



用美国乳蛋白对营养棒、营养小食和凝胶的营养强化

当高蛋白棒和凝胶被初次介绍给健美运动员和耐力运动员时，它们被视为功能营养食品。从那以后，临床营养研究表明，含有优质蛋白质的食物对肌肉的生长和恢复有积极作用，进而影响了整个生命周期的整体健康。研究还表明，蛋白质摄入的数量和时机对机体应对的重要性。越来越多的临床证据将重点放在蛋白质、健身和健康之间的联系上。结果，富含蛋白质的营养棒、小食和凝胶已成为主流饮食消费的一部分。本专题将讨论美国乳品原料如何合适地在食品中发挥关键作用，以使生活更健康。有关美国乳品原料营养和功能特性的更深入描述，请访问ThinkUSAdairy.org以查看美国乳品出口协会的在线出版物。



日常生活

蛋白质是日常饮食中所必需的营养素。乳清蛋白和牛奶蛋白质是高质量的全蛋白质来源。无论对于想要努力成为耐力运动员、狂热的自行车手或休闲高尔夫球手的人，还是对于只是在街区内散步，赶时间拿上就走的人，结合高质量的乳蛋白原料的营养棒、凝胶和涂抹类产品都可以供运动前，运动中或运动后食用。温和的风味和中性的外观使乳清和牛奶蛋白原料与多种风味，质地和颜色兼容，以提高对消费者的吸引力。在2014年至2018年期间，新的含有乳清的运动和营养产品的上市量增长了近三倍，这也证明了其应用的多功能性。¹

人体摄入蛋白质后，会将其消化为氨基酸，以供进一步吸收和使用。三种支链氨基酸（亮氨酸、异亮氨酸和缬氨酸）是独特的，因为它们的新陈代谢70%发生在肝脏外部，这使得它们可用于肌肉蛋白质合成。²肌肉蛋白质合成非常重要，因为伴随着身体的运动和锻炼，现有的肌肉被分解。肌肉再生对于维持力量和新陈代谢是必需的。运动后摄入高质量的乳蛋白可以加速肌肉的修复过程，并通过增加肌肉蛋白的合成来减少肌肉酸痛。³

由于保持和构建瘦肌肉对所有人都很重要，好消息是，在抗阻力运动后，仅消耗10克乳清蛋白就可以刺激肌肉蛋白质的合成（瘦肌肉的生长）。⁴对于那些更加严肃的以提升耐力和运动能力为目标的运动员，在运动中和/或运动后摄入20-25克乳清蛋白可以帮助恢复，但所需的乳清蛋白的数量将根据体型和训练时间长短而有所不同。⁵

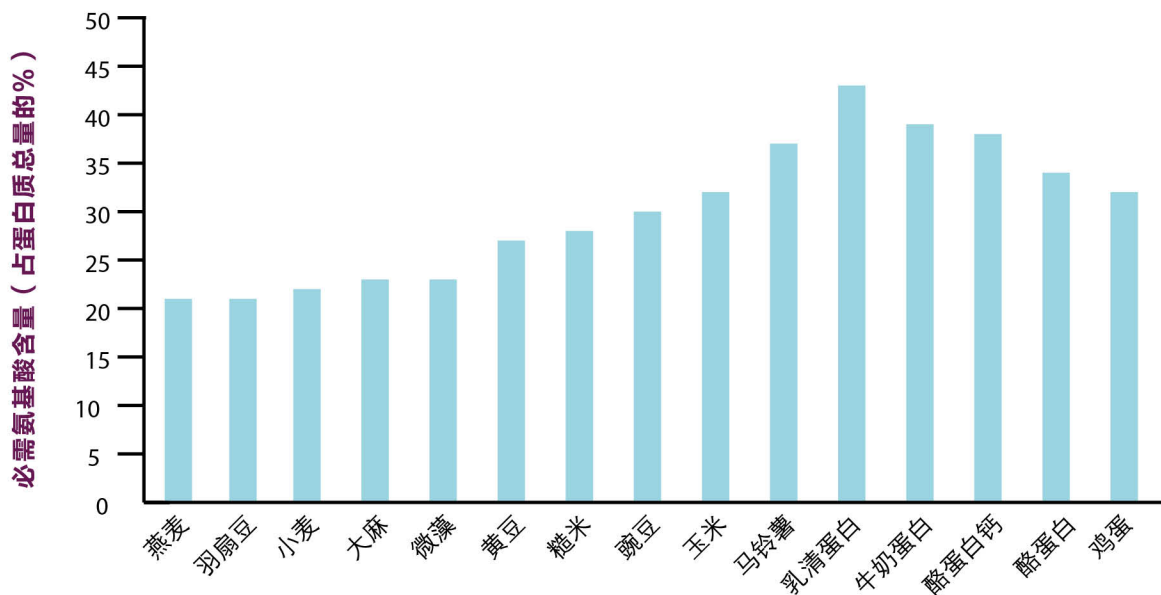
不是所有蛋白质都一样

尽管所有动物来源和大多数植物来源的食物均含有不同量的蛋白质，但并非所有的蛋白质都一样。不同来源的蛋白质的必需氨基酸含量不同。与植物来源相比，动物来源的蛋白质的必需氨基酸占蛋白质总量的比例更高，乳蛋白尤为如此。⁶在动物来源的食品中，乳制品和鸡蛋对于结合素食/弹性饮食具有额外的优势。

健康老龄化

从40岁开始，瘦肌肉量就逐渐开始流失（肌肉衰减综合征），而脂肪量逐渐增加。⁷肌肉衰减综合征会随着年龄增长而发展，这是由于食欲下降或由消化和代谢变化引起的蛋白质摄入减少所致，这会导致健康、力量和身体机能的进一步下降。⁸摄入高质量的蛋白质已被证明可以保护老年人的肌肉。⁹一项纵向研究表明，单纯摄入更多的动物来源的蛋白质或结合体育锻炼与更高比例的骨■肌质量有关。¹⁰该研究是通过测量40岁及更高年龄受试者的肌肉量的变化来完成的。通过保存肌肉质量，逐渐变老的人更有可能完成日常任务。除了牛奶蛋白和乳清蛋白，还可以将其水解物用于供老龄消费者的产品。水解物是通过用酶对蛋白质进行预消化形成氨基酸和多肽来生产的，这能使蛋白质更易吸收。

图1：
不同蛋白质来源的必需氨基酸含量



与植物来源相比，每天从动物来源获取蛋白质也与老年人和临床受损个体显示出更好的肌肉维护具有相关性。⁶一些植物基蛋白质（例如大豆，豌豆和大米）天然含有抗营养因子，这些因子需要经消化去除。这个过程可能会降低蛋白质的消化率和可利用率。¹¹因此，植物来源的蛋白质要达到与动物来源的蛋白质相同的临床结果，可能需要更多的量，这可能会对终产品的外观、能量、钠含量、成本和/或风味产生负面影响。

营养棒，营养小食和更多产品

营养棒，营养小食甚至营养球都可以烘烤或不烘烤（冷加工）。冷加工采用挤压工艺或粘合剂（糖浆），使原料在切割成所需的形状和大小之前先粘附在一起。质地范围广泛，可能是松脆的谷物麦片或是耐嚼的牛轧糖。通常，营养棒和营养小食会有巧克力或其他风味涂层。由于其功能性和营养特性，美国乳蛋白是运动和健身产品中的关键元素。终产品所期



图2：
美国乳原料的组成以及在营养棒应用的优势

	蛋白质 (%)	乳糖 (%)	脂肪 (%)	灰分 (%)	水分 (%)	优势
WPC 34	34-36	48-55	3-4.5	6.5-8	3-5	节省成本，清洁标签
WPPC	50-55	31	5-6	6	3-5	节省成本，乳化剂
WPC 80	80-82	4-10	4-8	3-5	3.5-5	高蛋白，低乳糖/脂肪
WPI	90-92	0.5-1	0.5-1	2-3	4-5	蛋白含量最高，乳糖/脂肪含量最低，凝胶特性
水解乳清蛋白	80-92	Varies	Varies	Varies	Varies	改善货架期，更易吸收
MPC 42	42	<51	<1.25	<10	<5	节省成本，提供粘性
MPC 70	70	<20	<2.5	<10	<5	高蛋白，低乳糖/脂肪，热稳
MPC 85	85	<8	<2.5	<8	<6	高蛋白，乳矿物的良好来源，乳化剂
MPI	>89.5	<5	<2.5	<8	<6	高蛋白，低脂肪，热稳
脱脂奶 ^a	34-37	49-52	0.7-1.5	8.2-8.5	3-4	清洁标签，风味极佳
乳滤出物	2-7 ^b	70-85	0-1.0	8-11	3-4.5	节省成本，乳矿物的良好来源，增加咸味
乳糖	0.5-1	99-100	0.1	0.1-0.5	4.5-5.5	有限的甜度，低血糖指数
挤压脆片	40-80	Varies	Varies	Varies	Varies	增加质构，平衡水分

^a 蛋白质最高为34%的脱脂奶粉 | ^b 非蛋白氮
来源：行业数据

望的营养成分、质地和口感以及加工过程中的加工条件将决定哪种乳原料最适合该产品的配方。

乳蛋白为食品配方开发者提供了许多功能优势。通常，美国乳原料为配方增加了高溶解性、水结合能力，成胶性，增稠性，起泡性，乳化性和风味（见图2）。这些特性非常适合开发营养棒、营养小食和凝胶，使其具有吸引消费者的外观、风味和质地。了解不同原料之间的功能差异很重要，在使用浓缩蛋白和分离蛋白时，尤为如此。

例如，牛奶浓缩蛋白（MPC 80）或乳清蛋白浓缩（WPC 80）虽然具有相同水平的蛋白质，但是其蛋白组成是不同的，因此其功能特性也有所不同。与仅含有乳清蛋白的WPC 80相比，MPC 80含有80%酪蛋白和20%乳清蛋白。当pH值高于6时，酪蛋白通常是热稳定的。当pH值低于6时，酪蛋白将形成酸性凝胶。酪蛋白还具有良好的乳化作用 and 与水结合的能力，这就是它经常被应用于营养棒中，与其他蛋白质混合，结合脂肪和水的原因。乳清蛋白在很宽的pH范围内保持可溶，但在62°C（145°F）或更高温度下受热会变性。当使用量超过7%时，乳清蛋白在受热时也会形成凝胶。

美拉德褐变是一种重要的反应，在烘焙或烹饪过程中，还原糖（在这种情况下为乳糖）与氨基酸（来自乳清蛋白）因受热而发生反应，形成特有的金棕色和烘焙产品和焦糖类甜点中的特征甜焦糖风味。取决于最终产品，美拉德褐变有好处也有坏处。如果不希望存在乳糖，在设计配方时可以考虑使用乳清分离蛋白（WPI）或牛奶分离蛋白（MPI），这些产品几乎不含乳糖。

复合涂层

美国乳原料可应用于复合涂层中，这种涂层可为许多营养棒配方增加风味、质地、稳定性和营养。

巧克力风味涂层是最受欢迎的，香草、花生酱、焦糖和酸奶风味涂层也很常见。涂层通常含有可可，分馏植物油、糖、大豆卵磷脂和香精。牛奶基复合涂层含有3-7%的蛋白质。可以添加WPI和WPC 80来进一步增加蛋白质含量，以改善营养，同时又不影响

强化蛋白的巧克力复合涂层原料

原料表

	使用量 (%)
糖	43.90
植物脂肪38° C	40.00
乳清分离蛋白	7.60
碱化可可粉10/12	7.60
三硬脂酸山梨糖醇	0.50
大豆卵磷脂	0.20
干香草提取物	0.10
面粉盐	0.10
总计	100.00

加工步骤

1. 在温度不超过38° C (100° F) 条件下将脂肪融化，并混入卵磷脂和去水山梨糖醇三硬脂酸酯。
2. 在霍巴特 (Hobart) 搅拌机中混合所有干粉原料。
3. 向混合物中添加足够的脂肪以制成膏状。
4. 在三辊磨浆机上磨浆至25微米以下的粒度。
5. 将细粉放回霍巴特 (Hobart) 搅拌机，并用壁炉架加热。
6. 在不超过66° C (150° F) 的温度下将预制涂层4小时。
7. 将剩余的脂肪加入到涂层中。
8. 添加所需的任何口味。
9. 放入巧克力融化器中，温度不要超过54° C (130° F)。

营养成分表

	每100克
能量	580千卡
总脂肪	41克
饱和脂肪	4克
反式脂肪	1克
胆固醇	0毫克
钠	75毫克
总碳水化合物	47克
膳食纤维	2克
糖	44克
蛋白质	8克
钙	4%
铁	15%
维生素A	0%
维生素C	0%



在美国，巧克力是具有“身份标准”的产品和配方。在某种程度上，成分修改受到限制或禁止。请查证所在国家/地区的具体规定。同样，巧克力在涂层过程中需特殊的处理参数。

涂层的物理性能。然而，由于水分含量和颗粒大小常存在不同，应在精制和粘度调节之前添加蛋白质。

如果涂层的目的是增加风味，配方设计师则可以考虑选择诸如甜乳清，乳制品渗透物和/或脱盐乳清粉等原料。由于矿物质含量较低，在这些原料中脱盐乳清粉的风味最为温和，常被用于巧克力和其他风味涂层中。乳糖会赋予最终产品所需的结晶特性和顺滑的口感。甜乳清或乳清渗透物也可以用于涂层中以节约成本，在提供乳风味的同时，带入乳糖结晶和顺滑的口感。

冷压产品

挤压营养棒和营养小食

挤压营养棒和营养小食是市场上最为常见的产品之一。它们经过冷挤压加工过程，通常有复合涂层或巧克力涂层。

该产品通常含有：

- 蛋白质原料、油、香精、坚果和/或其他内含物。
- 糖浆和糖醇的组合会将水分活度保持在0.60以下，以避免发霉或细菌问题，并在整个保质期内保持营养棒的柔软质地。
- 可以添加其他碳水化合物和/或纤维作为膨松剂和/或减少热量。
- 也可以添加其他维生素和矿物质。

酸奶桃味零食棒

原料表		加工步骤	营养成分表		
	使用量 (%)			每100克	
低脂麦片	42.13	1. 混合格兰诺拉麦片、桃干、巴旦木、乳清脆粒、肉桂和乳清分离蛋白。	能量	380千卡	
桃干	19.60		2. 混合除香草、桃味香精和酸奶涂层以外的其他原料。	总脂肪	10克
酸奶涂层	14.00			饱和脂肪	6克
乳清脆粒50%	3.80		3. 将糖浆加热至88° C (190° F)，然后在糖浆中加入香草和桃味香精。	反式脂肪	0克
乳清分离蛋白	3.40			胆固醇	0毫克
蒸发蔗糖	3.00		4. 混合煮过的糖浆和干混合物，直到涂层均匀。	钠	320毫克
Nutriose FM06	2.90			总碳水化合物	67克
烤巴旦木	2.50	5. 压缩成片并冷却。	膳食纤维	8克	
水	2.50		6. 切成所需的尺寸3.1厘米x3.1厘米x.9厘米 (1.25英寸x1.25英寸x.75英寸)。	糖	33克
蜂蜜	2.10	7. 在酸奶涂层中涂上一半的正方形，然后冷却。		蛋白质	11克
肉桂粉	1.90		钙	8%	
桃味香精	1.70		铁	15%	
盐	0.45		维生素A	20%	
波旁香草提取物	0.02		维生素C	6%	
总计	100.00				

甘油是高蛋白棒和小食中的常见组分，它有助于降低水分活度，使面团保持柔韧，并有助于在保质期内保持产品的柔软度。

将各种原料混合在一起以形成面团。通常，混合罐带有夹套，以控制温度并保持面团的一致性，从而最大程度地减少粘性并保持柔软度，以便于挤压。然后面团被放入挤压机的料斗中进行成型。当面团被挤出时，通常会被卷成卷并切成一定的尺寸。之后，在将产品单独包装之前，可能需要先进行干燥和涂层工艺过程。这类产品的保质期最长为一年。良好的配方和包装对于在保质期内保持最佳的口味和质地至关重要。

高蛋白棒和小食

在运动和健身营养产品中，这一类别的产品的蛋白质含量最高。商品化的产品中，蛋白质含量可高达50%。挑战在于提供高含量蛋白质的同时，也要保持产品良好的风味和质地。美国乳原料（例如WPI，WPC 80，WPH或MPC 80）通常单独使用或与其他非乳品蛋白结合使用。

蛋白质混合使用可以有助于最大程度地提高蛋白质水平，并最大程度地减少营养棒的硬化，这一现象通常发生在高蛋白营养棒中。水解的乳清蛋白不大会从配方中的其他组分中吸走水分，因此，添加乳清水解蛋白（2-20%）可以帮助保持较柔软的质地，延长保质期。¹²在高蛋白含量的营养棒中应用牛奶浓缩蛋白时，产品在柔软度和粘结性方面也有所改善。¹³因此，美国乳原料生产商针对营养棒应用开发了许多不同的水解蛋白、乳清蛋白和牛奶蛋白原料。请咨询供应商，以确定哪种原料最适合您的配方。

均衡营养棒 (40-30-30)

均衡营养棒是指产品的40%的热量来自碳水化合物，30%的热量来自脂肪和30%的热量来自蛋白质。随着Barry Sears博士开发的Zone Diet上市，这类营养棒产品在1990年代首次流行起来。WPI、WPC 80、MPC 80和WPH都是这类营养棒常用的原料。其他定制的乳蛋白的原料，例如高脂WPC，也可以用于此类配方，因为它们通常会贡献60-80%的蛋白质并提供高达15-20%的脂肪，主要



是牛奶中的磷脂。一个例子是乳清蛋白磷脂浓缩物(WPPC)。通过应用WPPC这样的原料获得额外的脂肪,将减少向营养棒产品添加其他油脂,也能满足30%的热量来自脂肪的需求。与30%的热量来自蛋白质相对应的是50克的营养棒中含有15克的蛋白质,与高蛋白棒相比,这一蛋白质水平更为适中。

减碳水化合物和低碳水化物的营养棒和小食

为了最大限度地使用糖,配方设计师可以使用高含量的纤维和糖醇,结合非营养性甜味剂,以达到所需的甜度。常用的糖醇包括麦芽糖醇、山梨糖醇、木糖醇、乳糖醇和赤藓糖醇。与典型的碳水化合物相比,纤维和糖醇带入配方的热量更少。纤维的热量含量通常小于0.5kcal/g,糖醇的热量含量为0.2-3kcal/g。应该指出的是,糖醇会引起某些人的肠胃不适。

糖醇具有帮助降低水分活度的额外益处。但是,即使水分活度降低,这类的营养棒配方的产品稳定性和质地变化也会降低保质期和消费者接受度。在低碳水化合物棒的基本配方中添加0.3%的聚磷酸钠可以使产品在四个月的时间内保持柔软,因此保质期也有所延长。

均衡营养棒 (40-30-30)

配料表

	使用量(%)
液体果糖	32.03
蛋白质混合物	30.00
花生香精	9.46
花生酱	7.56
糖	7.56
蜂蜜	6.56
植物油	5.56
香草提取物	1.27
总计	100.00

加工步骤

1. 混合液体果糖、蜂蜜、油和香草提取物,低速搅拌3分钟。
2. 加入除花生酱以外的其余原料,搅拌5分钟。
3. 加入花生酱。
4. 在切割或挤压之前,将蛋白混合物放在托盘上压平。
5. 用复合巧克力包裹蛋白棒(涂层为总重量的20%)。
6. 包装并密封。

营养成分表

	每100克
热量	360千卡
总脂肪	11克
饱和脂肪	1.5克
反式脂肪	0克
胆固醇	0毫克
钠	250毫克
总碳水化合物	43克
膳食纤维	1克
糖	40克
蛋白质	33克
钙	2%
铁	10%
维生素A	0%
维生素C	0%



肉桂格兰诺拉麦片小食

配料表

	使用量 (%)
麦芽糖醇	18.75
水	10.00
乳清蛋白脆粒	10.00
巴旦木粉	9.00
全麦面粉	7.98
乳清浓缩蛋白80	6.00
燕麦纤维300-48	6.00
无盐黄油	6.00
梅粉	5.00
糙米脆麦片	4.00
传统燕麦片	4.00
速食燕麦片	4.00
切碎的葡萄干	4.00
植物油	3.50
甘油	0.60
肉桂	0.60
盐	0.35
碳酸氢钠	0.20
三氯蔗糖	0.02
总计	100.00

加工步骤

1. 将干的原料、乳清脆粒和糙米脆麦片放入大的搅拌碗里。
2. 低速混合2分钟。
3. 加入黄油和植物油，混合直至均匀。
4. 混合麦芽糖醇和甘油，并加入上述混合物中。
5. 低速混合1分钟。
6. 加水、低速搅拌1.5分钟，直到混合物混合在一起。
7. 将混合物 ■ 为0.8厘米 (.31英寸) 厚，切成1.9厘米x 1.99厘米 (.75英寸x / .75英寸) 的条状。
8. 放在衬有垫纸的平底锅上。
9. 在204° C (400° F) 下烘烤5分钟。

营养成分表

	每100克		每100克
热量	350千卡	糖	4克
总脂肪	15克	糖醇	21克
饱和脂肪	4.5克	蛋白质	17克
反式脂肪	0克	钙	15%
胆固醇	40毫克	铁	10%
钠	210毫克	维生素A	6%
总碳水化合物	52克	维生素C	0%
膳食纤维	10克		

谷物基的焦糖燕麦棒

配料表

	使用量 (%)
玉米糖浆42 DE	26.10
乳清脆粒60%	16.70
传统燕麦片	12.50
速食燕麦片	12.50
脂肪基的焦糖粒	8.50
苹果基的代脂肪	7.70
乳清分离蛋白	5.70
水	4.50
无盐黄油	4.00
甘油	0.90
焦糖香精	0.80
碳酸氢钠	0.10
总计	100.00

加工步骤

1. 将燕麦、代脂肪、碳酸氢钠和乳清分离蛋白放入大的搅拌碗里。
2. 低速混合1分钟。
3. 加入玉米糖浆、黄油、焦糖香精、甘油和水。
4. 低速混合1分钟。
5. 加入乳清脆粒和焦糖粒并短暂混合直至混匀。
6. 将混合物■成10毫米(.4英寸)厚,并切成7.5厘米x 3.75厘米(3英寸x1.5")的条状。
7. 放在衬有垫纸的平底锅上。
8. 在204° C (400° F)下烘烤7分钟。

营养成分表

	每100克
热量	360千卡
总脂肪	7克
饱和脂肪	3克
反式脂肪	0克
胆固醇	10毫克
钠	50毫克
总碳水化合物	57克
膳食纤维	3克
糖	18克
蛋白质	19克
钙	8%
铁	6%
维生素A	2%
维生素C	0%

软或硬的格兰诺拉麦片谷物棒和小食

符合这一类别的商业产品的特征在于其质地具有吸引力。它们是用燕麦和大米脆片等谷物搭配坚果和/或其他内容物配制而成的,并通过糖浆粘合在一起,如糙米、蜂蜜或玉米糖浆。像其他冷挤压产品一样,格兰诺拉麦片配方的水分活度也必须低于0.60。

典型的格兰诺拉麦片棒或小食含大约6%至7%的蛋白质,但可以添加其他蛋白质,以将营养棒作为代餐或点心的用途。为了保持松脆的质地,可以用膨化的乳清蛋白或牛奶蛋白质脆粒代替大米脆粒。膨化的乳清脆粒可以含有高达80%的蛋白质。

可以通过比较用100%大米脆粒和用100%乳清脆粒(含有80%蛋白质)制成的营养棒中的蛋白质含量来显示在营养棒产品中乳蛋白脆粒在提高蛋白质含量方面的贡献。通过使用乳清脆粒,营养棒中的蛋白质含量从最初的3%增加到了23%。还可以添加其他高蛋白乳清原料,如WPI和WPC 80,将蛋白水平进一步提高至30%。另外,也可以应用奶

粉和乳钙,以帮助满足消费者对于每日矿物质摄入的需求。

烘焙营养棒和小食

这些产品需要烘烤才能形成最终的质地。烘烤过程的目的与用于产品混合和成型的冷挤压过程相似。使用的原料也比较相似,例如糖浆、糖醇、甘油、油、蛋白质原料、香精、乳化剂以及各种谷物、坚果、脆粒和其他内含物。像冷加工营养棒一样,烘焙营养棒在冷却后,可以包裹上具有风味的巧克力涂层或其他复合涂层。

冷加工和烘焙产品之间的主要区别在于面团的水分含量。在烘焙的营养棒和小食中,面团可能含有更多的水,这是因为很多水分会在烘烤过程中蒸发。但是,在向面团中添加蛋白质时,重要的是要尽量减少水分以避免粘稠,因为这可能会使加工变得困难。此外,也建议减少混合时间,以防止蛋白质“过度加工”。与冷加工产品相比,烘焙产品的质地更脆,口感更干,而冷挤压产品的质地比较致密,也更有嚼劲。

烘焙产品的配制非常类似于中间水分食品，最终总水分可以为4-8%，但水分活度仍需要低于0.60，以防止酵母和霉菌生长。通常，由于蛋白质的水结合特性，生产高蛋白质含量的烘焙产品更具挑战性。牛奶和乳清蛋白的分离物和浓缩物是烘焙棒所用的良好蛋白质来源。也可以添加乳清脆片以提高蛋白质含量并改变成品的质地。

谷物棒和小食

典型的谷物基产品，如谷物棒、早餐棒或其他零食小食的蛋白质含量都比较低。但是，它们具有谷物提供的其他益处，如纤维含量和“全谷物吸引力”。通常，这类产品含糖量很高，但实际上它们是由谷物制成，如燕麦、大米和小麦，因此具有健康光环。典型的谷物棒是具有谷物基的面团包裹水果作为馅料的挤压产品。它通常包含2.5%的蛋白质、8%的脂肪、73%的碳水化合物和2.5%的纤维。在面团中添加WPI、WPC 80或MPC 80可使营养棒的蛋白质水平提高到8-10%，并减少等量的碳水化合物。

早餐棒是谷物基高碳水化合物营养棒的另一种形式，也可以从蛋白质强化中受益。典型的早餐棒含有6%的蛋白质、10%的脂肪、74%的碳水化合物和大约6%的纤维。添加乳清脆粒、WPI、WPC 80、MPC 80或其他定制的乳清蛋白原料是增加早餐或代餐产品营养密度的一种简单的方法，还可以使产品更美味。

营养凝胶、营养涂抹酱和果冻

尽管营养棒和营养小食在市场上占主导地位，但诸如凝胶、涂抹酱或果冻等替代形式也在不断普及，以满足消费者“随身携带”的需求。这种产品形式满足了对快速、易食用和富含营养素的需求。

根据市场和产品组成，凝胶产品可以代替饮料、能量棒、代餐产品或营养补充剂。由于其方便的形态（体积小、易于携带和食用），这些产品在体育和户外运动爱好者中很受欢迎，如自行车手，跑步者和徒步旅行者。

相较于许多运动饮料，每盎司的凝胶产品可以提供更多的能量（卡路里），在运动过程中更便于食用。通常，它们是单一和复合的碳水化合物、蛋白质、维生素和矿物

蛋白凝胶零食

配料表

	使用量(%)
水	62.72
乳清分离蛋白，澄清	14.10
白砂糖	12.53
青柠汁100%	9.40
明胶，凝胶强度225	1.25
总计	100.00

加工步骤

1. 将水分成30毫升和70毫升。
2. 用70毫升水水合乳清分离蛋白。
3. 充分混合，静置1小时。
4. 将30毫升水加热至小火，倒入明胶搅拌直至溶解。
5. 将糖加到明胶混合物中，搅拌直至溶解。
6. 加入青柠汁。
7. 将水合后的乳清分离蛋白混入明胶混合物中。
8. 倒入容器中，冷藏至成形。

营养成分表

	每100克
能量	100千卡
总脂肪	0克
饱和脂肪	0克
反式脂肪	0克
胆固醇	5毫克
钠	10毫克
总碳水化合物	14克
膳食纤维	0克
糖	13克
蛋白质	13克
钙	2%
铁	0%
维生素A	2%
维生素C	4%

质的水状混合物，其密度使得它们能够提供与营养小食或代餐棒相同的营养量。添加的高质量的乳清蛋白与碳水化合物相结合，可以向肌肉组织提供营养，补充肌肉的能量储备，有助于提高运动员的耐力，并帮助运动员在进行下一次锻炼之前更好地恢复。¹⁴

借助凝胶这种有趣且方便的产品形式，可以在任何年龄段人群的饮食中添加蛋白质，从儿童到老年人。无论是办公室的下午零食，还是旅行或锻炼时，它都可以提供便捷的选择。由于其营养素含量高，凝胶产品还可以为由于食欲不振和/或吞咽问题（吞咽困难）而导致缺乏适量高质量蛋白质摄入的老年消费者提供益处。

凝胶特性

在特定条件下，乳清蛋白会形成不可逆的凝胶。凝胶特性取决于蛋白质的含量、溶液的pH值以及钙和钠离子的浓度。例如，在55-70° C (131-158° F) 的温度下，蛋白质含量为3-5%的溶液中形成的凝胶趋于更加半透明和更柔软。当较高的蛋白质含量(10%)加热到较高的温度[90-100° C (194-212° F)]时，会形成更多的不透明凝胶。在酸性条件下，凝胶倾向于不透明，湿润和脆弱。在中性和更高pH值的溶液中，凝胶倾向于更透明和更有弹性。凝胶的性质也可以通过改变配方中所用糖的类型来调整。添加了乳糖的含有WPI的凝胶没有颜色，而添加了核糖的凝胶是橙色/棕色的。乳糖使WPI稳定以防止变性，这增加了凝胶化所需的时间和温度，因此与使用GMP的

凝胶相比，降低了凝胶的断裂模量。添加核糖和/或不添加糖。¹⁵

当形成凝胶时，蛋白质的水合是关键。可以使用混合器将所有原料充分完全溶解在水中。但是，乳清蛋白很容易因剪切而变性，因此过度混合会产生大量泡沫并影响最终凝胶的强度。最好缓慢搅拌，并在加热之前让蛋白质水合至少30分钟，水合60分钟为佳。

可以通过调整加工条件和配方来控制凝胶特性，以适应不同食品生产商的需求。例如，可以对分离蛋白进行预酸化，以减少配方中对其他酸化剂的需求。乳清蛋白独特的胶凝特性使其成为运动/零食凝胶生产商的理想选择，生产商希望在每份产品中加入尽可能多的蛋白质以最大程度地发挥其产品的营养作用。

无论终产品是哪种形式(营养小食、营养棒、营养凝胶或涂抹酱)，美国乳原料的多样性保证了这些原料可以提供卓越的风味、质地、外观和营养益处，为各年龄层的消费者提供可以享受的产品。访问ThinkUSAdairy.org以获取更多资源，并帮助您选择美国乳原料供应商。

References:

1. *Innova Market Insights*. 2019. Unpublished.
2. *Brosnan JT, Brosnan ME*. 2006. Branched chain amino acids, enzyme, and substrate regulation. *J of Nutr* 136:2075-2115.
3. *Witard OC, Jackman SR, Breen L, Smith K, Selby A, Tipton KD*. 2014. Myofibrillar muscle protein synthesis rates subsequent to a meal in response to increasing doses of whey protein at rest and after resistance exercise. *Am J Clin Nutr*. 99(1):86-95.
4. *Tang JE, Manolagos JJ, Kujbida GW, et al*. 2007. Minimal whey protein with carbohydrate stimulates muscle protein synthesis following resistance exercise in trained young men. *Appl Physiol Nutr Metab*. 32:1132-1138.



5. Phillips, SM and Van Loon, LJC. 2011. Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation. *Journal of Sport Sciences* S29-S38 doi 10.1080/02640414.2011.619204 <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02640414.2011.619204?src=recsys> Accessed online November 12, 2018.
6. van Vliet, S., Burd, N.A. and van Loon, L.J.C. 2015. The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption. *J Nutr* doi: 10.3945/jn.114.204305.
7. Baumgartner, RN. 2000. Body composition in healthy aging. *Ann N Y Acad Sci* 904:437-448.
8. Fulgoni, VI. 3rd. 2008. Current protein intake in America: analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey, 2003-2004. *Am J Clin Nutr* 87:1554S-7S.
9. Houston, D. K., Nicklas, B. J., Ding, J., Harris, T. B., Tylavsky, F. A., Newman, A. B., Kritchevsky, S. B. 2008. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older community-dwelling adults: The Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87(1), 150-155.
10. Bradlee, M.L., Mustafa, J., Singer, M.R. and Moore, L.L. 2017. High-Protein Foods and Physical Activity Protect Against Age-Related Muscle Loss and Functional Decline. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*, 73(1), 88-94.
11. A New Era for Protein: Why U.S. Dairy Delivers in the Crowded Protein Marketplace. U.S. Dairy Export Council: 2018. www.thinkusadairy.org/resources-and-insights/resources-and-insights/application-and-technical-materials/a-new-era-for-protein-why-us-dairy-delivers-in-the-crowded-protein-marketplace. Accessed online: November 12, 2018.
12. Coppola, LE, Burrington, KJ and Rankin, SA. 2014. Impact of Hydrolyzed Whey Proteins on High Protein Nutrition Bar Hardening.
13. Banach, JC, Clark, S, and Lamsal BP. 2016. Instrumental and Sensory Texture Attributes of High-Protein Nutrition Bars Formulated with Extruded Milk Protein Concentrate. *J Food Sci.* 81(5):S1254-62.
14. Proteins and Exercise: Small Steps Can Help Ensure Your Fitness Goals. National Dairy Council. 2015. <https://www.nationaldairycouncil.org/content/2015/protein-and-exercise>. Accessed online: September 16, 2019.
15. Rich, LM and E.A. Foegeding. 2000. Effects of Sugars on Whey Protein Isolate Gelation. *J. Agric. Food Chem.* 48 (10):5046-5052.

美国乳品出口协会鸣谢美国国家乳品委员会 (National Dairy Council) , 美国威斯康辛乳品研究中心 (Wisconsin Center for Dairy Research) , 美国中西部乳品研究中心 (Midwest Dairy Foods Research Center) , 美国东南乳品食品研究中心 (Southeast Dairy Foods Research Center) 和Mary Wilcox女士贡献的专业知识。

关于美国乳业

作为全球最大的牛奶生产国,充足并不断增加的原奶供应、不断发展且极具竞争力的产品组合使得美国乳制品业处于有利地位,以满足世界对乳制品日益增长的需求。对研究和创新的持续投资,加上长期丰富的对环境管理的经验和精细的工艺传承,支持美国成为全球领先的优质、可持续生产的乳品及其原料的供应商。整个美国乳品供应链-奶农、牛奶生产者、乳品加工商和原料制造商以及乳制品机构,携手工作,提供高质量、营养丰富的产品,以满足客户的需求并推动其业务发展。



GET IN
TOUCH

2107 Wilson Boulevard
Suite 600
Arlington, VA 22201-3061
USA

ThinkUSAdairy.org
Tel. +1 (703) 528-3049
Fax. +1 (703) 528-3705

To learn more and to find a
USDEC representative near you,
visit ThinkUSAdairy.org/global-presence.



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