

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780030146.9

[51] Int. Cl.

A23J 3/14 (2006.01)
A23L 1/305 (2006.01)
A23L 1/10 (2006.01)

[43] 公开日 2009年8月5日

[11] 公开号 CN 101500428A

[22] 申请日 2007.8.6

[21] 申请号 200780030146.9

[30] 优先权

[32] 2006.8.14 [33] AU [31] 2006203507

[86] 国际申请 PCT/AU2007/001104 2007.8.6

[87] 国际公布 WO2008/019423 英 2008.2.21

[85] 进入国家阶段日期 2009.2.13

[71] 申请人 雀巢产品技术援助有限公司

地址 瑞士沃韦

[72] 发明人 L·赖德 M·托 D·科尔

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 黄革生 凌立

权利要求书2页 说明书12页

[54] 发明名称

蛋白质食品

[57] 摘要

挤出食品，其蛋白质含量为以质量计45%至80%的蛋白质，比重为0.10至0.40g/cm³，其包含：通过酶水解而至少部分水解的植物蛋白分离物；最高以质量计30%的小麦谷蛋白；最高以该食品质量计5%的碳酸氢钠，其中所述植物蛋白分离物提供大部分的蛋白质含量，并具有相对低水平的低分子量肽，并具有相对低的吸水量。

1. 挤出食品，其蛋白质含量为以质量计 45% 至 80% 的蛋白质，比重为 0.10 至 0.40 g/cm³，其包含：

通过酶水解而至少部分水解的植物蛋白分离物，其提供大部分的蛋白质含量，并具有相对低水平的低分子量肽，并具有相对低的吸水量；

最高以质量计 30% 的小麦谷蛋白；

最高以所述食品质量计 5% 的碳酸氢钠。

2. 权利要求 1 的食品，其中所述植物蛋白分离物为大豆蛋白分离物。

3. 权利要求 1 或权利要求 2 的食品，其中所述小麦谷蛋白为活性小麦谷蛋白。

4. 前述权利要求中任一项的食品，其还包括最高以质量计 25% 的植物淀粉或谷物淀粉。

5. 权利要求 4 的食品，其中所述植物淀粉或谷物淀粉为木薯淀粉。

6. 前述权利要求中任一项的食品，其还包含最高以质量计 5% 的糖。

7. 权利要求 6 的食品，其中所述糖为蔗糖。

8. 前述权利要求中任一项的食品，其中所述食品还包含最高以质量计 10% 的乳蛋白浓缩物。

9. 用于生产权利要求 1 至 8 中任一项的食品的方法，其包括有利于在所述食品中发生美拉德褐变反应的挤出后加工步骤。

10. 权利要求 9 的方法，其中所述加工步骤包括烘烤。

11. 根据权利要求 9 或权利要求 10 中的方法制备的挤出食品。

12. 掺有根据权利要求 1 至 8 或权利要求 11 中任一项的挤出食品的食物产品。

13. 碳酸氢钠用于改善挤出的烘烤食品的口感的用途，所述食品的蛋白质含量为以质量计 45% 至 80% 的蛋白质。

14. 活性小麦谷蛋白用于改善挤出的烘烤食品的口味和/或口感的用途，所述食品的蛋白质含量为以质量计 45% 至 80% 的蛋白质。

15. 乳蛋白浓缩物用于改善挤出的烘烤食品的口味和颜色的用途，所述食品的蛋白质含量为以质量计 45% 至 80% 的蛋白质。

16. 木薯淀粉用于改变挤出的烘烤食品的质地的用途，所述食品的蛋白质含量为以质量计 45% 至 80% 的蛋白质。

17. 基本如本文实施例所描述的挤出食品。

18. 基本如本文实施例所描述的用于生产挤出食品的方法。

蛋白质食品

技术领域

本发明涉及市售挤出食品生产的领域。特别地，本发明涉及制备具有改进的感官特性的相对高蛋白挤出食品。

背景技术

挤出的低含水量（通常是耐贮存的）食品是许多市售食品（从宠物食品到谷物早餐和风味点心）的主要组分。这些食品通常主要由淀粉和/或纤维材料构成。

这些基于淀粉的材料已经证明是用于生产具有预期感官特性的挤出食品的极佳材料，所述感官特性包括口味、脆性以及即便浸泡在流体（例如乳）中仍显示展开的“轻”质地的能力。这些特性通常与 $0.10 - 0.40 \text{ g/cm}^3$ 的特定密度相关。

然而，近年来鉴定出的营养需求强调期望在人类食品中具有与糖类（如淀粉）相比而言相对高的蛋白质水平。这促使食品生产商们来研究相对高蛋白挤出食品的生产，例如与更为传统的配方相比，蛋白质水平高于约 20%（以质量计）。

然而，遗憾的是，一些通常与挤出食品的高蛋白配方相关的缺点包括：

- 原材料成本高，特别是对于高功能性食物蛋白源例如卵蛋白或血浆而言；

- 口味更苦；

- 很致密，结构很硬；

- 由于更充分降解的蛋白质链而具有无法容忍的“糊样”或“砂样”

口感；以及

- 无法容忍的“难嚼的”或“橡胶样”口感。

解决以上问题的一种尝试公开于 Solae LLC.的 WIPO 专利文献 WO 2005/096834 号。在该文献中，描述了在配方中使用部分水解的大豆蛋白来提高产生与高淀粉挤出食品密度相似的相对高蛋白对应物的能力。然而，由于上文讨论的与大豆挤出相关的典型感官特性问题，该文献中所公开的产品很可能与基于淀粉的对应物相比在口味谱（flavour profile）和口感/质地方面仍具有可感受的缺点。

另一种这样的产品由 Sander 公开于 US 专利文献第 6,242,033 号。该文献描述了生产挤出的谷物早餐产品，其具有 60% 或更高（以质量计）的蛋白质含量，并据说有利地包含了来源于块茎的淀粉。

因此，本发明的一个目的在于提供蛋白质水平为 45% 至 80%（以质量计）的挤出食品，所述食品由于与基于淀粉的挤出食品的口味和质地更为近似而克服了本领域的至少一些缺点，而同时又使用了经济可行性配方。

发明概述

蛋白质含量为 45%（以质量计）至 80%（以质量计）且比重为 0.10 - 0.40 g/cm³ 的挤出食品，其包含：

通过酶水解而至少部分水解的植物蛋白分离物，其提供了大部分蛋白质含量，具有相对低水平的低分子量肽，并具有相对低的吸水量；

最高 30%（以质量计）的小麦谷蛋白；

最高 5%（以该食品的质量计）的碳酸氢钠。

上述植物蛋白分离物（通过酶水解而至少部分水解，提供最终产品的大部分蛋白质）的使用极大地有助于在生产中产生可接受的口味谱以及满意的挤出性能。这一配方还使得产品显示出显著增强的质地，特别是在相对高湿度的环境中（例如该挤出产品包含在待浸泡在奶中的谷物早餐中时）。在这样的环境下，该食品显示出比现有技术食品低得多的“糊状感”或“橡胶感”。

肉类似物和饮料业的常规应用中所使用的植物蛋白分离物通常在这些各项应用中为高分子量（即未水解）或低分子量（即出于溶解度目的而水

解)。谷物和快餐业中这类分离物的应用则相对不那么普遍。本发明人发现，使用那些类别的分离物进行的挤出带来了缺点，例如挤出特性差、不可接受的“豆”味、不合适的粘性谱和低溶解度等。

在对用于挤出早餐和快餐业食品的合适蛋白分离物进行评估时，发现高分子量（未水解的）植物（特别是大豆）蛋白分离物挤出物具有较少的口味缺点，并且口味更清淡（与多数未水解的分离物相比），但得到的质地则不那么理想，特别是在将挤出物置于液体（如奶）中时。观察到看起来酥脆的挤出物（干燥时），在浸入液体中时变成难嚼的橡胶样质地。这可能是由于高分子量蛋白质的高吸水量（water imbibing capacity, WIC）所致。

本发明人评估了高溶解度的植物蛋白分离物，它们是经酶修饰成多种水解程度（像现有技术中普遍使用以克服高分子量的一些不期望的特性）或者未水解的大豆蛋白分离物。然而，发现水解的一种普遍的不良副作用是产生短氨基酸片段，导致分离物中出现不佳的苦味，并发现这在最终产品中仍然存在。没有发现完全除去或掩盖这些苦味化合物的令人满意的方法，这使得必需使用如上述的植物蛋白分离物。

发现如上文定义的植物蛋白分离物在低水环境及高水环境中均显示出理想的感官效果。

小麦谷蛋白减轻了与大豆蛋白挤出相关的一些典型缺点。特别地，重要的小麦谷蛋白为产品提供了清淡至稍带谷物的口味，减少了可能与基于大豆的挤出相关的苦味。谷蛋白的纳入还可能改善挤出物的脆性，这在它们包含在谷物早餐产品中时以及需要延长的碗内寿命（在奶中维持脆性的能力）时是至关重要的。谷蛋白的使用可能提供与现有技术中基于大豆的食品相比更好的感官性能，而具有是相对廉价的蛋白质来源的额外优点。

优选地，所述植物蛋白分离物是大豆蛋白分离物，并且所述小麦谷蛋白是活性小麦谷蛋白（vital wheat gluten）。

碳酸氢钠的存在极大地有助于消除最终产品的“砂样”口感。这种效果被认为是因为碳酸氢钠由于改变挤出物的 pH 或与蛋白质的其他相互作用而减少了熔融物在冷却至玻璃转化温度以下时出现的蛋白质聚集体的

量。

优选地，所述食品还包括最高 25%（以质量计）的植物淀粉或谷物淀粉。淀粉的存在有助于改善食品的质地，减轻煮熟的蛋白质形成硬的或橡胶样产品的可能性。优选地，所述植物淀粉或谷物淀粉为高支链淀粉的淀粉，例如木薯淀粉。这样的淀粉通常在挤出条件下与蛋白质具有理想的协同效应。认为来自块茎的淀粉支持谷物产品从模（die）出口时膨胀，使得挤出的膨胀产品类似于典型的膨胀谷物产品。

有利地，所述食品还含有最高 5%（以质量计）的糖。这很可能是在挤出加工后提供足够的还原糖，以产生显著的美拉德反应产品，从而改善产品的口味和颜色。优选地，所述糖是蔗糖。

更有利地，所述食品还含有最高 10%（以质量计）的乳蛋白。这种添加在食品中提供了理想的奶油样乳口味，并使该食品显出诱人的金色。这些颜色和调味化合物的迅速出现很可能是由于乳蛋白中存在的蛋白质与还原糖（乳糖）之间发生的美拉德反应。

此外，当配方中包含乳蛋白时的挤出机运行条件表明，乳蛋白与更高的挤出扭矩、更高的比机械能（specific mechanical energy, SME）和更高的模压力相关，使得挤出物与不含乳蛋白的类似产品相比具有更高的密度。这些更高的能量输入通常还与稳定的挤出条件相关。

根据本发明的另一方面，提供了用于生产上述食品的方法，其包括有利于在所述食品中进行美拉德褐变反应的挤出后加工步骤。优选地，所述加工步骤包括烘烤。

根据本发明的另一方面，提供了掺有上述挤出食品（foodstuff）的食物产品（food product）。

根据本发明的另一方面，提供了碳酸氢钠用于改善挤出的烘烤食品的口感的用途，所述食品的蛋白质含量为 45% 至 80% 的蛋白质（以质量计）。

根据本发明的另一方面，提供了活性小麦谷蛋白用于改善挤出的烘烤食品的口味和/或口感的用途，所述食品的蛋白质含量为 45% 至 80% 的蛋白质（以质量计）。

根据本发明的另一方面，提供了乳蛋白浓缩物用于改善挤出的烘烤食品的口味和颜色的用途，所述食品的蛋白质含量为 45% 至 80% 的蛋白质（以质量计）。

根据本发明的另一方面，提供了木薯淀粉用于改变挤出的烘烤食品的质地的用途，所述食品的蛋白质含量为 45% 至 80% 的蛋白质（以质量计）。

现将通过本发明的具体非限制性实施例、优选实施方案进行描述。

优选实施方案详述

本发明人的工作构成了确定多种广泛的成分类型及这些成分的具体实例在改善挤出的烘烤食品的感官特性方面潜在作用的研究的一部分，所述食品的蛋白质含量为 45% 至 80% 的蛋白质（以质量计），比重为 0.10 - 0.40 g/cm³。现宽泛地讨论本发明人的结论。

选择大豆分离物作为高蛋白食品的主要蛋白质来源是权衡挤出性能、味道和成本的结果。与其他蛋白质来源（如谷蛋白）相比，大豆蛋白在高浓度下也可以相当好地进行挤出。然而，如果以常规淀粉基质作为基准，则仍需克服质地方面的缺点，因为基于蛋白质的挤出物显示不理想的质地特性，例如“糊状感”——这可定义为在口中破碎并给出浓稠的“粘稠”口感的挤出物弱结构特征；以及“橡胶感”——这可定义为在口中强韧、皮革状及难嚼的质地，特别是在挤出物与液体（如奶）接触时。

大豆还存在口味方面的问题，主要是使用一些类型的充分水解大豆蛋白作为配方混合物一部分时显著的苦味。本研究着眼于克服上述技术问题，并研究了大豆蛋白分离物与众多其他成分（例如淀粉、纤维、其他蛋白质、脂质、添加剂）的组合，以确定成分的相互作用效果，并确定这些成分中具体有哪些在主要基于蛋白质的挤出产品的可口性方面具有有利效果。

还研究了方法变量（包括温度、剪切、湿度和压力）和模设计，以了解是否可通过由该方法操作蛋白质的质地特征来产生所期望的结果。

对蛋白质组合进行了测试，并在不存在任何其他食品成分或添加剂的情况下以其纯化形式进行挤出。这一方法用于试图了解多种蛋白质类型之

间的内在差异，并了解可怎样使用多种加工参数通过变性效应（蛋白链的重新组合等）来操作蛋白质的感官品质。在研究加工操作的同时，还对其他成分（淀粉、脂质、纤维、添加剂、其他蛋白质）如何与该蛋白质相互作用进行了研究。将所得到的代表这些成分相互作用和加工操作的挤出物从感受和质地品质角度进行评估（对干燥和在奶中水合后均进行评估）。

所测试的大豆蛋白均为从脱脂大豆粗料中纯化的大豆蛋白分离物（soy protein isolate, SPI），在该分离物中含有终浓度为 90% 的蛋白质。一些需要高溶解度的分离物其后经酶修饰成多种水解程度。这种酶处理是转化“天然”或未水解大豆蛋白分离物的一些不理想特性所必需的。这些缺点包括挤出性能差、不可接受的“豆”味、不合适的粘性谱和不佳的低溶解度等。

另一方面，当使用多数水解的大豆蛋白时，发现水解的一种普遍的不良副作用是产生短氨基酸片段，在分离物中产生不理想的苦味，这在最终产品中仍然存在。没有发现完全去除或掩盖这些苦味化合物的令人满意的方法。

一般而言，充分水解的分离物具有更低的粘度（提示存在短蛋白链长（< 30 KDa），这通过 SDS-PAGE 凝胶电泳确认）、苦味，并且所产生的挤出物具有不理想的“糊状”口感。

小麦谷蛋白具有使其成为理想蛋白质来源的许多特征。谷蛋白为产品提供清淡至稍带“谷物”的口味，并在低水平下可改善挤出物的脆性。它不具有所测试大豆分离物的任何口味或质地缺点，并具有是最低成本蛋白质来源的额外优点。然而，这被其与大豆分离物（90%）相比较低的总蛋白含量（~75% 至 83%）稍稍抵消了一些。

然而，挤出含有多于约 30% 谷蛋白的谷物混合物已经证明是有问题的。在高谷蛋白水平下，挤出过程通常变得不稳定，挤出物从模中剧烈喷出，而没有良好的外形。这些挤出物还通常坚硬、致密并且由此并不可口。结论是，活性小麦谷蛋白无法用作高（>45%）蛋白挤出物中的主要蛋白质来源，而仅是优选的 SPI，并增强质地品质和降低配方成本的补充。我们注意到随着谷蛋白量的提高，挤出物的“脆性”也提高。然而，推荐使

用不高于 30% 活性谷蛋白水平，更优选 20%，因为在高水平下，通常出现不理想的谷蛋白品质（差的挤出性能；坚硬、不均一的挤出物）。

还测试了乳蛋白群，包括全脂乳蛋白浓缩物（whole milk protein concentrate, WMPC），其中所有的乳蛋白均以牛乳中的天然比例存在。

从营养学观点（PDCAAS 分数为 1）、口味和功能特征来看，乳蛋白相对于多数植物蛋白（除了大豆，其 PDCAAS 分数也为 1）确实具有相当的优势。然而，动物蛋白的成本通常显著高于植物蛋白，这限制了含有大量这种蛋白质类型的产品的商业化可能性。

对作为单一蛋白质来源的 WMPC 进行了试验，以测试其挤出特征和适用性。尽管发现该材料的挤出非常优异并产生稳定的挤出状况，但挤出物成为不令人满意的坚硬玻璃状泡。然而，这可能表明该材料具有优良的成膜特性，低水平添加可能有助于提高脆性。

样品中存在非常理想的奶油样乳口味，并且易于在挤出物中产生金色，这提示 WMPC 可能可以用作调味剂和着色剂。这些颜色和调味混合物的迅速产生很可能是由于 WMPC 中存在的丰富蛋白质与还原糖（乳糖）之间发生的美拉德反应。

对基于大豆分离物的配方中含有显著水平 MPC 时的挤出运行条件进行的分析表明，WMPC 与更高的挤出扭矩、更高的 SME、更高的模压力相关，并通常使得挤出物与无 WMPC 的类似产品相比具有更高的密度。这些更高的能量输入通常还与稳定的挤出条件相关。

结论是，WMPV 在用作 SPI 的补充蛋白时可用于改善口味谱。功能特征和挤出性能是非常有益的，尽管推荐在总体配方中为 5 至 10%，以给出理想的口味而同时尽可能降低成本。

测试了以天然木薯淀粉（一种高支链淀粉的淀粉）作为质地改善剂。其相对低的成本、清淡的口味谱和高粘度特性使其成为一种用于挤出产品的很有吸引力的淀粉来源。这种淀粉看来在挤出条件下与蛋白质具有理想的协同效应，特别是在增强挤出物的膨胀的情况下和降低蛋白质不可口的特性方面。

对于多数测试的配方而言，均加入约 2%（以质量计）的蔗糖。这一水平显著低于通常使用的添加水平，但其他配方参数使得更高的纳入水平并不实际。对于一些试验，测试了最高 6% 的水平。

在 2% 下，对不理想的蛋白质口味的任何掩盖效应是很微小的。类似地，在 2% 下，蔗糖几乎不为最终产品提供甜味，但它很可能确实为总体口味谱提供了改善，并改善质地品质，例如为挤出物加入“脆性”。

很可能即便在这些低水平下，所加入的蔗糖也能提供足够的还原糖来产生显著的美拉德反应产物，由此使产品的口味和颜色均得以改善。

据推测，在高蛋白系统中，碳酸氢钠（ NaHCO_3 ）可能改变挤出机容器中挤出物熔融物的 pH，这继而可能通过使蛋白质移至其等电点而影响蛋白质结构，从而改善溶解度。

在一些条件下，碳酸氢钠还是气体产生剂，这是可用于改变挤出物质地的特性。碳酸氢钠通过作为成核剂在组合物中产生气体的过饱和溶液并形成微小的气泡来做到这一点。

测试了碳酸氢钠添加对若干情况的效果和速率，并评估了它对高蛋白气泡（蛋白质水平 ~ 80%）质地的影响，结果不是结论性的。然而，其后对较低蛋白质配方（蛋白质水平 ~ 50%）进行的更详细测试确实证明，碳酸氢钠在降低或消除最终产品的砂样感方面非常有效。这种效果很可能是因为碳酸氢钠由于改变了 pH 或气体与蛋白质的相互作用而减少了在熔融物冷却至玻璃转化温度以下时产生的蛋白质聚集体的量。

以下部分描述了用于本发明的挤出的烘烤高蛋白食品的示例生产配方和方法。特别地，这两个实施例针对设计成对应 45% 至 80% 的蛋白质（以质量计）中两个区域的食品的配方：一个覆盖 45% 至 70% 的蛋白质（以质量计），另一个覆盖 70% 至 80% 的蛋白质（以质量计）。

实施例 1: 高蛋白配方 (蛋白质 ~ 70-80%)

典型配方在表 1 中给出。

表 1

成分	% (以质量计)
大豆蛋白分离物(SPI)	65-75
活性小麦谷蛋白	10-20
低含水量木薯淀粉	5-10
幼砂糖	1-3
碳酸钙	1-3
氯化钠	0.5-2
碳酸氢钠	0.5-2
亚硫酸钠	0-0.5

SPI 为 Profam 825, 这是 Level 10, 1 Newland Street, Bondi Junction, NSW 2022, 澳大利亚的 ADM Australia Pty Ltd 提供的部分酶水解的产物。

上述配方使用长度/直径比为 25:1 的 50 mm 双螺杆共旋转挤出机制备。

该挤出机以 20 至 75 kg/小时的填料速率运行, 并装有具有多至 4 个充分混合面的高剪切螺杆构造。

这种构造是成功的, 并产生稳定的挤出条件和尽可能高的容器填充长度。使用这种螺杆截面和 0.18 至 0.20 gm/cm^3 的堆积密度相对易于获得好的产品。

使用这种构造的 SME 通常高于 0.14 kW.hr/kg , 在一些试验中最高 0.2 kW.hr/kg 。在 0.15 至 0.16 kW.hr/kg 的范围内得到了最佳产品。

所使用的容器温度谱在表 2 中给出。

表 2.

挤出机容器区	温度 ($^{\circ}\text{C}$)
2	45
3	45
4	45
5	45
6	45

7	60
8	110
9	120
10	140

就多数高蛋白试验而言，容器加热器所使用的确切设定点并不认为对所述方法或产品有任何显著影响，只要蛋白质熔融物的温度达到与模接近即可。因此，强烈推荐紧靠模后的熔融物的温度高于蛋白质的解链温度。本领域技术人员将能够无需过度实验而实现这一条件。

评估根据上述配方所生产产品的感官特性（干燥状态和浸入奶中后）。判断该产品具有极佳的口味和质地，并具有良好的碗内寿命。总之，判断该产品优于通过已知配方和方法所生产的产品。

实施例 2: 低蛋白配方(蛋白质水平 ~ 45-70%)

典型配方在表 3 中给出

表 3.

成分	% (以质量计)
大豆蛋白分离物 (SPI)	35-50
低含水量木薯淀粉	15-25
活性小麦谷蛋白	10-20
幼砂糖	5-10
全脂乳蛋白浓缩物(WMPC)	5-10
麸皮	5-10
麦芽糖糊精	2-5
碳酸钙	0.5-3
氯化钠	0.1 -1
碳酸氢钠	0.1 -1
经蒸馏的单酸甘油酯	0.1 -0.3

SPI 为 Profam 825，这是 Level 10, 1 Newland Street, Bondi Junction, NSW 2022, 澳大利亚的 ADM Australia Pty Ltd 提供的部分酶水解的产物。WMPC 为 MPC80，由 140 Dawson St, Brunswick, Victoria 3046, 澳大

利亚的 Murray Goulbum Cooperative Company Ltd 提供。

上述配方使用长度/直径比为 25:1 的 50 mm 双螺杆共旋转挤出机制备。螺杆剖面为具有多达四个混合面的高剪力螺杆构造。所使用的容器温度谱在表 4 中给出。

表 4.

挤出机的容器区	温度 (°C)
2	40
3	40
4	40
5	60
6	80
7	100
8	120
9	140
10	150

像实施例 1 那样，容器加热器所使用的确切设定点并不认为对所述方法或产品有任何显著影响，只要蛋白质熔融物的温度达到与模接近即可。

模后实现完全熔化所需的需求看来在中蛋白水平方法中像高蛋白水平方法中一样重要，但在实践中，中蛋白配方较低的蛋白质含量意味着几乎自动实现了这一需求。

中蛋白配方中较高的淀粉含量看来降低了该体系的熔融温度，同时，中蛋白配方较低的水需求意味着熔融物的含水量显著低于高蛋白配方。

这两种效应在几乎所有测试的加工条件下都在模后产生完全熔化。模温度多为 150 在 80°C，最佳结果在约 175°C 实现。

对于“棒”和“小球形泡”挤出部分而言，低流率（约 25 kg 干料/小时）下的最佳结果使用 2 个插板（insert）获得，每个插板各为 3 × 1.5 mm 直径的圆形孔 × 2 mm 工作带长度(land length)，使得模流率为 4.2 kg/小时/孔，总模传输率为 0.373 mm³。

在更高的流率（100 kg 干料/小时）下，模区提高到两个插板，各为

32 × 1.5 mm 直径的圆形孔 × 3.5 mm 工作带长度，使得模流率为 1.56 kg/小时/孔，总模传输率为 2.272 mm³。

在全工厂规模（500 kg 干料/小时）下，使用具有 138 个孔、1.6 mm 直径 × 2.5 mm 工作带长度的单片插板，使得模流率为 3.79 kg/小时/孔，总体模传输率为 8.879 mm³。

对于以上两个实施例，均推荐将挤出与颜色/口味产生过程分离。这种分离使得挤出速率尽可能高，其后使用空气烘烤法（impingement toasting）产生期望的口味和颜色属性。

在上述试验中，使用小批量烘箱在挤出物中产生颜色和烘烤口味，并提供最后的干燥。典型的烘烤条件为 180℃ 下 5 分钟或 200℃ 下 2.5 分钟。这些条件均未优化，看来宽广的温度和时间范围内均可产生可接受的产品。

在全规模测试的高通量率（high throughput rate）下，在挤出机中加工不足的产品也使用流化床烘箱中成功地在线上（inline）烘烤。最佳结果在 500 kg/小时的处理率下使用 180℃ 气温获得。同样，温度未优化，但表明宽泛的烘烤条件范围都是适用的。烘烤时间估计为 60 秒。

评估根据上述配方所生产产品的感官特性（干燥状态和浸入奶中后）。判断该产品具有极佳的口味和质地，并具有良好的碗内寿命。总之，判断该产品优于通过已知配方和方法所生产的产品。

本领域技术人员会理解，以上描述仅提供本发明概念的若干示例性实施方案。可以设计的其他实施方案，它们尽管在非关键的细节方面不同，但仍在本发明的精神和范围之内。