミンを含む卵蛋白質、カゼイン、乳清、ラクトアルブミン、ラクトアルブミンなどの乳蛋白質、血漿、血清アルブミン、脱色ヘモグロビンなどの血液に由来する蛋白質、畜肉に由来する蛋白質、魚介類に由来する蛋白質等が挙げられる。更に、酵母、カビ、細菌類等の微生物由来の蛋白質が利用できる。水への溶解性に劣る蛋白質であっても、後述する処理により、本発明に使用できるたん白素材を調製することができる。

[0016] （変性および分子量調整処理）

本発明の水中油型乳化物に用いられるたん白素材は、タンパク質を分解及び／又は変性させる「分解／変性処理」と、タンパク質の分子量分布の調整する「分子量分布調整処理」を組み合わせることで適用することにより得られ得る。上記「分解／変性処理」の例として、酵素処理、pH調整処理（例えば、

酸処理、アルカリ処理)、変性剤処理、加熱処理、冷却処理、高圧処理、有機溶媒処理、ミネラル添加処理、超臨界処理、超音波処理、電気分解処理及びこれらの組み合わせ等が挙げられる。上記「分子量分布調整処理」の例として、ろ過、ゲルろ過、クロマトグラフィー、遠心分離、電気泳動、透析及びこれらの組み合わせ等が挙げられる。「分解／変性処理」と「分子量分布調整処理」の順序及び回数は特に限定されず、「分解／変性処理」を行ってから「分子量分布調整処理」を行ってもよいし、「分子量分布調整処理」を行ってから「分解／変性処理」を行ってもよいし、両処理を同時に行ってもよい。また、例えば2回以上の「分子量分布調整処理」の間に「分解／変性処理」を行う、2回以上の「分解／変性処理」の間に「分子量分布調整処理」を行う、各々複数回の処理を任意の順に行う、等も可能である。なお、「分解／変性処理」によって所望の分子量分布が得られる場合は、「分子量分布調整処理」を行わなくてもよい。これらの処理を組み合わせ、複数回行う際、原料から全ての処理を連続で行ってもよいし、時間をおいてから行ってもよい。例えば、ある処理を経た市販品を原料として他の処理を行ってもよい。なお、上記特性を満たす限り、分子量分布調整処理を経たたん白素材と、分子量分布調整処理を経ないたん白素材を混合して、特定のたん白素材としてもよい。この場合、両者の比率(処理を経たたん白素材:処理を経ないたん白素材)は上記特性を満たす範囲で適宜調整可能であるが、質量比で例えば1:99~99:1、例えば50:50~95:5、75:25~90:10等が挙げられる。ある実施形態では、本態様の水中油型乳化物に用いられるたん白素材は、「分解／変性・分子量分布調整処理」を経たたん白素材からなる。

[0017] タンパク質を分解又は変性させる処理の条件、例えば酵素、pH、有機溶媒、ミネラル等の種類や濃度、温度、圧力、出力強度、電流、時間等は、当業者が適宜設定できる。酵素の場合、使用される酵素の例として、「金属プロテアーゼ」、「酸性プロテアーゼ」、「チオールプロテアーゼ」、「セリンプロテアーゼ」に分類されるプロテアーゼが挙げられる。反応温度は20~80℃、好ましくは40~60℃で反応を行うことができる。pH調整処理の場合、

例えばpH2、2.5、3、3.5、4、4.5、5、5.5、6、6.5、7、7.5、8、8.5、9、9.5、10、10.5、11、11.5、12の任意の値を上限、下限とするpH範囲、例えばpH2～12の範囲で処理し得る。酸処理の場合、酸を添加する方法であっても、また、乳酸発酵などの発酵処理を行う方法であってもよい。添加する酸の例として、塩酸、リン酸等の無機酸、酢酸、乳酸、クエン酸、グルコン酸、フィチン酸、ソルビン酸、アジピン酸、コハク酸、酒石酸、フマル酸、リンゴ酸、アスコルビン酸等の有機酸が挙げられる。また、レモンなどの果汁、濃縮果汁、発酵乳、ヨーグルト、醸造酢などの酸を含有する飲食品を用いて酸を添加してもよい。アルカリ処理の場合、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム等のアルカリを添加し得る。変性剤処理の場合、塩酸グアニジン、尿素、アルギニン、PEG等の変性剤を添加し得る。加熱又は冷却処理の場合、加熱温度の例として、60℃、70℃、80℃、90℃、100℃、110℃、120℃、125℃、130℃、135℃、140℃、145℃、150℃の任意の温度を上限、下限とする範囲、例えば60℃～150℃が挙げられる。冷却温度の例として、-10℃、-15℃、-20℃、-25℃、-30℃、-35℃、-40℃、-45℃、-50℃、-55℃、-60℃、-65℃、-70℃、-75℃の任意の温度を上限、下限とする範囲、例えば-10℃～-75℃が挙げられる。加熱又は冷却時間の例として、5秒、10秒、30秒、1分、5分、10分、20分、30分、40分、50分、60分、70分、80分、90分、100分、120分、150分、180分、200分の任意の時間を上限、下限とする範囲、例えば5秒間～200分間が挙げられる。高圧処理の場合、圧力の条件の例として、100MPa、200MPa、300MPa、400MPa、500MPa、600MPa、700MPa、800MPa、900MPa、1,000MPaの任意の圧力を上限、下限とする範囲、例えば100MPa～1,000MPaが挙げられる。有機溶媒処理の場合、用いられる溶媒の例として、アルコールやケトン、例えばエタノールやアセトンが挙げられる。ミネラル添加処理の場合、用いられるミネラルの例として、カルシウム、マグネシウムなどの2価金属イオンが挙げられる。超臨界処理の場合、例えば、温度約30℃以上で約7MPa以上の超臨界状態の二酸化炭素を使用して処理できる。超音波処理の場合、例えば100KHz～2MHzの周波数で100～1,000Wの出力で照射して処理し得る。電気分解処理の

場合、例えばタンパク質水溶液を100mV～1,000mVの電圧を印加することにより処理し得る。具体的な実施形態において、タンパク質を分解及び／又は変性させる処理は、変性剤処理、加熱処理、及びそれらの組み合わせから選択される。

[0018] タンパク質の分子量分布を調整する処理の条件、例えばろ材の種類、ゲルろ過の担体、遠心分離回転数、電流、時間等は、当業者が適宜設定できる。ろ材の例として、ろ紙、ろ布、ケイ藻土、セラミック、ガラス、メンブラン等が挙げられる。ゲルろ過の担体の例として、デキストラン、アガロース等が挙げられる。遠心分離の条件の例として、1,000～3,000×g、5～20分間等が挙げられる。

[0019] (易水溶性物質)

本発明の水中油型乳化物の連続相は、上述のたん白素材の水溶液であるが、その際の水は少ないことが好ましい。水溶液中の水を減らすには、水を易水溶性物質と置換する必要がある。本発明に使用される易水溶性物質とは、水に対して30 (g/100g) 以上、好ましくは60 (g/100g) 以上、更に好ましくは100 (g/100g) 以上の溶解度を有するものであり、最も好ましくは任意の割合で水と混合溶解できるものである。また、水より高い沸点を有するものである。物質として好ましくは、無機塩または窒素を含まない有機物であり、有機物として糖類を含む多価アルコールが例示できる。

多価アルコールとは1つの分子内に2個以上の水酸基を有する化合物の総称であり、特にその種類を限定するものではない。例えば、グリセリン、プロピレングリコール、ソルビトール、マルチトール、キシリトール、エリスリトール、ラクチトール、ソルビタン、キシロース、アラビノース、マンノース、トレハロース、乳糖、砂糖、カップリングシュガー、ブドウ糖、酵素水飴、酸糖化水飴、麦芽糖水飴、麦芽糖、異性化糖、果糖、還元麦芽糖、還元澱粉水飴、蜂蜜などが挙げられる。これらは単独でまたは2種以上を混合して用いたことが出来る。

また塩類として、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム等の

1価もしくは2価金属の、またはアンモニウムとの、塩化物、硝酸塩、硫酸塩等、リン酸塩または有機酸塩の内、上記の溶解度を満たすものが挙げられる。塩化ナトリウム、硫酸アンモニウム、リン酸二水素ナトリウム、乳酸ナトリウム等が例示できる。

[0020] (乳化剤)

本発明にて、前述したたん白素材以外の乳化剤は積極的には配合の必要がない。特に、乳化工程時に乳化剤を含む事は、品質上好ましくない場合もある。

ここで乳化剤と称するものは、合成乳化剤や天然乳化剤を含む。具体的には、モノアシルグリセロール、ジアシルグリセロール、ポリグリセリン脂肪酸エステル、ショ糖脂肪酸エステル、ステアロイル乳酸ナトリウム、ステアロイル乳酸カルシウム、ポリオキシエチレン誘導体、脂肪酸塩、加工デンプンといった合成乳化剤の他、酵素分解レシチン、水素添加酵素分解レシチン、ヒドロキシレシチン、ホスファチジルグリセロール、ホスファチジン酸、アセチル化レシチンといった天然由来のレシチン類を化学的あるいは酵素処理することで得られたレシチンの誘導体、ダイズサポニンやキラヤサポニン等の天然由来のサポニン類等が挙げられる。また、前述したたん白素材の要件に合致しない蛋白質類、例えば、本発明の処理を行っていない乳カゼインやラクトアルブミン等も、乳化性を有するものは乳化剤に含まれるものとする。

[0021] (配合比率)

以下に配合を説明する。水相と油相を別々に調製するが、最終的には以下の配合比で、全量を100質量部となる様に行う。配合から外れるとナノエマルジョンである水中油型乳化物の調製が難しい一方、好ましい配合だとより小さな粒径の水中油型乳化物を得ることができる。

油相は、油性素材として0.5～35質量部、好ましくは1～30質量部、更に好ましくは2～15質量部である。

水相は以下の組成となる。たん白素材は、粗蛋白質量として油脂素材の30

～1,200質量%、好ましくは60～400質量%である。また、粗蛋白質量として以下を満たすことも好ましい。粗蛋白質量として全量100質量部中の1～20質量部、好ましくは5～15質量部、更に好ましくは10～12質量部である。

水は5～70質量部、好ましくは65質量部以下、更に好ましくは35質量部以下であり、最も好ましくは20質量部以下である。易水溶性物質は1～80質量部、好ましくは10～70質量部、更に好ましくは40～65質量部である。また、易水溶性物質と水の合計が、当該たん白素材の2質量倍以上であることが好ましく、4倍以上であることが更に好ましく、6倍以上であることが最も好ましい。

油性素材、たん白素材、易水溶性物質以外にも、本発明に影響の出ない範囲で種々の物質を加えることが可能である。一方で、水より低い沸点を有する物質、例えば低級アルコール類や低級の炭化水素類は、含まれないことが好ましい。食品等への利用を考えればこれらの使用はできる限り回避したい。

また、これら水相および油相には、それぞれに溶解する各種の乳化剤を添加することも可能である。しかし、低級アルコール類と同様に、これらを用いることなくナノエマルジョンである水中油型乳化物を調製できることが本発明の特徴のひとつであり、食品等への利用を考えればこれらの使用はできる限り回避したい。

[0022] (乳化物の原液の調製)

以下に調製方法を記載するが、まずは水相の調製を説明する。水相は水にたん白素材および易水溶性物質を加え、攪拌等により溶解させる。使用する水の温度は特に限定しないが、温水が好ましく、60～80℃が適切である。温度が低いと粘度が増加して作業性が悪化し、温度が高いと配合する油性成分が劣化する原因となる場合がある。本発明に用いるたん白素材は加熱後に低粘度であることが特徴であり、ここで調製する水相も粗蛋白質濃度が高いにも関わらず、低い粘度を示す。

次に油相の調製を説明する。油相は前述した油性素材であるが、通常はト

リグリセリドのみ、またはトリグリセリドに、前述した油溶性物質等のトリグリセリド以外の油性素材を添加したものをを用いる。油相も構成する脂肪酸等によっては加温が好ましく、多くはその融点以上で調製を行う。

[0023] (乳化装置)

水相および油相の2液を混合する。この際に予備乳化を行うことが好ましい。予備乳化は、ホモミキサー等で処理することで、粒径を10~100 μ m程度の水中油型乳化物に調製することである。回転数は機器により異なるが、例えばPRIMIX社製のHOMOGENIZING MIXER MARK II Model 2.5の場合、8000rpmで10分間ほどの処理が例示できる。

続けて、主たる乳化を行う。乳化には特に限定されるものではないが、せん断力の高い乳化装置が好ましく、ホモミキサー、コロイドミル、高圧ホモジナイザー、超高圧ホモジナイザー、真空乳化機などが例示できる。具体的にはAPVゴーリンホモジナイザー（APV社製）、マイクロフルイダイザー（マイクロフルイデックス社製）、アルティマイザー（スギノマシン社製）又はナノマイザー（ナノマイザー社製）等を好ましく使用することができる。

これらの高圧乳化装置を用いて、50MPa以上の圧力で乳化を行うことが好ましい。マイクロフルイダイザーを例示すれば、好ましくは100MPa以上、更に好ましくは150MPa以上の圧力にて、2回以上の好ましくは4回以上の、更に好ましくは10回以上の、せん断処理を行うことが効果的である。

また、上記均質化処理機に代えて、例えば超音波乳化機等の均質化処理機を用いても良い。例としては、超音波ホモジナイザーUS-600、同US-1200T、同RUS-1200T、同MUS-1200T（以上、（株）日本精機製作所製）、超音波プロセッサ UIP-2000、同UIP-4000、同UIP-8000、同UIP-16000（以上、ヒールッシャー社製）等が挙げられる。これらの高出力超音波照射装置は25kHz以下、好ましくは15~20kHzの周波数で使用される。

[0024] (粒子径)

本発明の乳化物は、水に添加した場合、乳化粒子径は100nm以下、好ましくは85nm以下、更に好ましくは60nm以下である。乳化粒子径が100nmを超えると

透明性が低下するため、本発明には不適である。

[0025] 本発明の乳化物およびその原料については、以下の手順にてその評価を行う。

<水分>

常圧加熱減量法（105℃12時間）にて求める。

[0026] <粗蛋白質含量>

ケルダール法により測定する。具体的には、たん白素材重量に対して、ケルダール法により測定した窒素の質量を、乾燥物中の粗蛋白質含量として「質量%」で表す。なお、窒素換算係数は6.25とする。基本的に、小数点以下第2桁の数値を四捨五入して求められる。

[0027] <NSI>

試料3gに60mlの水を加え、37℃で1時間プロペラ攪拌した後、1400×gにて10分間遠心分離し、上澄み液（I）を採取する。次に、残った沈殿に再度水100mlを加え、再度37℃で1時間プロペラ攪拌した後、遠心分離し、上澄み液（II）を採取する。（I）液及び（II）液を合わせ、その混合液に水を加えて250mlとする。これをろ紙（No.5）にてろ過した後、ろ液中の窒素含量をケルダール法にて測定する。同時に試料中の窒素量をケルダール法にて測定し、ろ液として回収された窒素量（水溶性窒素）の試料中の全窒素量に対する割合を質量%として表したものをNSIとする。基本的に、小数点以下第2桁の数値を四捨五入して求められる。

[0028] <TCA可溶率>

たん白素材の2質量%水溶液に、0.44M トリクロロ酢酸（TCA）を等量加え、0.22M TCA溶液とし、可溶性窒素の割合をケルダール法により測定した値とする。基本的に、小数点以下第2桁の数値を四捨五入して求められる。

[0029] <粘度（加熱後粘度）>

たん白素材の粘度は、B型粘度計（東機産業社製、タイプBM）を用い測定する。粗蛋白質量が20質量%となるようにたん白素材水溶液を調製し、測定容器に充填、ロータをセットし、密閉の後、湯浴中にて80℃、30分間の加熱を行

う。次いで、25℃にて、任意の回転数で測定し、指針値を読み取り、ロータNo.と回転数に対応した換算乗数を掛けて、粘度を算出する。（単位：Pa・s）1分後の測定値とする。基本的に回転数は60rpmとする。高粘度のサンプルはロータNo.を1→4とし、6rpmまで回転数を低下させる。尚、本測定の測定上限粘度は100,000mPa・sとなる。ロータNo.4と回転数6rpmで測定レンジを超過する場合は、即時に加熱後粘度は100,000mPa・s以上と判定する。

[0030] <乳化粒子径>

油性素材が0.03質量%となるように、乳化物を水で希釈しサンプルとする。Malvern社製 zetasizer nano-zsにより25℃にて、Z-平均粒径（z-average size）を測定する。

[0031] <透明性>

油性素材が0.5質量%となるように、乳化物を水で希釈しサンプルとする。島津製作所製 UV-1900にて光路1cmの石英セルを用い、波長660nmにて透過率T(%)を測定する。本発明では、透過率50%以上を透明と定義する。

[0032] （応用）

本発明の乳化製剤水中油型乳化物は、油性物質の添加が望まれるあらゆる加工食品、飲料類、健康食品に適用できる。

[0033] （生理機能強化）

例えば生理機能を有する油溶性機能物質として、上述した脂溶性ビタミン類、カロテノイド等の色素類、多価不飽和脂肪酸類に加え、植物ステロール、植物エストロゲン等が挙げられる。これらを本発明のナノエマルジョンである水中油型乳化物に応用することで、油溶性生理機能物質の吸収性を好適に改善し、これらの生理機能効果を上げる事ができる。添加する対象として、以下の食品が例示できる。

即席麺、レトルト食品、即席みそ汁・吸い物・スープ等の即席食品類、炭酸飲料、果汁飲料、野菜系飲料、コーヒー飲料、スポーツ飲料、お茶・紅茶飲料、アルコール飲料等の嗜好飲料類、パン、パスタ、麺類、ケーキミックス等の小麦粉製品、キャンディー、チューインガム、チョコレート、ビスケ

ット類、スナック類、和菓子、米菓子、デザート菓子等の菓子類、ソース類、カレーの素類、たれ・つゆ類、ドレッシング等の調味料類、バター、マヨネーズ類、マーガリン類等の油脂食品、加工乳、乳飲料、ヨーグルト類、乳酸菌飲料、チーズ、アイスクリーム、クリーム等の乳製品、冷凍食品、水産練り製品、ハム・ソーセージ類、ジャム・マーマレード類、漬物、缶詰等。

[0034] (透明性)

本発明は、油性素材を水系に透明に分散させる事で、透明性が要望される食品の商品価値を向上する事ができる。分散させる油性素材としては、上述した香料類、カロテノイド等の色素類が例示できる。

この効果が好適に応用できる食品としては、例えば、即席吸い物・スープ等の即席食品類、炭酸飲料、果汁飲料、野菜系飲料、コーヒー飲料、スポーツ飲料、お茶・紅茶飲料、アルコール飲料等の嗜好飲料類、キャンディー、チューインガム、和菓子、デザート菓子等の菓子類、たれ・つゆ類、ドレッシング等の調味料類、冷菓・氷菓、ジャム・マーマレード類等が例示できるが、これらに限定されるものではない。

[0035] (コク味付与)

本発明の一部の容態は、油脂が含まれる事によるコク味の増強効果を食品に強く付与する事ができる。ここで言うコク味は、食品を口腔に入れた後から、飲み込んだ後までの間に感じるボリューム感や濃厚感であり、乳化製剤を水にて希釈しただけでも若干は感じる事ができるが、本発明のナノエマルジョンである水中油型乳化物を用いることで、このコク味を非常に強く発現することができる。

とりわけ、昨今、健康的観点から、多くの油脂が配合される食品において、摂取カロリーや油脂摂取量を低減するために、油脂の配合量の削減が望まれているが、油脂配合量を減じる事は、コク味を低下させ、美味しさを損なう。本発明により美味しさ（コク味）を維持しながら油脂配合量を減ずる事ができる。

この効果を好適に応用できる食品として、例えば、即席麺、レトルト食品

、スープ等の即席食品類、パン、パスタ、麺類、ケーキミックス等の小麦粉製品、チョコレート、ビスケット類、スナック類、デザート菓子等の菓子類、ソース類、カレーの素類、ドレッシング等の調味料類、バター、マヨネーズ類、マーガリン類等の油脂食品、加工乳、乳飲料、ヨーグルト類、乳酸菌飲料、チーズ、アイスクリーム、クリーム等の乳製品、冷凍食品、水産練り製品、ハム・ソーセージ類、缶詰等が例示できるが、これらに限定されるものではない。

尚、従来の様に乳化剤を用いた乳化性剤を用いた場合は、乳化剤由来の苦味・収斂味・雑味が同時に付与されるため、好適ではない。

[0036] ある実施形態において、本発明は、水分活性が0.4以下とする事が可能であり、可溶化ナノエマルジョンの保存性を大きく改善できる。具体的には水を減らし、易水溶性物質を増やすことで水分活性を下げる可以降低。易水溶性物質としては、グリセリン、ソルビトール、フルクトース、スクロース等の添加が効果的であり、この際の水分量は20質量%以下が好ましく、10質量%以下が更に好ましい。

[0037] ある実施形態において、本発明は、粉末化が可能であり、可溶化ナノエマルジョンの利用範囲を拡大できる。具体的には、上述したナノエマルジョンである水中油型乳化物をそのまま、または希釈し、およびまたは他の物質を添加した水中油型乳化物について、これを乾燥し粉末化することができる。他の物質とは、デキストリンやセルロースなどの炭水化物、たん白素材、ペプチド類、アミノ酸、塩類等が挙げられる。粉末化は噴霧乾燥、凍結乾燥、減圧乾燥等が挙げられる。

乾燥した本発明品は、水等の溶媒に溶解することで、再び水中油型の乳化物となり、その乳化粒子径は100nm以下のナノエマルジョンを維持することも可能である。

実施例

[0038] 次に、本発明を実施例に基づいてさらに詳細に説明するが、本発明はかかる実施例のみに限定されるものではない。以下に記載の部または%は、特に記

載のない場合は、それぞれ質量部または質量%とする。

[0039] (油性素材)

油性素材として、トリグリセリドを主成分とした「油脂」は、油脂A～Fとして以下を、何れも融解後に用いた。

油脂A：菜種油（製菓用サラダ油・不二製油社製）

油脂B：中鎖脂肪酸トリグリセリド（MCT-64・不二製油社製）

油脂C：パームオレイン（パームエース N・不二製油社製）

油脂D：ヤシ油（商精製ヤシ油（融点 24℃）・不二製油社製）

油脂E：ココアバター（ココアバター201（融点 33℃）・不二製油社製）

油脂F：ハイエルシン酸菜種極度硬化油（ハイエルシン酸菜種硬化油（融点61℃）・横関油脂工業社製）

油脂G：DHA・EPA含有藻類油（DHA Algal Oil（DHA含量 380mg/g以上）・BASF社製）

[0040] 上記の油脂以外の油性素材として、油溶性物質A～Dを用いた。

油溶性物質A：ビタミンE製剤（イーミックスー70L（総トコフェロールとして68.0%以上）・タマ生化学社製）

油溶性物質B：β-カロテン10%含有油脂。β-カロテン30%懸濁液（β-カロテン30%懸濁液・DSM Nutritional Products 社製）10質量部と中鎖脂肪酸トリグリセリド20質量部を混合し、窒素雰囲気下にて120℃、10分の加熱を行い、β-カロテンを10%を含む濁りの無い混合液として用いた。

油溶性物質C：d-リモネン 50%含有油脂。d-リモネン（(R)-(+)-リモネン（純度95.0+％）・富士フィルム和光純薬社製）10質量部と中鎖脂肪酸トリグリセリド 10質量部を混合した。

油溶性物質D：オレイン酸（ルナック0-V・花王社製）

[0041] (たん白素材)

蛋白素材として以下を用いた。

大豆たん白素材A：分離大豆タンパク質の分解／変性・分子量分布調整処理品。（不二製油株式会社テスト製造品、水分 1.2%、粗蛋白含量 79.3%、TCA

可溶化率 61.8%、加熱後粘度 28mPa・s、NSI 98.1) 原料 分離大豆タンパク質：フジプロR（不二製油社製、粗蛋白質含量 87.2%、TCA可溶化率 3.2%）

エンドウたん白素材A：エンドウタンパク質の分解／変性・分子量分布調整処理品。（不二製油株式会社テスト製造品、水分 1.1%、粗蛋白含量 72.4%、TCA可溶化率 45.9%、加熱後粘度 43mPa・s、NSI 98.9) 原料 エンドウタンパク質：PP-CS（オルガノフードテック（株）社製、粗蛋白質含量 79.1%）

アーモンドたん白素材A：アーモンドタンパク質の分解／変性処理品（不二製油株式会社テスト製造品、水分 1.2%、粗蛋白含量 52.8%、TCA可溶化率 55.8%、加熱後粘度 325mPa・s、NSI 92.3) 原料 アーモンドミルクパウダー：PP-CS（筑波乳業社製、粗蛋白質含量 28.8%）

小麦たん白素材A：小麦タンパク質の分解／変性処理品（不二製油株式会社テスト製造品、水分 1.2%、粗蛋白含量 40.1%、TCA可溶化率 50.4%、加熱後粘度 355mPa・s、NSI 96.7) 原料 粉末状小麦たん白：V-75（グリコ栄養食品社製、粗蛋白質含量 71.8%）

乳清たん白素材A：乳清タンパク質の分解／変性処理品（不二製油株式会社テスト製造品、水分 1.1%、粗蛋白含量 56.8%、TCA可溶化率 58.2%、加熱後粘度 145mPa・s、NSI 99.6) 原料 乳清たん白：WPC80（Warrnambool Cheese & Butter Pty L f td.社製、粗蛋白質含量 78.9%）

卵白たん白素材A：卵白の分解／変性処理品（不二製油株式会社テスト製造品、水分 1.0%、粗蛋白含量 41.4%、TCA可溶化率 84.3%、加熱後粘度 250mPa・s、NSI 99.2) 原料 乾燥卵白（乾燥卵白K・全農・キューピー・エツグステーション社製、粗蛋白質含量 94.0%）

微生物由来たん白素材A：微生物由来タンパク質の分解／変性処理品（不二製油株式会社テスト製造品、水分 1.2%、粗蛋白含量 43.9%、TCA可溶化率 82.3%、加熱後粘度 317mPa・s、NSI 98.5) 原料 リパーゼ製剤（天野エンザイム社製、粗蛋白質含量 94.0%）

[0042] 他のたん白素材として、以下を用いた。

大豆たん白素材B（フジプロR・不二製油社製、粗蛋白質含量 87.2%、TCA可溶

化率 3.2%、加熱後粘度 10万mPa・s以上、NSI 81.2)

大豆たん白素材C (フジプロ748・不二製油社製、粗蛋白質含量 86.1%、TCA可溶化率9.8%、加熱後粘度 10万mPa・s以上、NSI 94.5) を用いた。

大豆たん白素材D (フジプローCL・不二製油社製、粗蛋白質含量 88.0%、TCA可溶化率 23.0%、加熱後粘度 10万mPa・s以上、NSI 65.0) を用いた。

大豆たん白素材E (ハイニースAM・不二製油社製、粗蛋白質含量 90.0%、TCA可溶化率100.0%、加熱後粘度 20mPa・s、NSI 100) を用いた。

エンドウたん白素材B (PP-CS・オルガノフードテック (株) 社製、粗蛋白質含量 79.1%、TCA可溶化率0.0%、加熱後粘度 10万mPa・s以上、NSI 87.3) を用いた。

カゼインナトリウム (SodiumCaseinate180・Fonterra社製、粗蛋白質含量 92.3%、TCA可溶化率0.0%、加熱後粘度 10万mPa・s以上、NSI 98.1) を用いた。

乳清たん白素材B (WPC80・Warrnambool Cheese & Butter Pty Ltd. 社製、粗蛋白質含量 78.9%、TCA可溶化率0.0%、加熱後粘度 10万mPa・s以上、NSI 98.2) を用いた。

[0043] (水中油型乳化物調製方法)

ナノエマルジョンである水中油型乳化物の調製は、以下の様に行った。即ち。

a) 各たん白素材、易水溶性物質および水を表1の配合にて65℃の温度を有する水中に溶解させ、ホモミキサー (HOMOGENIZING MIXER MARK II Model 2.5, PRIMIX社製) を用いて水相を調製した。

b) 工程a)の水相に表1の配合にて油性素材を加え、65℃にて5分間、ホモミキサーを用い、乳化粒子径10~60umまで予備乳化させた。

c) 工程b)の混合物を高圧ホモジナイザー (マイクロフルダイザー・マイクロフルィディクス社製) により、所定の圧力で処理することで、ナノエマルジョンである水中油型乳化物を調製した。

尚、易水溶性物質として、以下を用いた。グリセリン (食添・キシダ化学社製、水への溶解度：任意、沸点290℃)、ソルビトール (物産フードサイエ

ンス社製、水への溶解度：任意、沸点296℃）、マルトース（「サンマルト」・林原社製、水への溶解度：1.08g/ml・20℃、沸点データなし）、塩化ナトリウム（富士フィルム和光純薬社製、水への溶解度：35.9g/100g・25℃、沸点1413℃）、L-アスコルビン酸ナトリウム（富士フィルム和光純薬社製、水への溶解度：62g/100ml・25℃。沸点235℃）。

[0044]（乳化粒子径測定）

試料水中油型乳化物を、油性素材が0.03%となるようイオン交換水にて希釈した。Malvern社製 Zetasizer nano-ZS (MODEL ZEN3600) により水中の油滴の粒子径を、算出されるZ-average (nm) として測定した。測定は試料2gを光路1cmのガラスセルにて、25℃で3回行い、その平均値を平均乳化粒子径とした。尚、設定条件は以下の通りであった。

RI (Material) 1.47、Absorption (Material) 0、Temperature (Dispersant) 25 (℃)、Viscosity (Dispersant) 0.887 (cp)、RI (Dispersant) 1.33、Equilibration time 60 (sec)、Number of runs 10、Run duration 10、Number of measurements 1、Delay between measurements 0 (sec)。

[0045]（水および易水溶物質配合の検討）

水および易水溶性物質の配合量と乳化物の性質を確認するために、以下の検討を行い、結果を表1にまとめた。尚、乳化粒子径は以下の基準で評価を行った。粒径100nm以下のものを合格とし、これらは透過率も50%を超えるものだった。4点：粒径50nm以下で非常に良好、3点：粒径60nm以下で良好、2点：粒径100nm以下で許容範囲、1点：粒径100nmを超え不可。

[0046]（表1）水および易水溶物質配合の検討

（質量%）	比1	実1	実2	実3	実4	実5	実6	実7	実8	実9	実10	実5	実11	実12	実13	比2
配合 油脂A（菜種油）	12.5	—	—	—	—	—	—	—	1.0	3.0	7.0	12.5	16.0	20.0	27.0	40.0
大豆たん白素材A	14.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
グリセリン	0.0	13.5	23.5	33.5	43.5	55.5	60.0	64.5	67.0	65.0	61.0	55.5	52.0	48.0	41.0	28.0
水	73.5	60.0	60.0	40.0	30.0	18.0	13.5	9.0	18.0	—	—	—	—	—	—	—
合計	100.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
組成 粗たん白含量 (%)	11.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
粗たん白含量/油脂比率 (%)	89	—	—	—	—	—	—	—	1.111	370	159	89	69	56	41	28
条件 乳化圧 (Mpa)	150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
パス数	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
評価 乳化粒子径 (nm)	115.0	95.0	77.0	66.0	57.0	53.0	58.2	51.0	61.0	58.0	54.0	53.0	62.0	70.0	85.1	122.1
透過率 (%)	28.9	50.2	66.6	75.8	80.4	83.9	80.0	85.0	76.5	79.4	83.9	83.9	76.6	63.4	51.1	14.3
評価	1	2	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	1

[0047] 実施例 1～7 において、大豆たん白素材Aを用い、水分を60%以下に、グリセリンを13.5%以上にする事で、合格品質を得た。実施例 4～7 は粒子径が60 nmを下回り、特に良好な品質だった。

実施例 8～13において、油性素材配合量は27%以下にて、合格品質を得た。実施例 9, 10は粒子径が60nmを下回り、特に良好な品質だった。

以上より、本発明により、高油分でも、乳化粒子径が100nm以下、透明性の高い乳化物が得られた。尚、実施例 6 の水分活性は、0.39、実施例5の水分活性は0.31と非常に低いものであった。水分活性値 (A_w) の測定は、水分活性測定装置TH200型 (NOVASINA社製) にて行った。

[0048] (たん白素材配合の検討)

たん白素材の配合量と乳化物の性質を確認するために、以下の検討を行い、結果を表 2 にまとめた。実施例14～18において、大豆たん白素材Aを粗蛋白質量が4%以上となる様に配合する事で、合格品質を得た。実施例14, 15は粒子径が60nmを下回り、特に良好な品質だった。

[0049] (表 2) たん白素材配合の検討

(質量%)		実5	実14	実15	実16	実17	実18	比 3	比 4	比 5
配合	油脂A (菜種油)	12.5	←	←	←	←	←	←	←	←
	大豆たん白素材A	14.0	12.0	10.0	8.0	6.0	5.0	4.0	2.0	1.0
	グリセリン	55.5	57.5	59.5	61.5	63.5	64.5	65.5	67.5	68.5
	水	18.0	←	←	←	←	←	←	←	←
	合計	100.0	←	←	←	←	←	←	←	←
組成	粗たん白含量 (%)	11.1	9.5	7.9	6.3	4.8	4.0	3.2	1.6	0.8
	粗たん白含量/油脂比率 (%)	89	76	63	51	38	32	25	13	6
条件	乳化圧 (Mpa)	150	←	←	←	←	←	←	←	←
	パス数	5	←	←	←	←	←	←	←	←
評価	乳化粒子径 (nm)	53.0	59.0	58.2	73.1	76.8	82.7	100.1	149.2	178.8
	透過率 (T%)	83.9	78.5	79.4	66.5	59.6	51.1	35.8	0.1	0.0
	評価	3	3	3	2	2	2	1	1	1

[0050] (処理条件の検討)

乳化処理のパス数および乳化圧と乳化物の性質を確認するために、以下の検討を行い、結果を表 3 にまとめた。

[0051] (表 3) 処理条件の検討

(質量%)		比 6	実19	実20	実21	実5	実22	比7	比8	実23	実24	実5	実25
配合	油脂A (菜種油)	12.5	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
	大豆たん白素材A	14.0	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
	グリセリン	55.5	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
	水	18.0	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
合計		100.0	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
組成	粗たん白含量 (%)	11.1	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
	粗たん白含量/油脂比率 (%)	89	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
条件	乳化圧 (Mpa)	150	150	150	150	150	180	30	50	50	100	150	180
	パス数	1	2	3	4	5	20	5	5	12	5	5	5
評価	乳化粒子径 (nm)	128.1	73.0	62.9	57.7	58.2	41.2	158.2	115.1	86.0	75.4	58.2	56.5
	透過率 (T%)	10.0	59.7	70.3	80.0	80.0	86.1	0.2	21.2	50.5	67.3	80.0	80.2
評価		1	2	2	3	3	4	1	1	2	2	3	3

[0052] 実施例19～22において、150MPaにて2パス以上の高圧乳化処理にて合格品質を得た。実施例21, 22は粒子径が60nmを下回り、特に良好な品質だった。

また、実施例23～25において、50MPa以上の高圧乳化処理にて合格品質を得た。実施例25は粒子径が60nmを下回り、特に良好な品質だった。

以上より、本発明にマイクロフルイダイザーを用いた場合は、少なくとも50MPa以上の高圧乳化処理が必要だった。

[0053] (油性素材配合の検討)

添加する油性素材の配合量と乳化物の性質を確認するために、以下の検討を行い、結果を表4にまとめた。

[0054] (表4) 油性素材配合の検討

	(質量%)	融点 (°C)	実25	実26	実27	実28	実29	実30	実31	実32	実33	実34	実35
配合	油脂A	液油	12.5										
	油脂B	液油		12.5									
	油脂C	液油			12.5								
	油脂D	24				12.5							
	油脂E	33					12.5						
	油脂F	61						12.5					
	油脂G	液油							12.5				
	油性素材A	液油								12.5			
	油性素材B	液油									12.5		
	油性素材C	液油										12.5	
	油性素材D	液油											12.5
	大豆たん白素材A		14.0	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
	グリセリン		55.5	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
	水		18.0	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
合計			100.0	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
組成	粗たん白含量 (%)		11.1	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
	粗たん白含量/油脂比率 (%)		89	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
条件	乳化圧 (Mpa)		180	150	←	←	←	←	←	←	←	←	←
	パス数		5	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
評価	乳化粒子径 (nm)		56.5	57.0	57.0	57.0	55.0	65.0	50.0	68.6	48.5	54.6	66.0
	透過率 (T%)		80.2	87.7	82.3	81.2	83.9	70.2	82.4	66.0	79.7	76.5	72.5
評価			3	3	3	3	3	2	3	2	4	3	2

[0055] 実施例26～35にて、常温固形の油脂及び脂肪酸鎖長によらず、合格品質を得た。ただし実施例30は粒子径が若干大きい、これは高融点による作業上の問題が原因と考えられる。また、油溶性物質については、実施例32にて、抗酸化成分、実施例33にて色素・生理活性物質、実施例34、35にて香料成分であっても、合格品質を得た。

以上より、本発明は、油溶性であれば、素材に関わらず、乳化粒子径が100 nm以下、透明性の高い乳化物を得る事が出来ると判った。

[0056] (他のたん白素材配合の検討)

他のたん白素材の配合量と乳化物の性質を確認するために、以下の検討を行い、結果を表5にまとめた。

[0057] (表5) 他のたん白素材の配合量

（質量％）		GP （％）	TCA （％）	粘度* （mPa・s）	NS1	実5	実36	実37	実38	実39	実40	実41	比9	比10	比11	比12	比13	比14	比15
配合	油脂A					12.5	12.5	7.0	5.0	12.5	5.0	5.0	3.0	7.0	12.5	7.0	3.0	12.5	12.5
	大豆たん白素材A	80.3	61.8	28	98.1	14.0													
	エンドウたん白素材A	73.2	45.9	43	98.9		14.0												
	アーモンドたん白素材A	53.4	55.8	325	92.3			20.0											
	小麦たん白素材A	40.6	50.4	355	96.7				26.5										
	乳清たん白素材A	57.4	58.2	145	99.6					18.5									
	卵白たん白素材A	41.8	84.3	250	99.2						26.0								
	微生物由来たん白素材A	44.4	82.3	317	98.5							24.0							
	大豆たん白素材B	90.4	3.2	>10万	81.2								5.0						
	大豆たん白素材C	90.4	9.8	>10万	94.5									10.0					
	大豆たん白素材D	91.1	23.0	>10万	65.0										14.0				
	大豆たん白素材E	92.1	100	20.0	100											14.0			
	エンドウたん白素材B	82.0	0	>10万	87.3												5.0		
	カゼインナトリウム	96.4	0	>10万	98.1													14.0	
	乳清たん白素材B	81.3	0	>10万	98.2														14.0
	グリセリン					55.5	←	42.5	36.0	44.0	36.5	33.5	55.5	←	←	←	←	←	←
	水					18.0	18.0	30.5	32.5	25.0	32.5	37.5	36.5	27.5	18.0	23.5	36.5	18.0	18.0
	合計					100.0	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
組成	粗たん白含量（％）					11.1	10.1	10.6	10.6	10.5	10.8	10.5	4.4	8.6	12.3	12.6	4.0	12.9	11.0
	粗たん白含量/油脂比率（％）					89	81	151	213	84	215	211	145	123	99	180	132	103	88
条件	乳化圧（Mpa）					150	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
	バス数					5	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
評価	乳化粒子径（nm）					53.0	77.2	55.5	51.2	72.4	57.9	52.3	135.0	151.0	214.0	83984	128.0	151.4	165.3
	透過率（％）					83.9	58.9	80.9	79.3	79.5	71.2	80.8	2.0	0.1	0.2	14.3	3.4	21.9	13.2
	評価					3	2	3	3	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1
*加熱後粘度																			

[0058] 実施例36～41より、前述したTCA可溶化率と粘度の要件を満たした特定のたん白素材で2あれば、乳化粒子径が100nm以下、透明性の高い乳化物を得る事が出来ることが判った。一方、比較例9～15より、従来のたん白素材では、乳化粒子径が100nm以下、透明性の高い乳化物を得る事が出来ないことが判った。

[0059] （易水溶性物質の検討）
他の易水溶性物質の配合量と乳化物の性質を確認するために、以下の検討を行い、結果を表6にまとめた。
実施例42～43より本発明には、グリセリン以外にも、ソルビトールやマルトースといった多価アルコールが広く用いる事が可能だと判った。また、実施例44～45より、無機塩や有機酸塩も同様の効果を有することが判った。

[0060] （表6）易水溶性物質での検討

	(質量%)	実5	実42	実43	実44	実45
配合	油脂A(菜種油)	12.5	←	←	←	←
	大豆たん白素材A	14.0	←	←		
	微生物由来たん白素材A				14.0	←
	グリセリン	55.5				
	ソルビトール		45.0			
	マルトース			41.0		
	塩化ナトリウム				19.0	
	L-アスコルビン酸ナトリウム					28.0
	水	18.0	28.5	32.5	54.5	45.5
	合計	100.0	←	←	←	←
組成	粗たん白含量(%)	11.1	←	←	6.1	←
	粗たん白含量/油脂比率(%)	89	←	←	49	←
条件	乳化圧(Mpa)	150	←	←	←	←
	パス数	5	←	←	7	5
評価	乳化粒子径(nm)	53.0	60.4	58.9	83.1	71.8
	透過率(T%)	83.9	76.3	80.3	57.8	71.1
	評価	3	2	3	2	2

[0061] (噴霧乾燥)

実施例43の乳化物を噴霧乾燥し、乳化粉末である実施例46を得た。噴霧乾燥は、入口温度140℃、出口温度90℃とし、乾燥物の水分は常圧加熱減量法にて3.0%であった。得られた粉末を水に再溶解し、評価したところ、粒径は69.2nm、透過率(T%)は80.3と、ナノエマルジョンは維持されていた。これより、本発明の乳化物は乾燥可能であり、再溶解時に品質を損なわず、流通や用途の制限を著しく低減できることが判った。

[0062] (コク味)

特に本発明を食品に対する風味付与に使用した場合、粒径が100 μ mを超える水中油型乳化物に比較して、風味の発現が強く、コク味付与剤として高い機能を有する。

各油性素材が0.1質量%となるように、乳化物を水で希釈しサンプルとした

。熟練したパネラー4名により、各実施例、比較例で得られた乳化物の水希釈物を試飲し、コク味について、下記評価基準により官能評価を実施した。ここでいうコク味とは、食品を口腔に入れた後から、飲み込んだ後までの間に感じるボリューム感や濃厚感を意味する。

評価は以下の基準によりコク味を5～0点とした。すなわち、5点：非常に良好（非常に強く後味にコクを感じる）、4点：良好（強くコクを感じる）、3点：普通（コクを感じる）、2点：やや不良（わずかに感じる）、1点：不良（ほとんど後味にコクを感じない）、0点：水と同等。3点以上を合格とした。

パネラー評価の平均値をとったところ、表7に示す通りとなった。コク味は粒子径が小さくなるに従って強く発現することが確認できた。また、糖や塩によってもコク味発現は影響を受けなかった。呈味物質ではなく、トリグリセリドの乳化物にて類似の効果を得る事ができる点は、本発明の大きな特徴のひとつである。

[0063]（表7）各エマルジョンの官能試験

（質量%）		実5	実17	実30	比3	比8	比12	実43	実44
配合	油脂A	12.5	←		12.5	←	7.0	12.5	←
	油脂F			12.5					
	大豆たん白素材A	14.0	6.0	14.0	4.0	14.0		14.0	
	微生物由来たん白素材A								14.0
	大豆たん白素材E						14.0		
	グリセリン	55.5	63.5	55.5	65.5	55.5	←		
	マルトース							41.0	
	塩化ナトリウム								19.0
	水	18.0	←	←	←	←	23.5	32.5	54.5
	合計	100.0	←	←	←	←	←	←	←
組成	粗たん白含量(%)	11.1	4.8	11.1	3.2	11.1	12.6	11.1	6.1
	粗たん白含量/油脂比率(%)	89	38	89	25	89	180	89	49
条件	乳化圧(Mpa)	150	←	←	←	50	150	←	←
	パス数	5	←	←	←	←	←	←	7
評価	乳化粒子径(nm)	53.0	76.8	65.0	100.1	115.1	83984	58.9	83.1
	透過率(T%)	83.9	59.6	70.2	35.8	21.2	14.3	80.3	57.8
	評価	3	2	2	1	1	1	3	2
	コク味	5	4	3	2	1	0	5	4

産業上の利用可能性

[0064] 本発明によれば合成乳化剤を用いずに100nm以下の粒子径を有した水中油型乳化物を得ることができる。これにより、透明度に優れた風味の良い油性素材含有乳化物を調製し食品等へ応用することが可能となる。

請求の範囲

- [請求項1] 油性素材を0.5～35質量%、易水溶性物質を1～80質量%、水5～70質量%、および下記性質を有するたん白素材を粗蛋白質量として油性素材の30～1,200質量%を含んだ、乳化粒子径が100nm以下の水中油型乳化物。但し、たん白素材が、粗蛋白質量 20質量%の水溶液を80℃、30分加熱後、25℃で測定時の粘度が10,000mPa・s以下で、0.22MのTCA可溶化率が30%～95%の性質を有するものである。
- [請求項2] NSIが80以上である、請求項1に記載の水中油型乳化物
- [請求項3] 易水溶性物質と水の合計が、当該たん白素材の2質量倍以上である、請求項1に記載の水中油型乳化物。
- [請求項4] 易水溶性物質が、水に対して30 (g/100g) 以上の溶解度と、水より高い沸点を有する、請求項1に記載の水中油型乳化物。
- [請求項5] 油性素材を0.5質量%となるよう水分散させた分散液の透過率(660nm)が50%以上である、請求項1に記載の水中油型乳化物。
- [請求項6] 水分が65質量%以下である、請求項1に記載の水中油型乳化物。
- [請求項7] 乳化剤を含まない、請求項1乃至請求項6の何れか1項に記載の水中油型乳化物。
- [請求項8] NSIが80以上であり、易水溶性物質と水の合計が、当該たん白素材の2質量倍以上であり、易水溶性物質が、水に対して30 (g/100g) 以上の溶解度と、水より高い沸点を有するものであり、油性素材を0.5質量%となるよう水分散させた分散液の透過率(660nm)が50%以上であり、水分が65質量%以下であり、乳化剤を含まない、請求項1に記載の水中油型乳化物。
- [請求項9] たん白素材を、たん白素材を粗蛋白質量として油性素材の30～1,200質量%、易水溶性物質1～80質量%、および水5～70質量%の溶液に、油性素材0.5～35質量%を混合してせん断力をかける、乳化粒子径が100nm以下の水中油型乳化物の製造方法。
- [請求項10] たん白素材が、粗蛋白質量 20質量%の水溶液を80℃、30分加熱後、25℃

で測定時の粘度が10,000mPa・s以下で、0.22MのTCA可溶化率が30～95%、およびNSIが80以上である、請求項9に記載の水中油型乳化物の製造方法。

[請求項11] 水中油型乳化物の乳化に高圧乳化装置を用い、該乳化時の圧力が50MPa以上である、請求項9に記載の水中油型乳化物の製造方法。

[請求項12] 乳化剤を使用しない、請求項9に記載の水中油型乳化物の製造方法。

[請求項13] たん白素材が、粗蛋白量 20質量%の水溶液を80℃、30分加熱後、25℃で測定時の粘度が10,000mPa・s以下で、0.22MのTCA可溶化率が30～95%、およびNSIが80以上であり、水中油型乳化物の乳化に高圧乳化装置を用い、該乳化時の圧力が50MPa以上である、乳化剤を使用しない、請求項9に記載の水中油型乳化物の製造方法。

[請求項14] 請求項9乃至請求項13の何れか1項の水中油型乳化物乳化物を乾燥する、エマルジョンパウダーの製造方法。