美国乳蛋白在即饮饮料中的应用

即饮饮料易于携带，为当今忙碌的消费者提供了便利。这类产品也给应用创新型功能性原料和新的包装技术提供了机会。即饮饮料包括需要冷藏的和长保质期的饮料产品。因为方便分销和储存，对长保质期产品的需求日益增加。同时，需要冷藏的饮料的销售额也在攀升，因为消费者认为这类饮料产品比常温产品更新鲜、更天然。因为具有出色的营养特性、温和的风味、易消化和在饮料系统中独特的功能特性，乳蛋白通常是即饮饮料的首选蛋白质原料。更多关于乳清蛋白和牛奶蛋白以及乳清矿物盐乳糖粉（whey permeate）和牛奶矿物盐乳糖粉（milk permeate）营养和功能特性的详细信息，请登录美国乳品出口协会网站www.ThinkUSAdairy.org（点击页面右上方“中文”可访问我们的中文网站）查询。

本专题侧重于从几个方面论述应用乳清分离蛋白、乳清浓缩蛋白、牛奶分离蛋白、牛奶浓缩蛋白和酪蛋白胶束作为蛋白质来源的即饮饮料的配方设计和制作。文中也提及到牛奶矿物盐乳糖粉与乳清矿物盐乳糖粉在即饮饮料的配方设计。

乳蛋白常用于预混饮料粉的配方，而开发即饮饮料需要更精进的工艺和加工技术以及更精心选择的原料。

即饮饮料市场

饮料市场的增长方向正逐渐转向为消费者提供更全面的营养和多样化益处的产品。高蛋白质膳食能提供饱腹感，抑制饥饿并帮助机体保持肌肉。根据一项由国际食品信息委员会[1]进行的食品和健康调查，蛋白质是美国的消费者最希望摄入的营养素。这一研究还表明，消费者对蛋白质的需求不仅体现在购买传统的肉制品，他们也愿意接受乳蛋白作为高质量的蛋白质来源。[2]蛋白质饮料和奶昔产品持续吸引新的消费者，非传统型的乳饮料也可以帮助消费者达成所愿，获取更多的蛋白质。

运动营养饮料、饮用型酸奶和发酵饮料在全球广受欢迎。饮用型酸奶和发酵饮料在过去的5年里年均复合增长率达到了12%。[3]此外，矿物盐乳糖粉也更多地被应用于全球的食品和饮料业。在过去十年上市的食品和饮料的新产品中，应用了矿物盐乳糖粉的产品呈现显著增长趋势，在2010-2016年之间，年均复合增长率达到了41%。烘焙食品、乳品和热饮是应用矿物盐乳糖粉的主导产品类别。[4]

不同类型的蛋白质即饮饮料可满足不同的消费者在一天中的多种需求。乳清蛋白常用于乳基婴幼儿配方粉，使配方更接近于母乳中的乳清蛋白和酪蛋白比例。为运动营养市场开发的饮料也特别倾向于应用乳清蛋白，因为乳清蛋白具有独特的、已经被充分证明的利于运动员的营养益处。医疗和治疗性的营养饮料经常添加牛奶蛋白，因为牛奶蛋白富含合成蛋白质所需的必需氨基酸，易被消化利用，具有健康益处。此外，还有一些奶昔型的饮料含有果汁和牛奶蛋白或乳清蛋白。还有一类产品是蛋白水，往往会添加香精和色素，使产品更具吸引力。即饮的需冷藏的咖啡和茶也越来越多的强化了蛋白质，以增加营养和提升对消费者的吸引力。此外，老年人也可以通过饮用强化了蛋白质和其他营养素的pH中性奶昔型饮料，获得乳蛋白和全面营养。

饮料创新考虑因素

即饮饮料成品的各个因素相互影响。不管对于哪种饮料类型，以下几个因素是在配方设计和工艺开发之前必须加以确定和评估的：

1. 确定包装、运输和贮藏条件，这将决定合适的生产工艺，包括热处理。
2. 描述产品的pH值范围。
3. 确定大致的成本预算。
4. 确定产品的营养组成，这将体现在产品营养标签上，同时也要满足营养宣称的需求。
5. 确定所需的非蛋白质配料。
6. 考虑上述因素的相容性。

饮料中的蛋白质含量决定了加工工艺和包装形式。乳蛋白可在相对宽泛的pH值范围内保持溶解性和稳定性，然而也要考虑其因温度和浓度变化而凝胶的特性，尤其是对于乳清蛋白。饮料中糖和矿物质离子浓度也会影响乳清和牛奶蛋白在加工和整个保质期内的稳定性。各因素的相互作用是因配方而定的，所以在配方确定之前一定要进行小试和中试试验。

体系环境选择

总的来说，从安全性和贮存稳定性上看，产品的pH值（酸度）决定其加工工艺。除果汁产品外，美国食品与药物管理局（FDA）没有对酸性（pH<4.6）产品的热处理工艺条件作具体规定。请在进行此类产品的配方设计时参考当地政府的法规以确保符合当地法规的要求。

具备货架稳定性的即饮饮料产品大致可分为以下四类基本类型：

1. 商业无菌饮料。
2. 二次高温灭菌的商业无菌饮料。
3. 隧道式巴氏杀菌产品。
4. 热灌装或巴氏杀菌冷灌装产品。

无菌处理与二次高温灭菌的主要区别是：

- 无菌灌装，是指容器经过无菌处理，而后在无菌条件下灌装无菌饮料并密封。
- 而在二次高温灭菌中，容器中已经灌装好产品并被密封，整个容器与内容物一起加热达到无菌。

总的来说，研究与开发无菌和二次高温灭菌饮料产品的加工和包装成本要比开发热灌装和冷灌装饮料的成本高。

虽然有些饮料产品可以不经热处理即进行冷灌装，但是含乳蛋白的产品都需要进行一定程度的热处理以确保货架稳定性。

乳清蛋白应用于中性pH饮料

采用上述（类型1和2）热处理方式加工的商业无菌饮料通常是中性pH和摇晃型的饮料。它们的pH值通常介于4.6和7.5之间，这取决于其风味，如草莓（酸一些）或巧克力（更中性一些）。这些产品必须经过无菌热处理或二次灭菌，或经过巴氏杀菌后冷藏保存。乳清蛋白也会被应用到这类产品中，但总的来说乳清蛋白并不是这类配方中的主要蛋白质来源。

应用最普遍的蛋白质是那些含酪蛋白的蛋白质，如牛奶浓缩蛋白或酪蛋白胶束。通常中性pH值的饮料，如摇晃型产品，常采用二次灭菌或UHT这种高温灭菌方式。未经改性的乳清蛋白在单独用量超过3%时是热不稳定的，在这种条件下会成胶或沉淀，除非采用了稳定体系。采用酪蛋白和乳清蛋白结合使用会对乳清蛋白起一定保护作用以维持热稳定性，因为乳清蛋白会与酪蛋白相互作用并保持溶解状态，防止因仅有乳清蛋白的相互作用而形成胶体或沉淀。

牛奶蛋白应用于中性pH饮料

牛奶浓缩蛋白、牛奶分离蛋白和酪蛋白胶束中的蛋白质都来源于牛奶，非常适合应用于低酸度的饮料，这是因为酪蛋白固有的热稳定性。[5]牛奶蛋白原料的组成见表1。

良好的水合能力是牛奶蛋白原料能在低酸度的饮料中发挥功能的关键。有几种广为认可的方法可以测定水合程度。[6, 7, 8, 9]首先，要在高速搅拌机中将蛋白粉原料溶解，重要的是，要使粉状原料有充分的时间吸收水分，使得最终的饮料产品在整个保质期内保持热稳定性和溶解性。根据期望获得的饮料类型，可以使用牛奶或水进行水合，牛奶或水的温度和水合时间都会影响整体的稳定性。

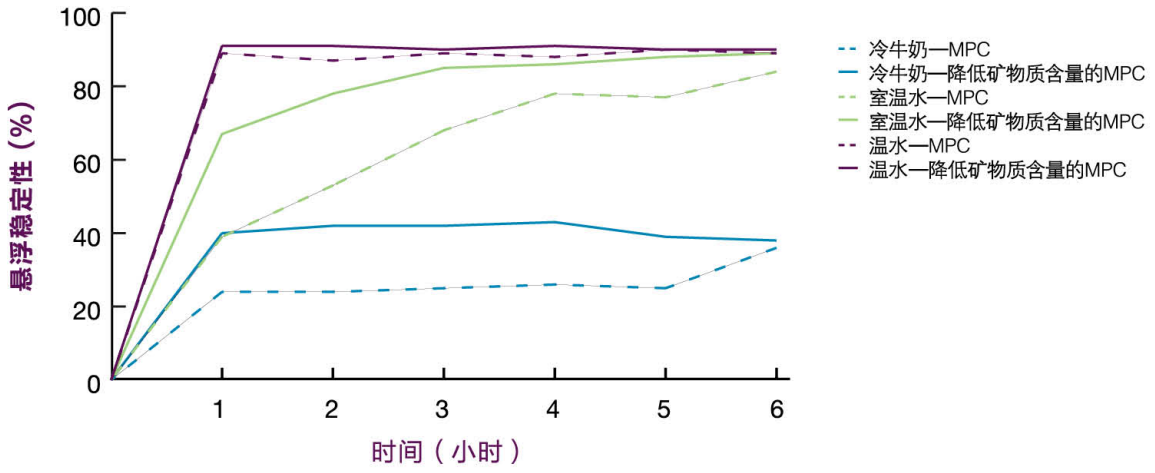
表1：
乳清蛋白和牛奶蛋白原料的典型组成

	蛋白质 (%)	乳糖 (%)	脂肪 (%)	灰分 (%)	水分 (%)
乳清浓缩蛋白 WPC34	33	52	4	7	4
乳清浓缩蛋白 WPC55	53	31	6	6	4
乳清浓缩蛋白 WPC80	77	9	6	4	4
乳清分离蛋白	89	2	1	3	5
牛奶浓缩蛋白 MPC56	54.4	31.7	1.2	7.6	5.0
牛奶浓缩蛋白 MPC70	68.3	18.2	1.2	7.3	5.0
牛奶浓缩蛋白 MPC80	78.1	8.4	1.5	7.0	5.0
牛奶分离蛋白	87.1	0.5	1.5	5.9	5.0
酪蛋白胶束 MCC85	84.5	3.0	3.0	4.5	5.0

（数据来源：Smith K，干乳制品成分，威斯康辛乳品研究中心，2008年5月15日[10]）

表2：

MPC85的水合特性



（数据来自于威斯康辛乳品研究中心2011年进行的实验）

表2比较了5%的MPC85溶液（虚线）在25℃常温水，5℃冷牛奶和50℃温水中的可溶解性（水合程度）。持续搅拌溶液6个多小时，发现在温水中最快达到水合，在冷牛奶中最慢。即便水合持续6小时后，MPC85在冷牛奶中还未完全溶解。发表的研究已确认，MPC原料在蛋白质含量为70%及以上时水合表现欠佳。[11]可以通过减少矿物质的浓度，特别是钙的浓度，来提高MPC原料的水合率。[12]表2中的另外3条实线是矿物质含量减少了25%的MPC85的在三种温度溶液中的水合程度，在冷牛奶和常温水中的水合速度明显加快。

要理解牛奶蛋白原料在低酸度的饮料中的功能表现，另外一个需要测定的功能特性是热稳定性。[13]表3对比了5%的MPC85溶液的热稳定性。结果表明，与常规MPC85相比，矿物质含量减少的MPC85在85℃加热3分钟后具有更好的热稳定性。样品均在室温蒸馏水中搅拌一小时以进行溶解和水合。水合较快的样品通常表现出更好的热稳定性，因为更多的牛奶蛋白溶解了。

应用于饮料中时，也应考虑储存环境和MPC原料的新鲜程度。研究表明，在30℃及以上的温度下储存60天，MPC85蛋白粉的溶解性有所下降。[6]应用于饮料时，牛奶蛋白原料水合不足，就会在溶解性和热稳定性方面表现欠佳。

提高蛋白质在UHT灭菌、高蛋白低酸度饮料中稳定性的基本方法如下：

1. 用50℃的水在高速搅拌下溶解牛奶蛋白。
2. 加入其他原料，如甜味剂、色素、稳定剂和香精，并低速搅拌、充分水合1小时。
3. 加入pH调节剂如缓冲液，pH达到7.0。
4. 加热至140℃，持续6秒。
5. 在2500 psi/700 psi条件下进行均质。
6. 冷却至24℃。

乳清蛋白应用于酸性饮料

热灌装或巴氏杀菌冷灌装和隧道式巴氏杀菌（类型3和4）代表了酸性乳清蛋白饮料的加工方式，这类产品的pH值通常为2.8-4.0。它们通常经过温和的巴氏杀菌，杀菌后的产品在室温条件下是稳定的。

在pH值2.8-3.5范围内，使用乳清分离蛋白（WPI）为配料的饮料即使在蛋白质含量较高的情况下，也具有较高的澄清度或者说较低的混浊度。可制作强化蛋白质的澄清饮料是乳清蛋白的独特优势。乳清分离蛋白（WPI）的低脂肪和矿物质含量可为产品带来高澄清度和低混浊度。

热处理的酸性饮料可以进行热灌装。在酸性环境下，热灌装产品的容器也达到了灭菌效果，这些容器预先都经过臭氧水或能够杀灭需氧污染物的其他方法的漂洗。热灌装容器可以是金属、玻璃或可耐受灌装温度和产品冷却时造成的真空的特定塑料瓶。

冷灌装与热灌装类似，产品都需经过热处理。与热灌装不同的是，冷灌装产品在灌装前要立即冷却到38℃以下。产品立即冷却有助于防止在热灌装条件下的维生素降解和风味变化情况的发生。

对酸性蛋白饮料而言，对密封金属罐或玻璃瓶进行隧道式巴氏杀菌就可以满足要求，这也是制作巴氏杀菌碳酸饮料的唯一切实可行的方法。隧道式巴氏杀菌是对啤酒进行巴氏杀菌的传统方法，但它对于酸性蛋白质饮料也很实用。然而除了啤酒生产，很少有生产商具有这种杀菌能力。

应用乳蛋白的考虑因素

蛋白质即饮饮料中最重要的组成成分就是蛋白质原料。

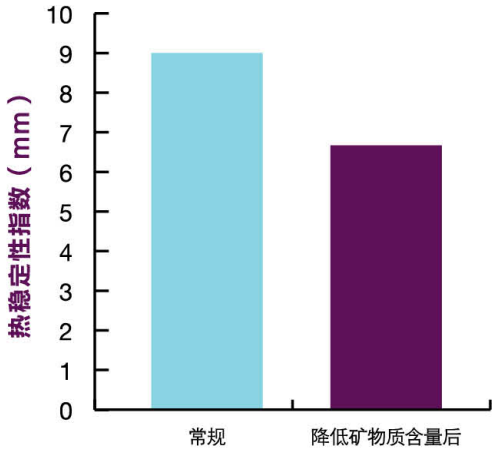
蛋白质的来源可以是浓缩乳蛋白（蛋白质含量34-89%）、分离乳蛋白（蛋白质含量90-92%）或蛋白肽，为饮料提供独特的营养和功能益处。有时候，乳蛋白也会与其他蛋白，如植物原料结合，给产品提供独特的氨基酸组成和质地特性，但植物来源的蛋白质有时候会给配方设计者带来口味和口感上的挑战。在热处理之前或之后，因各原料之间会发生反应，这些混合物将很难保持稳定。不同乳蛋白具有不同的等电点和分子大小，商业用途的乳蛋白原料也有不同的分子类型。

选择乳蛋白时要考虑两个关键因素：1)蛋白质的分离方法，因为这决定了WPC、WPI、MPC、MPI或MCC的组成；2)乳蛋白是否具有稳定的原料来源和加工工艺。

WPC80、MPC和MPI是通过膜过滤的物理工艺分离得到的。脂肪和灰分含量会因供应商不同而存在差异，风味也是如此，但是整体的组分基本一致。

WPI主要有两种加工工艺：离子交换（化学处理）和膜过滤。两种方法得到的产品在组成上存在差异，体现在不同的矿物质组成、碳水化合物含量以及糖聚肽（GMP）含量，继而也会影响其应用特性。

表3:
MPC85的热稳定性指数



从营养的角度看，生产商会期望所选择的配料能满足他们的需求：从蛋白质含量或矿物质含量，到特定乳清组分或氨基酸的构成。最好的解决方案是生产商在开发产品的初期阶段与原料供应商密切合作。许多美国供应商可提供产品使用指南、典型配方和技术支持以帮助客户开发产品。

不同批次的原料保持稳定性至关重要。因此，针对所需的应用进行简单的性能测试是必要的，而这些信息并未在标准规格书或检测报告（COA）中体现。当终产品或加工工艺对变化的适应性较差或终产品的蛋白质含量接近常规限量时，进行简单的性能测试则尤为必要。因此，与美国乳蛋白的供应商进行提前沟通和协作是成功选择原料的关键因素。

应用矿物盐乳糖粉的考虑因素

矿物盐乳糖粉（permeate，也叫做乳品固形物、脱蛋白乳清或改性乳清）指的是超滤牛奶或乳清生产牛奶蛋白或乳清蛋白时得到的副产物，它富含乳糖和矿物质。它们的分子较小，可以透过膜，因此得名。牛奶或乳清中的脂肪和蛋白的分子要比乳糖和矿物质大很多，所以它们被膜截留，进而被浓缩为众所周知的乳清浓缩蛋白或牛奶浓缩蛋白。

表4列出了牛奶矿物盐乳糖粉和乳清矿物盐乳糖粉的组成。两种类型的矿物盐乳糖粉具有相似的组成，但乳清矿物盐乳糖粉中钠和钾的含量稍高。

在饮料中使用矿物盐乳糖粉的主要益处是矿物质的营养益处。矿物盐乳糖粉可以给饮料提供牛奶矿物质而不添加额外的矿物质，如碳酸钙或磷酸钾，以达到清洁标签的目的。矿物盐乳糖粉中的乳糖是碳水化合

表4：
牛奶矿物盐乳糖粉和乳清矿物盐乳糖粉的组成

组成	乳清矿物盐乳糖粉	牛奶矿物盐乳糖粉
蛋白质*[a]	典型 2–7% (最高：7%)	典型 3–5% (最低：2%)
脂肪[a]	典型 0–1.0% (最高：1.5%)	典型 0–1.0% (最高：1.5%)
乳糖[a]	典型 76–85% (最低：76%)	典型 78–88% (最低：76%)
灰分[a]	典型 8–11% (最高：14%)	典型 8–11% (最高：14%)
水分[a]	典型 3–4.5% (最高：5%)	典型 3–4.5% (最高：5%)
钠[b]	0.70–0.89%	0.38–0.66%
钙[b]	0.36–0.62%	0.36–0.46%
镁[b]	0.10–0.13%	0.10–0.12%
钾[b]	2.18–5.36%	1.91–2.58%

[a]美国乳制品学会 矿物盐乳糖粉标准| [b]商业规格| *非蛋白氮

物的来源之一，它的甜度低于蔗糖（甜度约低70%），乳糖可以被β-半乳糖苷酶（乳糖酶）水解成葡萄糖和半乳糖以提供更多的甜度而不添加更多的糖。

早在20世纪90年代早期出版的关于牛奶矿物盐乳糖粉的应用之一就是用于电解质饮料。[14]研究人员使用乳糖酶水解乳糖来提供甜味。乳清矿物盐乳糖粉可用于相同的应用，但它会有（类似乳清的）酸味，这是源于奶酪制作过程中使用的发酵剂。后来的乳清矿物盐乳糖粉的研究表明，用75-100%液体矿物盐乳糖粉制成的饮料有肉汤味和酸味。[15]乳清矿物盐乳糖粉饮料也有咸味，近似于运动（等渗）饮料的咸味。用来开发补液的运动饮料不是矿物盐乳糖粉的唯一应用机会。矿物盐乳糖粉目前也用于预混热可可和卡布奇诺饮料，以及儿童即饮巧克力和水果味饮料。

因为蛋白质含量低，矿物盐乳糖粉原料比乳蛋白原料具有更高的热稳定性。矿物盐乳糖粉的配方问题主要与高含量的矿物质有关。在中性pH下的干混应用中，使用高含量的矿物盐乳糖粉时，其中的钙可能沉降（添加量> 7%）。钙在酸性条件下具有较高的溶解度，所以矿物盐乳糖粉的用量超过7%后，更适合应用在高酸性饮料中。在尚待探索的饮料类别中，矿物盐乳糖粉有很多应用机会，例如与即饮型果汁混合或用于儿童干混营养饮料。

应用非乳蛋白配料的考虑因素

下述的是其他一些常用于蛋白质即饮饮料中的配料。这些配料的精心选择和实验室评估对于开发吸引消费者的具有货架稳定性和良好风味的产品至关重要。在设计配方时，请参照相应的国家法规以确保符合相关规定。

酸度调节剂

乳清蛋白具有强缓冲能力，这就要求在配方中添加一定量的酸，使起始pH值从6.5下降到3.5或更低。常用于生产高酸性乳清蛋白的酸主要有：

包装选择

包装（玻璃、塑料、多层材料、柔性或钢性金属）是决定产品加工条件和产品稳定性的一大重要因素，它也影响到加工和销售成本。

总结如下：

	加工方式				
瓶	冷灌装	热灌装	隧道式巴氏杀菌	二次高温灭菌	无菌灌装
玻璃	•	•	•	•	
热灌装塑料	•	•			
冷灌装塑料	•				
二次高温灭菌塑料				•	
多层材料					•
金属		•	•	•	•

1. 磷酸 – 相对来说对风味影响不大的强酸。

2. 盐酸 – 风味不太好的强酸，但可在药物营养产品中使用，因为胃液中也有盐酸。

3. 柠檬酸 – 弱酸，但非常适用于为果味饮料提供整体的风味轮廓。柠檬酸不适合单独用在蛋白质含量非常高的饮料中，因为当使用量过高时会产生过酸的口感。

4. 苹果酸 – 类似柠檬酸的弱酸，在开发具有苹果或莓类风味的产品时非常有用，因为这类水果中天然存在着苹果酸。

二氧化碳（碳酸化作用）

在本节中描述碳酸化作用，主要是因为除了将碳酸化作用作为工艺步骤外，二氧化碳也应该被认为是一种配料，而且它会对酸度产生影响。产品开发人员对通过添加乳蛋白来改善碳酸软饮料的营养组成的方案越来越感兴趣。

香精

和一些植物蛋白原料不同，乳蛋白与许多大众风味是相容的，甚至是互补的。蛋白质饮料需要添加较多的香精，因保质期内风味物质会被饮料中的蛋白质所吸收。而植物蛋白更容易有这一影响，造成香精使用量增大，因而提高成本。

甜味剂

有多种天然和人工的含热量和无热量的甜味剂产品可供蛋白质饮料选用。随着越来越多注重健康的消费者对糖份摄取意识的提高，更多的甜味剂被不断开发出来。

包括：

1. 糖，如蔗糖、果糖和高果糖玉米糖浆。

2. 其他天然甜味剂，如蜂蜜、枫糖浆和果泥。

3. 糖醇，如乳糖醇和赤藻糖醇。

4. 人工合成的高甜度甜味剂，包括三氯蔗糖和安赛蜜。

5. 天然的高甜度甜味剂，如甜菊糖、罗汉果和菊苣根提取物。

甜味剂因配方的不同会影响产品的口感和蛋白质的稳定性，选择通常依照热量和风味需求而定。要注意的是，在特定的蛋白质即饮饮料配方中，使用一种甜味剂效果可能会很好，而两种甜味剂复合使用通常可以达到更佳的效果，并能提供与产品基底更好的兼容性。

色素

色素有天然的也有人工的，色素是否具有光稳定性是在采用透明或半透明包装瓶时必须考虑的重要问题。罐装饮料在保质期内会因为所含抗坏血酸（维生素C）的缓慢氧化产生过氧化物而逐渐发生脱色。色素供应商可以在产品开发过程中为生产商提供相应的指导。

果汁

果汁在开发风味独特的乳蛋白饮料时是一种非常不错的选择，可以增加对消费者的吸引力。果汁既可以增添风味也可以提升甜度。天然果汁的使用可能会影响巴氏杀菌的需求。在加入果汁、酸度调节剂和其他饮料成分前，必须将乳蛋白充分水合。

矿物质

酸性乳清蛋白饮料的稳定性和澄清度受其所含的矿物质离子（钠和钙）的影响。因此，矿物质的选择及其添加量要根据它们对最终饮料产品的影响而定。总的来说，加入盐会增加乳清饮料在热处理时的凝结，从而导致稳定性下降。

维生素

和任何其他食品或饮料产品一样，维生素的选择和配比必须考虑它们与整个体系的相容性。绝大多数水溶性维生素在酸性环境下是相当稳定的。

然而，必须考虑到色素和香精的作用、加工损失和采用透明或半透明瓶子包装的即饮饮料的光稳定性。配料之间的相互作用也必须考虑。

稳定剂和乳化剂

稳定剂和乳化剂对于中性、摇晃型饮料，特别是对使用了蛋白质和/或可可粉的饮料非常重要。卡拉胶、纤维素凝胶和纤维素胶是中性蛋白质饮料中常用的稳定剂。果胶用于pH值介于3.5-4.6的乳清蛋白饮料中以保护和稳定蛋白质，确保产品在热加工过程和保质期内的稳定性。pH值低于3.5的酸性乳清分离蛋白即饮饮料基本不需要使用稳定剂。

乳化剂如单/双甘酯和缓冲剂如焦磷酸四钠常用于使用乳清蛋白和其他乳蛋白的中性饮料产品中。对于酸性和中性强化蛋白的饮料来说，恰当的稳定剂、缓冲剂和乳化剂的用量对于确保体系的长期稳定至关重要。

防腐剂

酸性蛋白饮料配方中可以添加化学防腐剂，如山梨酸和苯甲酸，来控制会导致产品腐坏的酵母、霉菌和细菌的生长。

功能性成分

蛋白质即饮饮料被认为是营养价值极高的饮料，因其可以强化特定营养组分，如添加的植物甾醇可降低胆固醇，叶黄素可用于改善眼健康，或作为提升能量的原料。活性微生物常被添加到含乳蛋白的发酵乳饮料中。该类产品通常经过巴氏杀菌、接种、冷藏以保持益生菌的健康功效，但也有些产品是经过热处理的并具有一定的货架稳定性。随着消费趋势和需求的改变，越来越多的功能性饮料应运而生。

选择加工工艺的考虑因素

生产任何一批饮料产品前必须确定一套有效的、可重复的工艺流程，这包括投料温度、混合程序、配料尤其是酸度调节剂的添加顺序，当然还有热处理工艺以达到巴氏杀菌或灭菌的要求。

乳清蛋白在二次高温灭菌饮料中的应用

德克萨斯州农工大学（Texas A&M University）动物科学系的Ron Richter博士如下的研究课题是开发能经受商业二次高温灭菌处理的高乳清蛋白含量的饮料产品，并对其保质期内的稳定性进行研究。

热稳定性

对乳清蛋白含量超过1%的饮料进行必要的热处理时易产生不稳定性和乳清蛋白的凝结。食品添加剂的使用可以改善饮料的稳定性。

酪蛋白：MPC、MPI和MCC中的酪蛋白具有无序的分子结构，这个结构可以从脂肪微滴中伸出去，增大排斥力从而提高热稳定性和乳化稳定性。

磷脂：在含有脂肪的饮料中，常规、水解或乙酰化的卵磷脂可以提高乳清蛋白含量高达5%的乳化液的热稳定性。具有较好亲水亲油平衡值（HLB）的改性卵磷脂与常规卵磷脂相比，可以提供更好的保护性，防止热变性。

多磷酸盐：可以改善乳清蛋白饮料的热稳定性，在不添加脂肪的情况下，可以使添加5%乳清蛋白的热罐装饮料保持澄清。

亲水胶体：亲水胶体的添加会对乳清蛋白乳状液的稳定性造成不利影响，这可能是由于热力学不兼容性造成蛋白质浓度局部增加并促进热聚合的结果。

乳状液的稳定性

均质压力的大小会对脂肪滴的大小和表面积产生非常重要的影响，从而影响乳状液的稳定性。含有乙酰卵磷脂的乳状液可以很好的防止乳油化。

贮藏期稳定性

含有5%蛋白质、3%脂肪和0.3%卵磷脂的乳状液，在90MPa的条件下均质可在为期28天的贮存测试期内具有最好的稳定性。然而，乳状液的乳油化仍然非常明显。

总之，可使用可以增加产品粘度而不影响热稳定性的添加剂以改善二次高温灭菌乳清蛋白饮料的乳油化稳定性。选择配料来增加产品的热稳定性和乳状液的稳定性时，要考虑饮料产品的组成，有多种方案可供选择。请与美国乳品配料供应商联系以获得成功开发饮料产品的帮助。

充足的水合时间意味着提高乳清分离蛋白（WPI）饮料的澄清度

以乳清分离蛋白（WPI）为配料生产澄清饮料时遇到的难题是热处理通常会造成饮料混浊。有一个简单并廉价的能够提高澄清度的方法是在热处理前使WPI充分水合。浊度小于40 NTU 对于消费者来说就是澄清的。

工艺步骤：

- 干混
- 与水混合
- 水合20分钟
- 88℃，加热2分钟

益处：

- 通过充分的水合，在热处理后溶液的浊度降低50%。

WPI溶液的浊度随水合时间长短的变化
（蛋白质浓度为25g/L，pH值为3.2，温度为88℃，热处理2分钟）

水合时间（MIN）	热处理前浊度（NTU）*	热处理后浊度（NTU）*
0	55	79
10	52	39
20	49	38
30	49	37
40	47	39
50	47	38
60	47	37
70	47	39
80	46	37
130	46	38

*NTU= Nephelos Turbidity Units（浊度单位）
数据来源：威斯康辛麦迪逊大学（UW-Madison）,M. Etzel 博士

在使用乳蛋白配料时，pH值的调节方法和处理温度也极为重要，需要仔细监测和控制以确保成功。

第一步通常是粉状蛋白质的再水合。这一步骤通常需要花费较长的时间，而且容易起泡。生产商应在加工的各个阶段最大程度地防止空气的混入。过多泡沫的产生容易导致热处理时的絮凝，对于稳定的饮料来说容易导致脱水收缩或分离现象。建议采用高速混合器并在低于38℃的温度下用配方中大约一半的水量来进行，低速搅拌。乳清蛋白配料可以与糖和其他干混料一起水合。水合时间应不少于20分钟，以确保乳蛋白的热稳定性和货架稳定性。

配料添加的顺序、方法和速度对于特定产品也很重要，在调酸环节要特别加以注意。该步骤通常是将蛋白质溶液的pH值从6.5开始调节使其顺利通过等电点区域（pH约4.5）。乳清蛋白具有比较高的缓冲能力，因此蛋白质含量越高的配方就需要越多的酸来调节pH。

酸性乳清蛋白饮料在热处理后pH值通常会下降。pH值的下降可能是由下列因素引起的：1）美拉德反应的起始阶段，2）蛋白质结构的打开导致一些官能团的解离常数发生改变，3）蛋白质聚合改变了游离状态。pH值的变化范围取决于蛋白质的添加量。

例如，对于蛋白质含量为5%的饮料，要求其终产品的pH值是3.2，则建议在热处理之前将其pH值调节至3.3-3.35。

终产品处理：分销环境和贮藏

蛋白质饮料的市场策划人员必须熟悉产品在各个分销渠道、销售区域和气候条件下可能面对的各种极端环境。极热和极冷以及在冷热环境之间的反复交替对产品的稳定性都是不利的。对于开拓新市场的生产商来说，应尽早向分销代表与仓储合作伙伴咨询以获得相应的信息。在各种温度条件下做加速贮存试验有助于模拟货架期，并预测产品在营养成分、风味、可接受度、稳定性和其他物理化学参数方面的变化。

饮料配方举例

本节中提供的配方可以作为产品开发的起点。根据具体使用的配料的特性、加工工艺和贮藏条件、当地法规和目标消费群的差异，还应对配方进行相应的调整。

请与美国乳蛋白供应商联系以获取更多的信息，并核对当地的添加剂和标签法规。

乳矿物盐解渴饮料

原料

	用量 (%)
牛奶矿物盐乳糖粉	77.38
糖	18.05
苹果酸	2.58
天然柠檬香精 – WILD香精	1.99
柠檬黄	.001
合计	**100.00**

制备

1. 混合所有原料。

2. 将20克干混物加入8盎司（234毫升）冷水并搅拌。

营养成分

每100克	
卡路里	28 kcal
总脂肪	0 g
饱和脂肪	0 g
反式脂肪	0 g
胆固醇	0 mg
总碳水化合物	7 g
膳食纤维	0 g
糖	7 g
蛋白质	0 g
钙	32 mg
钾	162 mg
钠	40 mg
铁	0 mg
维生素A	0 IU
维生素C	0 mg

配方由威斯康辛大学麦迪逊分校威斯康辛乳品研究中心开发

覆盆子冷冻果昔

原料

	用量 (%)
水	97.96
覆盆子 – Fruitcrown – 60白利糖度	0.49
乳清分离蛋白(WPI)	0.49
赤藓糖醇粉 – 嘉吉 16952	0.30
可溶性纤维 – 泰莱Promitor (可溶性玉米纤维)	0.30
82% 磷酸盐	0.07
橘皮香精 WONF – Biosun MZ6187815	0.06
合计	**100.00**

制备

1. 将水、WPI和可溶性纤维混合，搅拌水合至少30分钟。
2. 将水合好的混合物与其它原料一起混合，低速搅拌。用磷酸调节pH值到3.4。
3. 加热到85˚C保持30秒，冷却至15.5˚C。
4. 将巴氏杀菌过的产品放入灭菌容器并在2.2˚C环境下储存。
5. 可以将部分产品放入制作奶昔的机器“Frozen Slushy”，用于售卖。

营养成分

每100克	
卡路里	66 kcal
总脂肪	0 g
饱和脂肪	0 g
反式脂肪	0 g
胆固醇	0 mg
总碳水化合物	23 g
膳食纤维	1 g
糖	11 g
蛋白质	4 g
钙	9 mg
钠	31 mg
铁	0 mg
维生素A	0 IU
维生素C	1 mg

配方由威斯康辛大学麦迪逊分校威斯康辛乳品研究中心开发

蔬菜汁

原料

	用量 (%)
水	70.40
浓缩胡萝卜汁	10.00
浓缩红薯汁	6.30
乳清分离蛋白(WPI)	4.50
浓缩菠菜汁	4.20
浓缩芹菜汁	2.10
浓缩罗马生菜汁	0.80
浓缩南瓜汁	0.80
姜泥	0.40
乳矿物盐	0.30
甜菜泥	0.20
合计	**100.00**

制备

1. 称量所有原料。
2. 将WPI和乳矿物盐在室温下水合2小时，偶尔搅拌。
3. 将所有的果汁加入水合后的溶液。
4. 在73℃将混合物巴氏杀菌15秒，然后进行均质(2,000/500 psi)。
5. 装瓶并冷藏。
6. 冷藏即食。

营养成分

每100克	
卡路里	53 kcal
总脂肪	0 g
饱和脂肪	0 g
反式脂肪	0 g
胆固醇	0 mg
总碳水化合物	8 g
膳食纤维	0 g
糖	7 g
蛋白质	5 g
钙	128 mg
镁	4 mg
磷	9 mg
钾	433 mg
钠	65 mg
铁	0 mg
维生素A	6,476 IU
维生素C	5 mg

配方由威斯康辛大学麦迪逊分校威斯康辛乳品研究中心开发

摩卡咖啡

原料

	用量 (%)
水	92.26
牛奶浓缩蛋白MPC85	4.52
糖	1.54
哥伦比亚冻干咖啡	0.77
香草粉	0.09
盐	0.04
碱化可可粉	0.77
甜菊糖	0.01
合计	**100.00**

制备

1. 混合所有原料（MPC、糖、咖啡、香草、盐、可可和甜菊糖）。
2. 将20克干混物加入8盎司（234毫升）热水。
3. 充分溶解。
4. 享用。

营养成分

每100克	
卡路里	28 kcal
总脂肪	0 g
饱和脂肪	0 g
反式脂肪	0 g
胆固醇	4 mg
总碳水化合物	2 g
膳食纤维	0 g
糖	2 g
蛋白质	4 g
钙	101 mg
钠	22 mg
铁	0 mg
维生素A	0 IU
维生素C	0 mg

配方由威斯康辛大学麦迪逊分校威斯康辛乳品研究中心开发

奶茶拿铁

原料

	用量 (%)
水	87.27
糖	6.14
牛奶浓缩蛋白MPC85	4.34
天然红茶粉#23863 Virginia Dare TE48	2.05
肉桂粉	0.07
小豆蔻粉	0.06
丁香粉	0.03
姜粉	0.03
肉豆蔻粉	0.01
合计	**100.00**

制备

1. 将所有原料混合（糖、MPC、红茶粉和香料）。
2. 将33克干混物放入8盎司（234毫升）的热水或冷水中。
3. 充分混合。
4. 享用。如有需要，可以加冰。

营养成分

每100克	
卡路里	46 kcal
总脂肪	0 g
饱和脂肪	0 g
反式脂肪	0 g
胆固醇	2 mg
总碳水化合物	7 g
膳食纤维	0 g
糖	6 g
蛋白质	4 g
钙	96 mg
磷	58 mg
钠	6 mg
铁	0 mg
维生素A	0 IU
维生素C	0 mg

配方由威斯康辛大学麦迪逊分校威斯康辛乳品研究中心开发

参考文献

1. *"A Healthy Perspective: Understanding American Food Values,"* 2017 Food & Health Survey, *The International Food Information Council (IFIC) Foundation. http://www.foodinsight.org/2017-food-and-health-survey*

2. *Emerging Diets: Protein/Local Shapshot. Innovation Center for U.S. Dairy 2010.*

3. *Innova Database. Drinking Yogurt/Fermented Beverages. October 2013.*

4. *Innova Database. Permeate, Global Market Analysis. October 2017.*

5. *Patel, H. and Patel, S., Technical Report: Understanding the role of dairy proteins in ingredient and product performance. 2015. U.S. Dairy Export Council.*

6. *Anema, S. Pinder, D., Hunter, R., and Hemar, Y. 2006. Effects of storage temperature on the solubility of milk protein concentrate (MPC85). 2006. Food Hydrocolloids 20 386-393.*

7. *Gaiani, C., Schuck, P, Scher, J. Desobry, S. and Banon, S. 2007. Dairy powder rehydration influence of protein state, incorporation mode, and agglomeration. J Dairy Sci 90 (2) 570-581.*

8. *Mimouni, A. Deeth, H., Whittaker, A., Gidley, M., and Bhandari, B. 2010. Dairy Sci and Technol. 90(2) 335-344.*

9. *Sikand, V., Tong, P., Roy, S., Rodriguez-Saona, L. and Murray, B. 2011. Solubility of commercial milk protein concentrates and milk protein isolates. J Dairy Sci. 94(12) 6194-6202.*

10. *Smith K. Dried Dairy Ingredients. Wisconsin Center for Dairy Research. May 15, 2008.*

11. *Crowley, S., Desautel, B., Gazi, I., Kelly, A., Huppertz, J. and O'Mahoney, J. Rehydration characteristics of milk protein concentrate powder. 2015. J Food Eng. 149:105-113.*

12. *Marella C, Salunke P, Biswas AC, Kommineni A, Metzger LE. Manufacture of modified milk protein concentrate utilizing injection of carbon dioxide. 2015. J Dairy Sci 98 (6) 3577-3589.*

13. *Crowley, S., Megemont, M., Gazi, I., Kelly, A., Huppertz, T., O'Mahoney, J., Heat stability of reconstituted milk protein concentrate powders.2014. Int. Dairy J 37:104-110.*

14. *Geilman, W., Schmidt, D., Herfurth-Kennedy, C., Path, J., and Cullor, J., 1992. Production of an electrolyte beverage from milk permeate. J Dairy Sci 75 (9) 2364-2369.*

15. *Beucler, J., Drake, M., and Foegeding, E. Design of a beverage from whey permeate.2006. J Food Sci 70 (4) 277-285.*

美国乳品出口协会在此感谢Steve Rittmanic和Kimberlee (K.J.) Burrington 为这一专题提供的专业知识。

关于美国乳业

美国是世界最大的牛奶生产国，拥有充足并且不断提升的牛奶生产能力，以及富有竞争力的产品组合，美国乳业具备有利条件，正努力满足全球不断增长的乳品需求。在研发和创新上的持续投入及历史悠久富有传承的工艺，使美国逐渐成为全球领先的优质乳品和原料供应国。从奶农和加工商到产品和原料生产商及乳品机构，美国乳品的整条供应链都全心投入，提供高品质营养丰富的产品以满足客户需求并推动其业务的持续发展。

联系我们

想要获取更多关于美国乳品的信息和资源吗？请访问我们的官方网站ThinkUSAdairy.org（点击页面右上方"中文"可访问我们的中文网站）或联系美国乳品出口协会中国联络处垂询相关问题。

美国乳品出口协会中国联络处
电话：+8621 6319 0668
电邮：usdec@prcon.com

© 2017, U.S. Dairy Export Council | WW071CS

U.S. Dairy Export Council
Ingredients | Products | Global Markets

Managed by Dairy Management Inc.™