说明书

发明名称: 一种高溶解性酪蛋白粉及其制备方法

[0001] 优先权要求

[0002] 本申请要求申请日为2024年04月22日，申请号：2024104807808，发明名称为“一种高溶解性酪蛋白粉及其制备方法”的中国专利申请的优先权权益。

技术领域

[0003] 本发明涉及乳制品加工技术领域，尤其涉及一种高溶解性酪蛋白粉及其制备方法。

背景技术

[0004] 酪蛋白(casein)是牛乳中含量最高的蛋白质，约占牛乳总蛋白含量的80％，由αs1-酪蛋白、αs2-酪蛋白、β-酪蛋白和κ-酪蛋白4种蛋白质组成。酪蛋白最主要的特征在于牛乳体系下，4种酪蛋白之间可以发生强烈的相互作用，并与Ca、P元素组成的纳米簇形成稳定的胶束结构存在于牛乳体系中。目前尚未有被普遍认可的酪蛋白胶束(casein micelles)模型，现在研究较多的主要有亚胶束模型(subunit model)、霍尔特模型(Holt model)及双结合模型(Horne model)。无论使用哪种模型研究，胶束完整性对胶束整体性质、牛乳体系稳定性、产品应用特性及营养特性都有十分显著的影响。

[0005] 其中酪蛋白或酪蛋白粉的溶解性尤其受到酪蛋白胶束的完整性影响。四种酪蛋白亚型在亲水/疏水结构上存在明显差异，缺乏亲水结构的αs1-酪蛋白、αs2-酪蛋白、β-酪蛋白通过离子作用力与Ca、P离子形成纳米簇于胶束的中心，而κ-酪蛋白则主要集中于胶束表面且具有明显的两性结构，其中疏水部分通过分子间作用力与纳米簇结合维护胶束整体结构，亲水部分位于胶束外侧维持胶束溶解性。某些特殊情况下，由于胶束结构破坏，疏水部分暴露从而导致酪蛋白溶解度下降或完全沉淀(如奶酪制作过程中通过降低pH值或使用凝乳酶沉淀酪蛋白)。因此提高酪蛋白胶束的完整性对于增加其溶解性至关重要。酪蛋白胶束结构稳定性可能受多种因素影响，如温度、热处理强度、pH值、压力、离子浓度、螯合剂以及酶等。

[0006] 目前酪蛋白粉的制备方法主要有3种：(1)酸法酪蛋白：通过加入发酵剂或酸使溶液pH值降到酪蛋白等电点以下使酪蛋白沉淀，后通过加热、水洗、分离和干燥等工艺制备酸法酪蛋白粉；(2)酶法酪蛋白粉：加入凝乳酶直至酪蛋白凝结，后通过加热、水洗、分离、干燥等工艺制备生产酶法酪蛋白粉；(3)膜分离法：使用脱脂乳为原料经过微滤/超滤膜分离，经过分离、洗滤、浓缩、干燥等工艺制备膜法酪蛋白胶束粉。由于酸法和酶法在制备过程中会完全破坏酪蛋白的胶束结构且不可逆，导致复溶后酪蛋白溶解极差因此不做过多讨论。微滤膜分离技术是一种高效、节能环保的非热物理分离技术，适合分离对于温度敏感的热敏性高价值营养物质且在一定程度上能够保持分离过程中酪蛋白胶束的完整性。但现有的膜分离法所得到的酪蛋白粉其溶解性一般，例如CN103315128A，还有待进一步提高。

发明内容

[0007] 针对现有技术存在的不足，本发明提供一种高溶解性酪蛋白粉及其制备方法。

[0008] 具体地，一方面，本发明提供一种酪蛋白粉的制备方法，包括将脱脂乳依次进行微滤、超滤和干燥的步骤，

[0009] 所述微滤步骤中，浓缩比为1-5；

[0010] 所述超滤步骤中，采用分子量30kDa-100kDa的超滤膜，浓缩温度为10-20℃，浓缩压力为0.1-1mPa，浓缩后总固形物含量为10-25％。

[0011] 其中，浓缩比(VCF)指的是进料总体积与浓缩液体积的比值。

[0012] 本发明先采用微滤去除大部分的乳清蛋白，再经过超滤去除剩余乳清蛋白以及其他杂蛋白和矿物质等杂质。本发明的浓缩过程为非热浓缩过程，避免了酪蛋白粉(MCC)胶束结构被破坏。本发明不需要额外添加加工助剂，通过控制分离过程中的工艺参数，即可实现温和条件下的酪蛋白胶束与其他杂质分离。

[0013] 其中，超滤浓缩过程中的温度选择较为关键，温度过低可能导致β-酪蛋白从MCC胶束中解离进而导致胶束结构破坏、料液粘度增大降低生产效率，温度过高可能导致料液微生物失控，增加生产过程中的微生物风险，但更高的温度可以使料液粘度降低，浓缩效率提升。综合考虑，本发明选择浓缩温度为10-20℃，既可以控制微生物繁殖同时保证酪蛋白亚型在酪蛋白胶束中的比例完整

性。在本发明的优选实施例中，浓缩温度为15℃。而超滤膜分子量跨度很广，从3000Da至500kDa均为超滤膜的分子量分布，当温度降低至10℃左右时，β-CN会从酪蛋白胶束中解离出来，导致酪蛋白胶束不完整从而导致最后的MCC粉溶解性差，β-酪蛋白和乳清蛋白的分子量均为20kDa-30kDa左右，所以选择30kDa-100kDa的超滤膜过滤杂蛋白保留胶束酪蛋白。同时，最终浓缩料液的浓度也很关键，浓度过低制备效率低，浓度过高可能导致料液粘度过大、流动性差、凝胶性增加，后续干燥时雾化器被堵塞，因此为保证产品品质和生产可连续性，需要控制浓缩后总固形物含量在10-25%范围内。而针对浓缩温度和浓缩后固形物含量，为保证浓缩效率和生产连续性，需要一个合适的浓缩压力。也就是说，本发明中各参数是相互紧密联系的，共同作用下实现生产可连续性以及得到溶解度高的酪蛋白粉。

[0014] 在本发明一个优先实施方式中，所述超滤步骤中，采用分子量50kDa的超滤膜，浓缩温度为15℃，浓缩压力为0.6MPa，浓缩后总固形物含量为20%。

[0015] 在本发明的一些实施例中，所述微滤步骤中，洗滤水量：截留液流量比为2:1-6:1；所述超滤步骤中，洗滤水量：总进料量比为0.5:1-3:1。

[0016] 进一步优选地，所述微滤和所述超滤步骤中，洗滤方式均采用在线添加洗滤水。本发明采用在线添加洗滤水的洗滤方式，优于传统的批次式添加洗滤水，可以实现连续化生产。

[0017] 进一步优选地，所述微滤步骤中，洗滤水量：截留液流量比为4.5:1；

[0018] 所述超滤步骤中，洗滤水量：总进料量比为1:1。

[0019] 本发明的微滤和超滤步骤中，采用在线洗滤工艺，并调节合适的流量比，可以实现连续化生产，并有助于提高酪蛋白分离率、酪蛋白纯度和生产效率，达到经济性。

[0020] 在本发明的一些实施例中，所述微滤步骤中，采用孔径为0.1-0.2微米的微滤膜，分离温度为40-60℃，跨膜压力为0.1-0.2mPa。优选地，在本发明一些实施例中，所述微滤步骤中，采用孔径为0.14微米的微滤膜。

[0021] 进一步优选地，所述微滤步骤中，采用孔径为0.14微米的微滤膜，分离温度为50℃，跨膜压力为0.1-0.2mPa，浓缩比为3。

[0022] 在本发明的一些实施例中，所述干燥采用静电喷雾干燥。

[0023] 本发明采用静电喷雾干燥技术，与传统喷雾干燥工艺相比，静电喷雾干燥能够保证在较低水分含量的情况下大幅降低料液在干燥过程中的受热程度，从而保护酪蛋白胶束的结构完整性，提高MCC粉复溶后的溶解度。

[0024] 在本发明的一些实施例中，所述静电喷雾干燥步骤中，雾化喷头使用压力式雾化器，雾化压力为0.1-2mPa，雾化温度为20-60℃，保护气体为氮气，进风温度为60-90℃，出风温度为30-50℃，静电场电压为1-20kV，物料预热温度为30-60℃。

[0025] 进一步地，在本发明优选实施例中，雾化压力为0.3mPa，雾化温度为40℃，保护气体为氮气，进风温度为70℃，出风温度为40℃，静电场电压为12kV，物料预热温度为50℃。

[0026] 本发明所述脱脂乳由生牛乳经标准化后，再经脱脂和巴氏杀菌得到。其中，脱脂温度为45-55℃，优选为50℃。巴氏杀菌温度为60-90℃，巴氏杀菌时间为10-60s。

[0027] 进一步地，所述脱脂乳中脂肪含量为0.01-0.1％。本发明研究发现，脱脂乳中脂肪含量对产品溶解性影响不大，但是会影响膜工艺处理时可持续的时间，为了生产连续性，本发明优选控制脱脂乳中脂肪含量为0.01-0.1％。

[0028] 在本发明的一些实施例中，所述酪蛋白粉的制备方法包括以下步骤：

[0029] (1)新鲜生牛乳经标准化处理后，得到标准化原奶。原奶进行脱脂工艺处理，其中脱脂温度为45-55℃，脱脂乳中脂肪含量为0.01-0.1％；脱脂乳进行巴氏杀菌处理，其中巴氏杀菌温度为60-90℃，巴氏杀菌时间为10-60s；(2)微滤膜分离工艺：巴氏杀菌后的脱脂乳进入微滤膜分离设备，其中分离温度为40-60℃，跨膜压力为0.1-0.2mPa，浓缩比为1-5，洗滤水流量：截留液流量比为2:1-6:1，洗滤方式为在线添加洗滤；(3)超滤膜浓缩工艺：经过微滤膜分离的酪蛋白原料液进入超滤膜设备进行超滤浓缩，其中浓缩温度为10-20℃，浓缩压力为0.1-1mPa，洗滤方式为在线添加洗滤，洗滤水量：总进料量比为0.5:1-3:1，浓缩后总固形物含量为10-25％，蛋白质含量17-19％，酪蛋白占总蛋白含量为85-97％；(4)干燥工艺：其中雾化喷头使用压力式雾化器，雾化压力为0.1-2mPa，雾化温度为20-

60℃，保护气体为氮气，进风温度为60−90℃，出风温度为30−50℃，静电场电压为1−20kV，物料预热温度为30−60℃。

[0030] 本发明通过控制工艺条件，最大程度上保护酪蛋白从前处理到浓缩干燥整个工艺流程均具有较为完整的胶束结构，使得MCC粉复溶后依然具有优异的溶解性，从而解决MCC粉溶解性差这样一个阻碍其应用的核心问题。

[0031] 另一方面，本发明提供一种由上述制备方法制备得到的酪蛋白粉。

[0032] 本发明所得酪蛋白粉具有较为完整的胶束结构，复溶后拥有良好的溶解性，优于目前市面上的主流酪蛋白粉。所述酪蛋白粉按照GB5413.29−2010检测，离心沉淀率小于28%；所述酪蛋白粉按照IDF 87：1979检测，分散度大于46%。

[0033] 本发明提供了一种高溶解性酪蛋白粉及其制备方法，通过控制生产各步骤中的关键工艺参数，从而尽可能保证所得酪蛋白粉具有较为完整的胶束结构，使得酪蛋白粉复溶后依然具有优异的溶解性，扩大其应用前景，且本发明的制备方法生产效率高，可连续生产性强，具有经济性。

附图说明

[0034] 图1为本发明实施例制备酪蛋白粉的工艺流程图；

[0035] 图2为本发明实施例1所得酪蛋白粉的SEM图；

[0036] 图3为对比例3采用常规喷雾干燥所得MCC粉的SEM图；

[0037] 图4为对比例4采用冷冻干燥所得MCC粉的SEM图；

[0038] 图5为实施例1−7(从左至右分别为实施例1−7)所得酪蛋白粉的静态溶解性测试结果图；

[0039] 图6为对比例1−6(从左至右分别为对比例1−6)所得酪蛋白粉的静态溶解性测试结果图；

[0040] 图7为实施例1−3(从左至右分别为实施例1−3)所得酪蛋白粉的稳定性测试结果图；

[0041] 图8为实施例4−7(从左至右分别为实施例4−7)所得酪蛋白粉的稳定性测试结果图；

[0042] 图9为对比例1−3(从左至右分别为对比例1−3)所得酪蛋白粉的稳定性测试结果图；

[0043] 图10为对比例4-6(从左至右分别为对比例4-6)所得酪蛋白粉的稳定性测试结果图。

具体实施方式

[0044] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0045] 实施例中未注明具体技术或条件者，按照本领域内的文献所描述的技术或条件，或者按照产品说明书进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者，均为可通过正规渠道商购买得到的常规产品。

[0046] 以下实施例中，微滤步骤中微滤膜孔径为0.14微米；

[0047] 超滤步骤中采用的分子量为50kDa的超滤膜。

[0048] 实施例1

[0049] 本实施例提供一种高溶解性的酪蛋白粉，其制备工艺流程如图1所示，具体制备方法如下：

[0050] (1)新鲜生牛乳经标准化处理后，得到标准化原奶。原奶进行脱脂工艺处理，其中脱脂温度为50℃，脱脂乳中脂肪含量为0.06％；脱脂乳进行巴氏杀菌处理，其中巴氏杀菌温度为75℃，巴氏杀菌时间为30s；(2)微滤膜分离工艺：巴氏杀菌后的脱脂乳进入微滤膜分离设备，其中分离温度为50℃，跨膜压力为0.15mPa，浓缩比为3，洗滤水流量：截留液流量比为4.5：1，洗滤方式为在线添加洗滤；(3)超滤膜浓缩工艺：经过微滤膜分离的酪蛋白原料液进入超滤膜设备进行超滤浓缩，其中浓缩温度为15℃，浓缩压力为0.6mPa，洗滤方式为在线添加洗滤，洗滤水量：总进料量比为1：1，浓缩后总固形物含量为20％，蛋白质含量18％，酪蛋白占总蛋白含量为94％；(4)静电喷雾干燥工艺：其中雾化喷头使用压力式雾化器，雾化压力为0.3mPa，雾化温度为40℃，保护气体为氮气，进风温度为70℃，出风温度为40℃，静电场电压为12kV，物料预热温度为50℃。

[0051] 对本实施例所得酪蛋白粉进行扫描电镜检测，所得SEM图如图2所示，可以看出粉体粒径分布均一，整体在80-100微米之间，颗粒表面存在明显塌陷。

[0052] 实施例2

[0053] 本实施例提供一种高溶解性的酪蛋白粉，其制备方法如下：

[0054] (1)新鲜生牛乳经标准化处理后，得到标准化原奶。原奶进行脱脂工艺处理，其中脱脂温度为45℃，脱脂乳中脂肪含量为0.05％；脱脂乳进行巴氏杀菌处理，其中巴氏杀菌温度为70℃，巴氏杀菌时间为40s；(2)微滤膜分离工艺：巴氏杀菌后的脱脂乳进入微滤膜分离设备，其中分离温度为50℃，跨膜压力为0.15mPa，浓缩比为4，洗滤水流量：截留液流量比为4:1，洗滤方式为在线添加洗滤；(3)超滤膜浓缩工艺：经过微滤膜分离的酪蛋白原料液进入超滤膜设备进行超滤浓缩，其中浓缩温度为10℃，浓缩压力为0.5mPa，洗滤方式为在线添加洗滤，洗滤水量：总进料量比为2:1，浓缩后总固形物含量为20％，蛋白质含量18％，酪蛋白占总蛋白含量为96％；(4)干燥工艺：其中雾化喷头使用压力式雾化器，雾化压力为0.5mPa，雾化温度为40℃，保护气体为氮气，进风温度为75℃，出风温度为40℃，静电场电压为10kV，物料预热温度为45℃。

[0055] 实施例3

[0056] 本实施例提供一种高溶解性的酪蛋白粉，其制备方法如下：

[0057] (1)新鲜生牛乳经标准化处理后，得到标准化原奶。原奶进行脱脂工艺处理，其中脱脂温度为50℃，脱脂乳中脂肪含量为0.06％；脱脂乳进行巴氏杀菌处理，其中巴氏杀菌温度为75℃，巴氏杀菌时间为30s；(2)微滤膜分离工艺：巴氏杀菌后的脱脂乳进入微滤膜分离设备，其中分离温度为50℃，跨膜压力为0.2mPa，浓缩比为3，洗滤水流量：截留液流量比为5:1，洗滤方式为在线添加洗滤；(3)超滤膜浓缩工艺：经过微滤膜分离的酪蛋白原料液进入超滤膜设备进行超滤浓缩，其中浓缩温度为20℃，浓缩压力为0.4mPa，洗滤方式为在线添加洗滤，洗滤水量：总进料量比为0.8：1，浓缩后总固形物含量为20％，蛋白质含量19％，酪蛋白占总蛋白含量为94％；(4)干燥工艺：其中雾化喷头使用压力式雾化器，雾化压力为0.8mPa，雾化温度为40℃，保护气体为氮气，进风温度为70℃，出风温度为40℃，静电场电压为14kV，物料预热温度为50℃。

[0058] 实施例4

[0059] 本实施例提供一种高溶解性的酪蛋白粉，其制备方法如下：

[0060] (1)新鲜生牛乳经标准化处理后，得到标准化原奶。原奶进行脱脂工艺处理，其中脱脂温度为50℃，脱脂乳中脂肪含量为0.06％；脱脂乳进行巴氏杀菌处理，其中巴氏杀菌温度为75℃，巴氏杀菌时间为30s；(2)微滤膜分离工艺：巴氏杀菌后的脱脂乳进入微滤膜分离设备，其中分离温度为40℃，跨膜压力为0.13mPa，浓缩比为5，洗滤水流量：截留液流量比为4：1，洗滤方式为在线添加洗滤；(3)超滤膜浓缩工艺：经过微滤膜分离的酪蛋白原料液进入超滤膜设备进行超滤浓缩，其中浓缩温度为10℃，浓缩压力为0.3mPa，洗滤方式为在线添加洗滤，洗滤水量：总进料量比为3：1，浓缩后总固形物含量为20％，蛋白质含量17％，酪蛋白占总蛋白含量为88％；(4)干燥工艺：其中雾化喷头使用压力式雾化器，雾化压力为2mPa，雾化温度为30℃，保护气体为氮气，进风温度为60℃，出风温度为40℃，静电场电压为20kV，物料预热温度为50℃。

[0061] 实施例5

[0062] 本实施例提供一种高溶解性的酪蛋白粉，其制备方法如下：

[0063] (1)新鲜生牛乳经标准化处理后，得到标准化原奶。原奶进行脱脂工艺处理，其中脱脂温度为50℃，脱脂乳中脂肪含量为0.06％；脱脂乳进行巴氏杀菌处理，其中巴氏杀菌温度为75℃，巴氏杀菌时间为30s；(2)微滤膜分离工艺：巴氏杀菌后的脱脂乳进入微滤膜分离设备，其中分离温度为50℃，跨膜压力为0.1mPa，浓缩比为3，洗滤水流量：截留液流量比为6：1，洗滤方式为在线添加洗滤；(3)超滤膜浓缩工艺：经过微滤膜分离的酪蛋白原料液进入超滤膜设备进行超滤浓缩，其中浓缩温度为14℃，浓缩压力为0.1mPa，洗滤方式为在线添加洗滤，洗滤水量：总进料量比为2：1，浓缩后总固形物含量为25％，蛋白质含量19％，酪蛋白占总蛋白含量为85％；(4)干燥工艺：其中雾化喷头使用压力式雾化器，雾化压力为1mPa，雾化温度为60℃，保护气体为氮气，进风温度为70℃，出风温度为30℃，静电场电压为10kV，物料预热温度为60℃。

[0064] 实施例6

[0065] 本实施例提供一种高溶解性的酪蛋白粉，其制备方法如下：

[0066] (1)新鲜生牛乳经标准化处理后，得到标准化原奶。原奶进行脱脂工艺处理，其中脱脂温度为50℃，脱脂乳中脂肪含量为0.06％；脱脂乳进行巴氏杀菌处理，

其中巴氏杀菌温度为75℃，巴氏杀菌时间为30s；(2)微滤膜分离工艺：巴氏杀菌后的脱脂乳进入微滤膜分离设备，其中分离温度为60℃，跨膜压力为0.18mPa，浓缩比为1，洗滤水流量：截留液流量比为5：1，洗滤方式为在线添加洗滤；(3)超滤膜浓缩工艺：经过微滤膜分离的酪蛋白原料液进入超滤膜设备进行超滤浓缩，其中浓缩温度为20℃，浓缩压力为0.9mPa，洗滤方式为在线添加洗滤，洗滤水量：总进料量比为0.5：1，浓缩后总固形物含量为14％，蛋白质含量19％，酪蛋白占总蛋白含量为95％；(4)干燥工艺：其中雾化喷头使用压力式雾化器，雾化压力为0.1mPa，雾化温度为40℃，保护气体为氮气，进风温度为90℃，出风温度为50℃，静电场电压为1kV，物料预热温度为40℃。

[0067] 实施例7

[0068] 本实施例提供一种高溶解性的酪蛋白粉，其制备方法如下：

[0069] (1)新鲜生牛乳经标准化处理后，得到标准化原奶。原奶进行脱脂工艺处理，其中脱脂温度为50℃，脱脂乳中脂肪含量为0.06％；脱脂乳进行巴氏杀菌处理，其中巴氏杀菌温度为75℃，巴氏杀菌时间为30s；(2)微滤膜分离工艺：巴氏杀菌后的脱脂乳进入微滤膜分离设备，其中分离温度为55℃，跨膜压力为0.2mPa，浓缩比为4，洗滤水流量：截留液流量比为2：1，洗滤方式为在线添加洗滤；(3)超滤膜浓缩工艺：经过微滤膜分离的酪蛋白原料液进入超滤膜设备进行超滤浓缩，其中浓缩温度为18℃，浓缩压力为1mPa，洗滤方式为在线添加洗滤，洗滤水量：总进料量比为2.5：1，浓缩后总固形物含量为10％，蛋白质含量17％，酪蛋白占总蛋白含量为97％；(4)干燥工艺：其中雾化喷头使用压力式雾化器，雾化压力为0.8mPa，雾化温度为20℃，保护气体为氮气，进风温度为80℃，出风温度为50℃，静电场电压为15kV，物料预热温度为30℃。

[0070] 对比例1

[0071] 本对比例提供一种常规酸法酪蛋白粉。

[0072] 对比例2

[0073] 本对比例提供一种常规酶法酪蛋白粉。

[0074] 对比例3

[0075] 本对比例提供一种酪蛋白粉，其与实施例1的区别在于，步骤(4)采用常规的喷雾干燥工艺：进风温度150℃，出风温度80℃。

[0076] 图3为本对比例采用常规喷雾干燥所得MCC粉的SEM图，其中粒径分布不均一，分布范围为60-200微米；粉体颗粒形态有区别，部分颗粒表面成塌陷状，部分颗粒表面光滑。

[0077] 对比例4

[0078] 本对比例提供一种酪蛋白粉，其与实施例1的区别在于，步骤(4)采用冷冻干燥，冷冻温度为-89℃。

[0079] 图4为本对比例采用冷冻干燥所得MCC粉的SEM图，可以看出冷冻干燥MCC粉外观表现与本发明实施例喷雾干燥所得MCC粉不同，为片型结晶状。

[0080] 对比例5

[0081] 本对比例提供一种酪蛋白粉，其与实施例1的区别在于，步骤(3)中，浓缩温度为30℃。

[0082] 对比例6

[0083] 本对比例提供一种酪蛋白粉，其与实施例1的区别在于，步骤(3)中，浓缩后总固形物含量为40%。

[0084] 性能测试

[0085] 对各实施例和对比例所得酪蛋白粉进行性能测试，包括：

[0086] 1、静态溶解性测试

[0087] 取相同质量的纯净水置于试管中，将相同质量的MCC粉同时倒入试管中观察MCC粉在无外力条件下的溶解情况。

[0088] 结果如图5和图6所示，其中，溶解性优异的样品自发快速向下沉降并在沉降过程中溶解，形成白色溶液；溶解性差的样品酪蛋白粉浮于表面，沉降速度明显较慢，液体颜色无明显变化。可以看出，实施例1-7静态溶解性明显优于对比例1-6，特别是优于对比例1-4。

[0089] 2、稳定性测试

[0090] 取相同质量的MCC粉溶于50℃的纯净水中，配制质量浓度为3%的酪蛋白溶液，保温并搅拌水合30min，室温静置8小时观察稳定性。

[0091] 结果如图7-10所示，从图中可以看出实施例工艺制备的高溶解性MCC溶液静置后瓶底部无明显沉淀，证明溶液性质稳定，溶解性好；对比例工艺制备的MCC粉复水后溶解性较差，瓶底部可以观察到明显沉淀，只有少部分可以溶于水中。

[0092] 3、离心沉淀率测试

[0093] 参考国标检测方法GB5413.29-2010，量化MCC评价MCC粉溶解度的方法，离心沉淀率越低表示有越多的溶质溶于溶剂中，粉体溶解性越好。结果如表1所示。

[0094] 表1

样品组别	离心沉淀率
实施例 1	22.28%
实施例 2	23.44%
实施例 3	22.56%
实施例 4	25.13%
实施例 5	25.45%
实施例 6	27.84%
实施例 7	25.39%
对比例 1	55.85%
对比例 2	66.84%
对比例 3	62.33%
对比例 4	11.71%
对比例 5	30.25%
对比例 6	22.44%

[0095] 4、溶解速率测试(分散度测定)

[0096] 参考国际乳品联合会标准检测方法IDF 87：1979，量化MCC粉溶解速率的方法，分散度越大则说明溶解速度越快。结果如表2所示。

[0097] 表2

样品组别	分散度
实施例 1	52.40%
实施例 2	51.85%
实施例 3	52.81%
实施例 4	46.39%
实施例 5	48.62%
实施例 6	50.15%
实施例 7	50.83%
对比例 1	19.17%
对比例 2	11.25%
对比例 3	14.22%
对比例 4	8.4%
对比例 5	42.15%
对比例 6	44.01%

[0098] 5、经济性

[0099] 统计各实施例和对比例的持续生产时间和持续制粉时间，结果如表3所示。

[0100] 表3

样品组别	持续生产时间/h	持续制粉时间/h
实施例 1	8	4
实施例 2	8	4
实施例 3	8	4

实施例 4	6	3
实施例 5	7	3
实施例 6	7	3
实施例 7	8	3
对比例 1	8	4
对比例 2	8	4
对比例 3	8	4
对比例 4	/	/
对比例 5	8	3
对比例 6	2	0.5

[0101] 由以上结果可知，采用本发明的制备方法，所得酪蛋白粉复溶后具有优异的溶解性，且本发明的制备方法生产效率高，可连续生产性强，具有经济性。

[0102] 最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

权利要求书

[权利要求 1] 一种酪蛋白粉的制备方法，其特征在于，包括将脱脂乳依次进行微滤、超滤和干燥的步骤，

所述微滤步骤中，浓缩比为1-5；

所述超滤步骤中，采用分子量30kDa-100kDa的超滤膜，浓缩温度为10-20℃，浓缩压力为0.1-1mPa，浓缩后总固形物含量为10-25%。

[权利要求 2] 根据权利要求1所述的酪蛋白粉的制备方法，其特征在于，所述微滤步骤中，洗滤水量：截留液流量比为2:1-6:1；

所述超滤步骤中，洗滤水量：总进料量比为0.5:1-3:1。

[权利要求 3] 根据权利要求1或2所述的酪蛋白粉的制备方法，其特征在于，所述微滤步骤中，洗滤水量：截留液流量比为4.5:1；

所述超滤步骤中，洗滤水量：总进料量比为1:1。

[权利要求 4] 根据权利要求1-3中任一项所述的酪蛋白粉的制备方法，其特征在于，所述微滤步骤中，采用孔径为0.1-0.2微米的微滤膜，分离温度为40-60℃，跨膜压力为0.1-0.2mPa。

[权利要求 5] 根据权利要求1-4任一项所述的酪蛋白粉的制备方法，其特征在于，所述干燥采用静电喷雾干燥。

[权利要求 6] 根据权利要求1-5中任一项所述的酪蛋白粉的制备方法，其特征在于，所述静电喷雾干燥步骤中，雾化喷头使用压力式雾化器，雾化压力为0.1-2mPa，雾化温度为20-60℃，保护气体为氮气，进风温度为60-90℃，出风温度为30-50℃，静电场电压为1-20kV，物料预热温度为30-60℃。

[权利要求 7] 根据权利要求1-6任一项所述的酪蛋白粉的制备方法，其特征在于，所述脱脂乳由生牛乳经标准化后，再经脱脂和巴氏杀菌得到。

[权利要求 8] 根据权利要求1-7中任一项所述的酪蛋白粉的制备方法，其特征在于，所述脱脂乳中脂肪含量为0.01-0.1%。

[权利要求 9] 一种酪蛋白粉，其特征在于，由权利要求1-8任一项所述的制备方法制备得到。

[权利要求 10] 根据权利要求9所述的酪蛋白粉，其特征在于，所述酪蛋白粉按照GB5413.29-2010检测，离心沉淀率小于28%；

所述酪蛋白粉按照IDF 87：1979检测，分散度大于46%。