[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
A23L 1/20
A23L 1/211

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 00133753.X

[43]公开日 2001年9月12日

[11]公开号 CN 1312021A

[22]申请日 2000.11.7 [21]申请号 00133753.X

[30]优先权

[32]2000.3.6 [33]US [31]09/519,324

[71]申请人 蛋白质技术国际公司

地址 美国密苏里

[72]发明人 宁陆平 J·L·霍尔布鲁克
P·S·科尔

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

代理人 黄革生

权利要求书3页 说明书22页 附图页数0页

[54]发明名称 含大豆的早餐谷物食品及其制备方法

[57]摘要

本发明提供一种供人食用的、含有至少一种粮谷和至少一种选自 大豆粉、大豆粗粉、大豆片、粉碎全大豆材料或它们的混合物的大豆 材料的早餐谷物食品。该大豆材料含有最多20μmol/g 的棉子糖，最多 35μmol/g 的水苏糖及至少 200μmol/g 蔗糖。也提供一种制备该早餐谷 物食品的方法，在该方法中，将至少一种粮谷和选自大豆粉、大豆粗 粉、大豆片、粉碎全大豆材料或它们的混合物的大豆材料混合、蒸煮 以形成谷物面团，并由该谷物面团形成即食谷物食品。该大豆材料含 有最多20μmol/g 的棉子糖，最多 35μmol/g 的水苏糖及至少200μmol/g 蔗糖。

ISSN1008-4274

00.11.07

权 利 要 求 书

1. 一种包括含有至少一种粮谷和选自大豆粉、大豆粗粉、大豆片、粉碎全大豆材料或它们的混合物的大豆材料的供人食用的即食早餐谷物的组合物，所述的大豆材料含有最多 20μmol/g 的棉子糖，最多 35μmol/g 的水苏糖及至少 200μmol/g 蔗糖。

2. 权利要求 1 的谷物组合物，其中所述的大豆材料含有最多 10μmol/g 棉子糖和最多 10μmol/g 水苏糖。

3. 权利要求 1 的谷物组合物，其中所述的大豆材料衍生自具有低水苏糖含量的可遗传表型的大豆品系。

4. 权利要求 3 的谷物组合物，其中所述的大豆品系是通过对具有低水苏糖含量表型的大豆品系进行遗传选择、诱变或遗传修饰得到的品系。

5. 权利要求 1 的谷物组合物，其中所述的大豆材料占所述组合物重量的约 10%-约 60%。

6. 权利要求 5 所述的谷物组合物，其中所述的大豆材料占所述组合物重量的约 20%-约 50%。

7. 权利要求 1 所述的谷物组合物，其中所述的粮谷选自玉米、小麦、黑麦、稻谷、燕麦、大麦及它们的混合物。

8. 权利要求 1 的谷物组合物，其中所述的粮谷包含至少一种整粒粮谷。

9. 权利要求 1 的谷物组合物，其中所述的粮谷包含至少一种精制粮谷。

10. 权利要求 9 的谷物组合物，其中所述的精制粮谷是淀粉、改性淀粉、谷粉或它们的混合物。

11. 权利要求 1 的谷物组合物，其中所述的大豆材料是脱脂的。

12. 权利要求 1 的谷物组合物，其中所述的谷物组合物是轧片的即食谷物。

13. 权利要求 1 的谷物组合物，其中所述的谷物组合物是膨化的即食谷物。

14. 权利要求 1 的谷物组合物，其中所述的谷物组合物是切碎的即食谷物。

15. 权利要求 1 的谷物组合物，其中每份 30 克所述的谷物组合物含有至少 6.25 克大豆蛋白。

16. 权利要求 1 的谷物组合物，其中进一步包含麦芽，麦芽提取物，白蔗糖，黄糖，转化糖，麦芽糖糊精，固体玉米糖浆，玉米糖浆，高果糖玉米糖浆，盐，发面苏打，至少一种维生素，至少一种矿物质或它们的混合物。

17. 权利要求 1 的谷物组合物，其中所述的大豆材料相对于得自野生型大豆的大豆材料含有减量的脂肪氧化酶、植酸或植酸盐，或其中所述的大豆材料含有黄脐。

18. 权利要求 1 的谷物组合物，其中所述的大豆材料相对于得自野生型大豆的大豆材料具有增加水平的异黄酮。

19. 权利要求 1 的谷物组合物，其中所述的大豆材料相对于得自野生型大豆的大豆材料具有改变的种子贮存蛋白含量。

20. 一种制备即食谷物组合物的方法，包括:

将至少一种粮谷和选自大豆粉、大豆粗粉、大豆片、粉碎全大豆或它们的混合物的大豆材料混合，所述的大豆材料含有最多 20μmol/g 的棉子糖，最多 35μmol/g 的水苏糖及至少 200μmol/g 蔗糖;

将所述的粮谷和所述的大豆材料煮熟以形成谷物面团；并由所述的谷物面团形成即食谷物食品。

21. 权利要求 20 的方法，其中所述的大豆材料衍生自具有低水苏糖含量的可遗传表型的大豆品系的大豆。

22. 权利要求 21 的方法，其中所述的大豆品系是通过对具有低水苏糖含量表型的大豆品系进行遗传选择、诱变或遗传修饰得到的品系。

23. 权利要求 20 的方法，其中所述大豆材料是通过将含有最多 20μmol/g 的棉子糖，最多 35μmol/g 的水苏糖及至少 200μmol/g 蔗糖的整大豆去壳、去胚和粉碎得到的。

24. 权利要求 20 的方法，其中所述的大豆材料是脱脂的。

25. 权利要求 20 的方法，其中所述的大豆材料相对于得自野生型大豆的大豆材料含有更低水平的脂肪氧化酶、植酸或植酸盐，或其中所述的大豆材料含有黄脐。

26. 权利要求 20 的方法，其中所述的大豆材料相对于得自于野生型大豆的大豆材料含有增加水平的异黄酮。

27. 权利要求 20 的方法，其中所述的大豆材料相对于得自于野生型大豆的大豆材料具有改变的种子贮存蛋白含量。

28. 权利要求 20 的方法，其中所述的粮谷选自玉米、小麦、黑麦、稻谷、燕麦、大麦和它们的混合物。

29. 权利要求 28 的方法，其中所述的粮谷是精制的。

30. 权利要求 29 的方法，其中所述精制粮谷选自淀粉、改性淀粉、谷粉或它们的混合物。

31. 权利要求 20 的方法，其中所述的大豆材料占所述即食谷物食品总重量的约 10%-约 60%。

32. 权利要求 31 的方法，其中所述的大豆材料占所述即食谷物食品总重量的约 20%-约 50%。

33. 权利要求 20 的方法，其中所述的粮谷和大豆材料通过将其共挤出煮熟。

34. 权利要求 20 的方法，其中所述的谷物面团被轧片和烘烤以形成即食谷物片。

35. 权利要求 20 的方法，其中所述的谷物面团被膨化和烘烤以形成膨化的即食谷物片。

36. 权利要求 20 的方法，其中所述的谷物面团被切碎并焙烤以形成即食谷物小片。

37. 权利要求 20 的方法，其中进一步包括在蒸煮所述粮谷和所述大豆材料前将麦芽、麦芽提取物、白蔗糖、黄糖、转化糖、麦芽糖糊精、固体玉米糖浆、玉米糖浆、高果糖玉米糖浆、盐、发面苏打、至少一种维生素、至少一种矿物质或它们的混合物加入至所述粮谷和所述大豆材料的混合物中的步骤。

00.11.07

说　明　书

含大豆的早餐谷物食品及其制备方法

本发明涉及一种新的早餐谷物食品组合物及其制备方法。

即食早餐谷物食品是受欢迎的食品，其提供很好的营养源。通常用不同的方法来制备即食早餐谷物食品以提供不同质地和口感。该早餐谷物食品包括谷物片，膨化谷物，和谷物小片。

即食谷物主要由粮谷制成，并可含有 1 种或多种粮谷。所用的粮谷如玉米、小麦、稻谷、大麦等的淀粉含量高而蛋白质含量相当低。因此从营养的角度需要一种具有较高蛋白质含量的谷物食品。

大豆是蛋白质的优秀来源，在过去已经知道在即食早餐谷物食品中将大豆蛋白和其它高淀粉粮谷结合来提供营养方面改善的早餐谷物食品，例如美国专利 US2421216。大豆蛋白具有营养所需的氨基酸并包含其它的促进健康的成份如植物雌激素。近来表明大豆蛋白能降低高胆甾醇人的血液胆固醇的浓度。因此，非常需要一种含大豆蛋白的早餐谷物食品，因为该谷物食品能提供优秀的蛋白质源，良好的营养氨基酸，并能用来降低高胆甾醇消费者的血液胆固醇浓度。

令人遗憾的是，由于一些原因，在即食早餐谷物食品中大豆蛋白没有被广泛使用。首先，虽然相对地未加工的粉碎全大豆和大豆粉、大豆粗粉和大豆片价格便宜，但其中含有大量的低聚糖、尤其是棉子糖和水苏糖，会诱导肠胀气和相应的不适和屁。人体内缺少将复杂的低聚糖如棉子糖和水苏糖分解和消化为易被肠吸收的简单的碳水化合物如葡萄糖、果糖和蔗糖所需的α－半乳糖苷酶。因不被肠吸收，大豆棉子糖和水苏糖进入肠内被细菌发酵而引起胀气和屁。因此，在谷物食品中对粉碎全大豆、大豆粉、大豆粗粉和大豆片的需求理所当然地减少了。

其次，相对地未加工的粉碎全大豆和大豆粉、大豆粗粉和大豆片具有大豆腥味和苦味，使混合有这些材料的谷物食品的可口性降低。

粉碎全大豆和大豆粉、大豆粗粉和大豆片的不良的口味和其差的可消化性使这些大豆材料用于谷物食品中不具有吸引力。

第三，为去除低聚糖和差的口感因素而经加工的大豆材料（如大豆浓缩蛋白和大豆分离蛋白）比粉碎全大豆或大豆粉、大豆粗粉和大豆片昂贵许多。大豆浓缩蛋白和大豆分离蛋白是由大豆粉、大豆粗粉或大豆片经加工去除了包括棉子糖和水苏糖的水溶和/或醇溶成份而形成的。通过 i）用含水酒精洗大豆粉/片/粗粉材料; ii）用 pH 在大豆蛋白等电点左右（pH4.5）的酸溶液浸滤大豆粉/片/粗粉材料; 或用湿热法（如蒸汽）萃取大豆粉/片/粗粉材料形成大豆浓缩蛋白。大豆分离蛋白是由大豆片/粉/粗粉通过用碱溶液浸提，将含有蛋白的浸出液与不溶的纤维材料分离，通过将浸出液的 pH 调至蛋白质的等电点左右从浸出液中沉淀析出蛋白质; 和将沉淀析出的蛋白质与浸出液分离而形成的。在工业规模上，将大豆蛋白产品精制成大豆浓缩蛋白和大豆分离蛋白的加工过程是非常昂贵的，并且得到的经加工的大豆材料的费用使它们作为谷物食品的成份是没有吸引力的。

因此，希望得到一种利用含有相对未加工的大豆蛋白的、含少量的或不含棉子糖和水苏糖并具有优良口感的成份的含有大豆蛋白的谷物组合物。也希望提供一种得到该谷物组合物的方法。

一方面，本发明是一种供人食用的含有至少一种粮谷和一种选自大豆粉、大豆粗粉、大豆片或它们的混合物的、含有最多 20μmol/g 棉子糖、最多 35μmol/g 水苏糖和至少 200μmol/g 蔗糖的大豆材料的即食早餐谷物食品。更优选在早餐谷物组合物中的大豆材料含有最多 10μmol/g 棉子糖、最多 10μmol/g 水苏糖，最优选含有最多 5μmol/g 棉子糖、最多 5μmol/g 水苏糖。

另一方面，本发明是一种供人食用的含有至少一种粮谷和含有最多 20μmol/g 棉子糖、最多 35μmol/g 水苏糖和至少 200μmol/g 蔗糖的粉碎全大豆材料的即食早餐谷物食品。更优选在早餐谷物组合物中的全大豆粉碎材料含有最多 10μmol/g 棉子糖、最多 10μmol/g 水苏糖，最优选含有最多 5μmol/g 棉子糖、最多 5μmol/g 水苏糖。

进一步，本发明是一种制备即食早餐谷物组合物的方法。将选自大豆粉、大豆粗粉、大豆片或它们的混合物的、含有最多 20μmol/g 棉子糖和最多 35μmol/g 水苏糖和至少 200μmol/g 蔗糖的大豆材料与至少一种粮谷混合。将大豆材料和粮谷蒸煮形成谷物面团，并由谷物面团形成即食早餐谷物食品。在一优选实施例中，通过共挤粮谷和大豆材料来蒸煮大豆材料和粮谷。

另一方面，本发明是一种从整大豆制备即食早餐谷物组合物的方法。将整大豆粉碎成含有最多 20μmol/g 棉子糖和最多 35μmol/g 水苏糖和至少 200μmol/g 蔗糖的碎的大豆材料。粉碎的大豆和至少一种粮谷混合并蒸煮形成谷物面团，并由谷物面团形成即食谷物食品。

另一方面，本发明是一种通过人食用含有大豆材料的谷物来减少人们患冠心病的危险的方法，其中的大豆材料含有最多 20μmol/g 棉子糖和最多 35μmol/g 水苏糖和至少 200μmol/g 蔗糖。优选在谷物中大豆蛋白的含量能有效减少人的血液中的总的和低密度脂蛋白胆固醇浓度。

本发明提供的即食谷物组合物及其加工方法明显优于已知的含大豆蛋白的即食早餐谷物食品。首先，本发明的组合物及其制备方法提供了一种含有大量的大豆蛋白而仅含有微量的会诱导肠胀气的棉子糖和水苏糖低聚糖的即食早餐谷物食品。因此，本发明的即食早餐谷物食品对提供一种高营养的强化大豆蛋白的不会引起肠胀气或屁的早餐谷物食品是有用的。其次，由于大豆材料中蔗糖含量高，因此本发明的早餐谷物组合物及其制备方法提供了一种味道较好的含大豆蛋白的谷物。

第三，本发明的用于制备即食含大豆蛋白的谷物方法在经济上明显优于现有的将大豆蛋白加入至早餐谷物的方法。在本发明前，大豆蛋白必须经过大量的加工以去除棉子糖和水苏糖低聚糖，或经过形成大豆浓缩蛋白或大豆分离蛋白。本发明的方法利用一种选自本身含有微量的棉子糖和水苏糖的大豆粉、大豆粗粉、大豆片或粉碎全大豆的大豆材料，因此该大豆材料无需进一步地加工以去除不希望有的低聚

糖。

优选实施例的描述

本发明的组合物是一种供人食用的含有粮谷和选自大豆粉、大豆粗粉、大豆片或粉碎全大豆材料、含有最多 20μmol/g 棉子糖和最多35μmol/g水苏糖和至少200μmol/g蔗糖的大豆材料的即食早餐谷物食品。

低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖的大豆材料

将一种选自大豆粉、大豆粗粉、大豆片或粉碎大豆材料的低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖的大豆材料用于本发明的组合物中，以减少或避免因食用该早餐谷物而产生肠胀气和屁，也为了在提供大豆蛋白的降低胆固醇的功效的同时，提供来自谷物中的大豆成份的令人愉快的口味。此处所用的“低棉子糖”大豆材料是一种含有最多 20μmol/g 棉子糖，较优选最多 10μmol/g 棉子糖，最优选最多 5μmol/g 棉子糖的大豆材料。优选该低棉子糖大豆材料固有地含有如此低量的棉子糖而无需加工以去除棉子糖。此处所用的“低水苏糖”大豆材料是一种含有最多 35μmol/g 水苏糖，较优选最多 10μmol/g 水苏糖，最优选最多 5μmol/g 水苏糖的大豆材料。优选该低水苏糖大豆材料固有地含有如此低量的水苏糖而无需加工以去除水苏糖。此处所用的“高蔗糖”大豆材料是一种本身含有至少200μmol/g蔗糖，较优选至少210μmol/g蔗糖的大豆材料。

低棉子糖，低水苏糖，高蔗糖大豆材料可包含改善大豆粉或粉碎全大豆材料的风味、外观或功能的其它被选特性。例如，大豆粉或粉碎全大豆可有改变的种子贮存蛋白含量（出于不同的营养角度）；可含有少量或不含脂氧化酶（为加强风味）；可含有少量或不含植酸和/或植酸盐（为强化营养）；可含有黄脐（yellow hylum）（以提高外观）；和相对于传统的大豆材料具有增加的异黄酮含量（以提供额外的保健功效）。

存在于谷物组合物中的低棉子糖，低水苏糖，高蔗糖大豆材料的量足以给谷物的食用者提供蛋白质的营养益处。甚至更优选作为大豆

蛋白食物疗法的一部分，存于谷物组合物中的大豆材料的量足以减少食用者患冠心病的危险和其血液中的总的和低密度的脂蛋白胆固醇浓度，优选每份至少 6.25g 大豆蛋白。此处所用的“每份”是 15g-60g 的谷物，更优选 20g-40g 的谷物，最优选 25g-35g 的谷物。优选地低棉子糖，低水苏糖，高蔗糖大豆材料占谷物组合物重量的约 5%-约 65%，更优选约 10%-约 60%，最优选约 20%-约 50%。

此处所用的，“大豆”是指 Glycine max，Glycine soja，或与 Glycine max 可有性杂交的任何种。“系”是一组个体之间至少一种特性表现小的或没有遗传差别的类似家系的植物。该系可由一代或多代的自花授粉和选择，或由单亲本的包括通过组织或细胞培养技术的无性繁殖得到。“突变”是指一种不是由分离或遗传学重组引起的可检测并可遗传的遗传学变化（或自发的或经诱导的）。“突变体”是指具有突变的个体，或个体谱系。

术语，“核酸”指一种可以是单链或双链，由含有糖、磷酸和或是嘌呤或是嘧啶的单体（核苷酸）组成的大分子。“核酸片断”是所给出的核酸分子的一部分。“互补的”指组成核酸的嘌呤和嘧啶碱基的特异性配对：腺嘌呤和胸腺嘧啶配对及鸟嘌呤和胞嘧啶配对。因此，第一核酸片段的“补体”指核苷酸序列与第一核酸序列互补的第二核酸片断。

在高等植物中，脱氧核糖核酸（DNA）是遗传物质，而核糖核酸参与 DNA 信息向蛋白质的转移。“基因组”是包含在有机体每一细胞中的遗传物质的整体。本语“核苷酸序列”指 DNA 或 RNA 聚合体的序列，其可以是单链或双链，任选含有或不含有能够掺入到 DNA 或 RNA 聚合体中的合成的、非天然的或改变的核苷酸碱基。

“基因”指表达一种特殊蛋白质的核苷酸片断，包括编码区前（“5'-非编码”）和后（“3'-非编码”）的调节序列。“RNA 转录物”指由 RNA 聚合酶催化转录 DNA 序列得到的产物。“反义 RNA”指一种 RNA 转录物，其与和初级靶转录物的全部或部分互补的 RNA 转录物的全部或部分是互补的 RNA 转录物，可通过干扰其初级转录物的加工，运

输，和/或翻译而阻断靶基因的表达。反义 RNA 的互补性可以是与特定基因转录物的任何部分的，如在 5'非编码序列，3'非编码序列，内含子，或编码序列。“反义抑制”指能够防止蛋白质表达的反义 RNA 转录物的生成。“共抑制”指具有与内源靶基因实质性同源性的外源基因的表达，造成外源和内源基因二者表达的抑制。

“启动子”指基因中通常位于编码序列上游（5'）的 DNA 序列，它通过提供 RNA 聚合酶和其它转录因子的识别而控制编码序列的表达。启动子还可以含有与响应于生理或发育条件而控制转录效率的蛋白质因子结合有关的 DNA 序列。

“棉子糖糖类”指具有通式 O-β-D-吡喃半乳糖基（1-6）$_n$-α-吡喃葡萄糖基（1-2）-β-D-呋喃果糖苷，其中 n=1-4 的低聚糖类。在大豆种子中，该术语尤其指含有一个（棉子糖）和两个（水苏糖）半乳糖残基的低聚糖。虽然知道半乳糖的高聚合物（如毛蕊糖和筋骨草糖），但大豆中这些高聚合物的含量用标准方法检测不到，因此其不会显著影响棉子糖糖类的总含量。

用于本发明的低棉子糖，低水苏糖，高蔗糖大豆材料可以由得自于具有低水苏糖含量的可遗传表型的大豆植物系的大豆制成。在大豆中由葡萄糖或蔗糖起始物通过一系列的酶催化反应生成水苏糖和棉子糖，其中肌醇和肌醇半乳糖苷是棉子糖和水苏糖形成中的关键的中间体。在大豆中，肌醇-1-磷酸合酶催化由蔗糖（或葡萄糖）形成肌醇。用肌醇与 UDP 半乳糖结合形成肌醇半乳糖苷，其中肌醇半乳糖苷合酶催化该反应。通过棉子糖合酶催化由肌醇半乳糖苷形成棉子糖，通过水苏糖合酶催化由棉子糖和肌醇半乳糖苷形成水苏糖。

通过选择或形成低表达，表达不全，或不表达水苏糖和棉子糖形成所需的酶的大豆品系可减少或消除大豆中的水苏糖和棉子糖的积聚。对提高大豆中的蔗糖含量同时减少或消除棉子糖和水苏糖浓度，选择或形成低表达、表达不全、或不表达肌醇-1-磷酸合酶或半乳糖醇合酶的大豆品系是特别优选的。

加入此处供参考的公开号为 WO98/45448（10 月 15 日，1998）的

PCT 提供了生产具有种子中棉子糖和水苏糖加在一起的含量少于14.5μmol/g、种子中蔗糖含量大于200μmol/g的可遗传表型的大豆植物的方法，其中该表型归因于植物种子中肌醇-1-磷酸的合成能力降低。在一方法中，用诱变剂，优选NMU（N-亚硝基-N-甲脲）处理大豆种子，将处理后的种子播种并经几代自交，将得到的大豆植物进行筛选以得到所需的表型。具有所需表型的大豆植物中至少一个编码肌醇-1-磷酸合酶突变体的基因是纯合的，该酶合成肌醇-1-磷酸能力降低，从而赋予其大豆中低棉子糖，低水苏糖，和高蔗糖浓度的可遗传的表型。

在公开号为WO98/45448的PCT中公开的LR33(登记号ATCC97988，保藏日为1997年4月17日，是具有低棉子糖，低水苏糖，高蔗糖表型的由上述诱变法制得的大豆品系，优选地，将具有所需表型的大豆品系如LR33与农业学上的原种大豆品系杂交以获得一杂交种，然后将杂交种自交至少一代，并将自交的杂交种的后代进行筛选以鉴定至少一个编码肌醇-1-磷酸合酶突变体的基因纯合的大豆品系，该突变酶合成肌醇-1－磷酸的能力降低，其中该基因带来种子中棉子糖和水苏糖加在一起的含量少于14.5μmol/g和种子中蔗糖含量大于200μmol/g的可遗传的表型。得到的杂交种优选是一种具有低棉子糖和水苏糖含量和高蔗糖含量的农业学上的原种大豆。

在由公开号为WO98/45448的PCT提供的第二种方法中，大豆植物能被基因改造以使肌醇-1-磷酸合酶发生基因沉默，引起最终的相关的种子表型。该申请的说明书提供了与肌醇-1-磷酸合酶表达有关的基因的核苷酸序列，能够用于形成具有适合于共抑制或低表达肌醇-1-磷酸合酶的调节序列的嵌合基因。根据在申请中所述的程序，可将嵌合基因插入到大豆植物的基因组中，以提供其中嵌合基因导致编码大豆肌醇-1-磷酸合酶的天然基因表达减少的大豆植物。肌醇-1-磷酸合酶表达减少的大豆植物具有低的棉子糖，低的水苏糖，和高的蔗糖含量。

全文引入本文的Kerr等的美国专利US5648210中提供了来自绿皮密生西葫芦（zucchini）和大豆的肌醇半乳糖苷合酶的核苷酸序列及

将该核苷酸序列掺入到大豆植物中以生产具有低棉子糖，低水苏糖和高蔗糖可遗传表型的转基因大豆品系方法。所提供的核苷酸序列编码如上提到是由肌醇和 UDP－半乳糖形成棉子糖和水苏糖类的关键酶的大豆种子肌醇半乳糖苷合酶。将大豆中的编码肌醇半乳糖苷合酶的核苷酸序列和可转录与肌醇半乳糖苷合酶 mRNA 或其前体互补的反义 mRNA 的合适调节序列一起转移至大豆植物中，将导致内源肌醇半乳糖苷合酶基因表达抑制，并从而导致相对于未转化的大豆植物其肌醇半乳糖苷合酶、棉子糖和水苏糖量减少。相似地，将具有与肌醇半乳糖苷合酶基因实质上同源的外源基因与合适的调节序列一起插入至大豆植物中，可以用来通过共抑制来阻止内源肌醇半乳糖苷合酶基因的表达。

在植物中外源基因如 ‘210 专利中所提供的肌醇半乳糖苷合酶核苷酸序列的插入和表达已得到确定。参见 De Blaere 等（1987）Meth. Enzymol. 153: 277-291。将肌醇半乳糖苷合酶核苷酸序列以反义构象插入到大豆植物中的不同方法对本领域技术人员来说是能够得到的。该方法包括那些基于土壤杆菌 Ti 和 Ri 质粒的方法。尤其优选使用这些载体的二元型。Ti-衍生载体可转化多种高等植物，包括单子叶植物和双子叶植物，如大豆，棉花和油菜。[Pacciotti 等（1985）生物/技术 3: 241; Byrne 等（1987）植物细胞、组织和器官培养 8: 3; Sukhapinda 等（1987）Plant Mol. Biol. 8: 209-216; Lorz 等（1985）Mol. Gen. Genet. 199: 178; Potrykus（1985）Mol. Gen. Genet. 199: 183]。其它转化方法如外源 DNA 构建体的直接摄取[参见 EPO 公开号 0295959A2]，电穿孔技术[参见 Fromm 等（1986）Nature（伦敦）319: 791]，或用包覆核酸构建体的金属颗粒高速弹道轰击[参见 Kline 等（1987）Nature（伦敦）327: 70，和 US4]对本领域技术人员来说是能够得到的。一旦进行转化，细胞能够被本领域技术人员再生。

选择的启动子，增强子，和调节序列优选能够与反义肌醇半乳糖苷合酶核苷酸序列或实质同源的共抑制外源基因相结合，以形成能最有效抑制肌醇半乳糖苷合酶表达、而对大豆植物破坏最小的核酸构建

体。特别优选的启动子是组成型启动子和允许种子特异性表达的启动子如大豆β-共大豆球蛋白（β-conglycinin）贮存蛋白的α-和β-亚基的启动子。优选的增强子是从β-共大豆球蛋白α-亚基基因中分离出来的DNA序列元件，如在‘210专利中所述的，它能够使组成启动子的种子特定性增强40倍。

全文引入本文的Kerr等的美国专利US5710365中，进一步提供了具有低棉子糖和低水苏糖含量大豆品系，其包括特定大豆基因stc1x，赋予其相对于传统的商业上可得到的大豆具有低棉子糖和水苏糖含量的可遗传表型。该stc1x基因可能是合适的编码缺陷的棉子糖合酶和水苏糖合酶的突变基因，由此阻止大豆植物中从stc1x大豆品系产生棉子糖和水苏糖。该stc1x大豆品系通过1）对现有大豆种质群进行彻底筛选以得到赋予低棉子糖糖类含量的基因源；2）用化学诱变在传统大豆品系的stc1基因中诱导突变；或3）将通过方法1或2得到的stc1x大豆品系杂交以找到具有通过增强stc1x基因的表达来进一步减少大豆植物中棉子糖和水苏糖产生的修饰基因的大豆品系。由第一种方法开发出大豆品系LR28并由第二种方法开发出大豆品系LR484（登记号ATCC75325）。

能够用参照‘365专利得到的大豆品系来生产可用于本发明的低棉子糖，低水苏糖和高蔗糖的大豆。然而由于该系中的一些产生高肌醇半乳糖苷含量而不是高蔗糖含量，因此不是所有在‘365专利中公开的大豆品系都具有高蔗糖含量。因此对本发明有用的由‘365专利得到的大豆品系必须筛选高蔗糖含量。

用于本发明的组合物和方法中的低棉子糖，低水苏糖大豆材料可叠加包含其它选择的改善大豆粉或粉碎全大豆材料的风味、外观或功效的特性。例如，本领域技术人员可基因修饰大豆品系来生产具有改变的种子储存蛋白含量的大豆（出于不同营养需要）；或含有少量或不含脂肪氧化酶（为了加强风味）；或含有少量或不含植酸和/或植酸盐（强化营养）；或含有黄脐（增加外观）；或相对于传统商品化野生大豆含有强化的异黄酮含量（提供额外的保健功效）。

用于本发明的早餐谷物组合物的选自大豆粉、大豆粗粉、大豆片或粉碎全大豆材料的低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆材料可以由上述有或没有强化的叠加遗传特性的低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆制得。在此，术语大豆粗粉和粉碎全大豆材料确定为并旨在包括大豆碎粒（soy bit）和大豆坚果（soy nuts）。

用于本发明谷物中的低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆片可由低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆通过去杂；破碎去杂大豆皮；去壳；如果需要的话，将去壳大豆的子叶部分与下胚轴分离；将大豆的子叶部分轧片；和如果需要的话，将得到的大豆碎片脱脂制得。除了使用低棉子糖、低水苏糖和高蔗糖大豆外，制备大豆片的所有步骤可以按照本领域制备大豆片的常规方法、用传统设备完成。

可以通过使大豆经过磁力分离器以除去铁、钢和其它磁性敏感物质，然后在筛孔由大渐小的筛上震动大豆以去除泥土、豆荚、茎、杂草种子、尺寸过小的豆和其它杂质来去除大豆中的杂质。可通过使大豆经过辊式破碎机将去杂后的大豆破碎。辊式破碎机为螺旋剪切的波纹辊，当大豆经过时使大豆皮松散并将大豆材料破碎成几片。优选地在 63℃-74℃下将破碎的大豆的水份调节至 10%-11%以改善大豆材料的耐藏性。可通过风选将破碎的大豆去壳。可通过在筛孔小至足以去除下胚轴而能滞留大豆子叶的筛上晃动去壳后的大豆来去除比大豆的子叶小许多的下胚轴。无需去除下胚轴，因为其只占大豆重量的约 2%，而子叶占大豆重量的约 90%，然而，优选去除下胚轴，因为其与大豆的豆腥味有关。然后使大豆经过辊轧机将带或不带下胚轴的去壳大豆轧片。辊轧机是光滑的柱辊式的，当大豆经过辊子时形成厚度约 0.01 英寸-约 0.015 英寸的大豆片。

如果需要脱脂大豆材料，则可将大豆片脱脂，可以部分脱脂，或如果需要全脂大豆材料则可省略该脱脂步骤。因此，由此得到的大豆片和任何大豆材料如大豆粉或大豆粗粉可在全脱脂到全脂的范围内。优选地用于本发明的谷物中的大豆片是脱脂的以确保最终产品的良好的耐贮性及使谷物组合物适合于加工。无论是脱脂的、部分脱脂的或

是全脂的均可以作为大豆材料成份用于本发明的早餐谷物食品中。

可通过用从大豆片中除去油的合适的溶剂萃取大豆片对大豆片进行脱脂。优选地用逆流萃取法用正已烷或正庚烷对大豆片进行萃取。脱脂大豆片的脂肪或油含量必须少于 1.5%，并且优选少于 0.75%。然后用常规的脱溶剂方法包括用急骤去溶剂器－去味汽提塔，蒸发式去溶剂器－真空除味机脱溶剂或倒风脱溶剂，将经溶剂萃取的脱脂大豆片脱溶剂以去除残留的溶剂。或用常规机械脱水机而不是溶剂萃取将大豆片脱脂。

优选地，然后将脱脂大豆片粉碎成加入到本发明的早餐谷物中的大豆粉或大豆粗粉。通过用常规的粉碎和研磨设备如锤式粉碎机或气喷粉碎机，将大豆片研磨至所需颗粒大小来粉碎大豆片。大豆粉的颗粒大小为其中至少 97%重量的大豆粉的颗粒大小为 150 微米或更小(能通过 100 目美国标准筛)。研磨较大豆粉粗的大豆粗粉在本发明定义为其颗粒大小比大豆粉大但比大豆片小。优选大豆粗粉的颗粒大小为 150 微米-约 1000 微米（能通过美国标准筛 10 号-80 号)。

用于本发明的谷物中的、相对于传统大豆具有低棉子糖，低水苏糖和高蔗糖含量的粉碎全大豆也可由低棉子糖，低水苏糖和高蔗糖含量的大豆制成。大豆按如上所述去壳；可选择地用上述针对大豆粉所述的轧片和脱脂方法将大豆轧片和脱脂；及用传统的粉碎和研磨设备如锤式粉碎机或气喷粉碎机将大豆粉碎，优选粉碎至 20 微米或更小的颗粒大小。粉碎全大豆不同于大豆粉，其含有大豆皮并因此具有可能是某些谷物食品中所需的较高的纤维含量。优选将全大豆轧片并脱脂以确保最终产品的良好的耐贮性并有助于将全大豆材料加工成本发明的谷物组合物。

粮谷

本发明的即食早餐谷物组合物含有至少一种优选选自玉米、小麦、黑麦、稻谷、燕麦、大麦及它们的混合物的谷物，用于本发明的粮谷是商业上可获得的，并可以是整粒谷物，但较优选的是由谷物按照传统的生成精制谷物的方法经加工得到的。此处所用的术语“精制粮谷”

也包括粮谷的衍生物如淀粉、改性淀粉、谷粉、通常在本领域中用于制备谷物食品的其它粮谷衍生物，及这些材料与其它粮谷的混合物。一种精制谷物优选由美国 1 号或 2 号黄玉米通过干粉碎将胚乳与胚及麸分离并由胚乳形成玉米粉、玉米粒或玉米谷粉制成的。可根据工业上惯用的粉碎方法由硬或软的小麦品种、红或白的小麦品种制成精制小麦，并且其可以是含有少量的或不含麦麸的小麦粉，麦麸或是含有谷粉、麸及麦胚的研磨小麦制品（全麦粉）。精制黑麦优选按照工业上惯用的研磨方法制得的黑麦粉。精制稻谷可以是一级米，二级米或是通过常规的生米去壳及抛光及优选地将抛光及去壳稻谷磨成米粉的操作制成的酿酒用稻谷。通过用制做麦片的传统手段将燕麦去壳并清洗制成去壳燕麦粒及将去壳燕麦粒研磨成燕麦片或燕麦粉来精制燕麦。精制的燕麦也可以是脱脂的。按照制做大麦片或大麦粗粉的传统手段通过将大麦去壳并清洗及将洗净的大麦精碾并轧或研磨制成大麦片或大麦粗粉来精制大麦。

本发明的即食早餐谷物组合物优选含有早餐谷物组合物总重量的约 20%-约 90%的粮谷。更优选该组合物含有组合物总重量的约 40%-约 75%的粮谷。

该组合物可含有一种以上的粮谷。例如，高麦麸用于复合谷物组合物中以使组合物易于轧片及改善得到的谷物片的质量。为增加组合物的膨化性，稻谷粉可用于复合谷物组合物中。用于组合物中的每种粮谷的数量取决于早餐谷物所需的风味、质地和形状，并且可由该领域技术人员根据这些所需的特性作出选择。

即食早餐谷物组合物的其它成份

即食早餐谷物组合物可含有并优选确实含有增强本发明的早餐谷物组合物的风味、色泽、贮存稳定性及营养成份的其它成份。商业上可得到的大麦麦芽可加入到组合物中以给早餐谷物食品提供风味及色泽。优选早餐谷物组合物含有 0%-约 5%重量的麦芽。糖是优选加入的，以给早餐谷物组合物提供风味、色泽和质地，并且根据早餐谷物组合物所需的色泽和风味，加入的糖可以是白蔗糖、黄糖、转化糖浆或它

们的混合物。优选地早餐谷物组合物含有约 0%-约 25%重量的糖，并更优选含有约 5%-约 15%重量的糖。早餐谷物组合物也可含有其它甜味剂如麦芽糖糊精、固体玉米糖浆、玉米糖浆和高果糖玉米糖浆。通常在组合物中用这些甜味剂来替代部分糖。盐（氯化钠）作为一种调味剂可包含在早餐谷物中。优选组合物含有约 0%-约 3%重量的盐。维生素及矿物质可包含在组合物中以强化早餐谷物食品的营养。优选组合物含有约 0%-约 2%重量的维生素和矿物质。

含低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆的早餐谷物食品的制备

本发明的即食早餐谷物食品分三个基本步骤形成：由低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆形成低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉、大豆粗粉、大豆片或粉碎全大豆材料；将得到的大豆材料与至少一种粮谷混合以形成谷物面团；由谷物面团形成即食谷物。在前讨论了形成低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉、大豆粗粉、大豆片或粉碎全大豆材料的步骤。更优选用脱脂的低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉形成早餐谷物食品。

将粮谷与制得的大豆材料混合以形成谷物面团的步骤包括将粮谷、大豆材料和其它成份如麦芽、糖、盐和营养素混合，并将混合后的配料蒸煮以形成糊化的或熟面团的分步骤。混合干物料可由干的大豆和粮谷配料在常规的混合器如螺条混合器中常规干混合足够时间以确保配料彻底混合，优选约 4 分钟-约 20 分钟形成。将每种干配料称重并以预选的比例加入到混合物中，根据谷物组合物所需的特性选择该比例。不同粮谷对早餐组合物的作用及为得到所需早餐谷物的特性而要求的该粮谷的比例对制备即食早餐谷物食品领域的技术人员来说是公知常识。

可制成糖、盐、大麦麦芽或发芽大麦萃取物和营养素中部分或全部配料的液体物料，用于在蒸煮混合配料前加入到混合干物料中。将所需的配料称重并以所需的比例加入到混合槽中并将水加入到槽中。然后将液体物料混合足够的时间以使配料混合彻底。

然后将混合的干物料及液体物料混合并蒸煮以形成谷物面团。可

用各种已知的蒸煮方法包括间歇蒸煮和连续蒸煮来制备蒸煮谷物面团。不同的蒸煮方法包括在转鼓混合器中在升高的压力下加热混合的干物料和液体物料，在搅拌锅中常压下加热及最优选在连续搅拌挤出机中高压下加热。

在制备熟谷物的优选方法中，干物料与液体物料在常规的单螺杆或双螺杆挤出机中受压混合，在其中注入蒸汽以加热和蒸煮混合物。优选地，在将干物料混合物加入至挤出机前，将干物料混合物在预处理器中用蒸汽加湿使其水合以易于在挤出机中加工。为获得被挤压谷物面团的足够流变性，优选含大豆蛋白的干物料的湿化程度大于仅含有粮谷的干物料。物料在预处理器中优选增加湿化至 10%的水份，但是物料/面团可额外地加湿以获得在挤出工艺中所需的流变性。为了在材料经过挤出机时进行联合混合与蒸煮，干物料与液体物料在挤出机的入口端合并。

蒸煮挤出机的操作条件选择为使谷物面团大体上糊化。蒸煮挤出机通常操作成使挤出机的出口温度为约 180℉-约 310℉，并且物料的停留时间为约 30 秒-约 20 分钟，优选约 45 秒-120 秒。但是，本领域技术人员可根据需要修改操作条件来变更蒸煮条件。例如，较长的停留时间可用于提供谷物组合物中的煮熟谷物味。

熟的面团从蒸煮挤出机中挤出，并且如果最终早餐谷物食品是经膨化的谷物，则可将熟面团在蒸煮挤出机的挤出口切成面片或面团粒。在相当高的蒸煮温度下熟的谷物经蒸煮挤出机的出口挤出引起挤压的面团在离开挤出机时膨胀和疏松。用传统的位于与蒸煮挤出机出口处邻接的造粒机可将膨化的谷物面团挤出物切成膨化谷物面团粒。制片机刮刀在蒸煮挤出机的出口将挤出物切成选定大小的片。

然而，如果蒸煮挤出机出来的熟谷物面团将制成谷物片或小片的，挤出物可直接从蒸煮挤出机导出至常规成型挤出机以减少或消除在蒸煮温度下从蒸煮挤出机挤出的膨化效果。成型挤出机可以是其中装配有冷水循环的单螺杆或双螺杆挤出机。成型挤出机再挤压并冷却熟面团，然后将冷却的熟面团经一模板挤出，优选该面团在出成型挤出机时的温

度为约 115℉-约 160℉。当面团在此低温下挤出时，由于在挤出时包含在挤出物中的水份不闪蒸出，面团即使有膨化的话也很少。通常成型挤出机的模板有许多孔，优选约 15-约 30 孔，面团经这些孔挤出。

当熟面团从成型挤出机挤出时，可用常规造粒机来将熟面团制成选定形状和大小的面团粒。造粒机刮刀将面团挤出物股切成粒或片以进一步加工成片或小片谷物。

为加工成成品谷物材料，面团在蒸煮和造粒后可做进一步调理。优选通过用在震动筛上的常规颗粒搅打机或块粒破碎机破碎谷物团块将面团粒解块，在那里经解块的大小合适的面团粒将通过震动筛。经解块的粒易于冷却及干燥至均匀的水份含量。

如果需要也可将面团粒干燥以将面团粒的水份含量降低至面团粒能被进一步加工成成品谷物产品，通常为 10%-约 18%重量的水份。可用传统的早餐谷物干燥机将谷物粒干燥足够的时间以得到所需的水份含量。如果面团的水份含量小于 18%，无需进行干燥，但如果谷物粒的水份含量大于 21%则必须干燥。

干燥后可将谷物面团粒调和。通过将谷物粒置于调和箱中直到谷物粒中和谷物粒间的水份量平衡来调和谷物粒。典型地，谷物粒的调和时间为约 4 小时-约 10 小时。但是，不是都需要调和，只有当面团的内部水分和外部水分水平存在较大差异时才进行调和。当要形成的早餐谷物食品为谷物片时，需要避免谷物粒中内部和外部的水份水平一致这样谷物片将卷曲，因此在制备谷物片时，可能需要避免将谷物片调和，除非谷物的表面水份和内部水份存在很大的差异。

然后由熟的、经解块的、或是经干燥的和/或调和的、或未经干燥和/或调和的谷物面团粒制成成品即食早餐谷物。可将非膨化的谷物面团粒轧片制成麦片或可将其切丝。膨化的谷物面团粒用于形成膨化的早餐谷物食品。

为形成片状早餐谷物食品，将熟的、经解块的谷物面团粒轧片然后烘烤。能够用传统轧片方法和设备将谷物面团粒轧片。通过使面团粒经过传统的辊式轧片机将其轧片。优选地辊式轧片机包含两个反向

旋转的辊子，通过冷水（55℉-60℉）在辊子内循环，使辊子的表面温度保持在约 75℉ 和 90℉之间。辊式轧片机的辊间距调节至所需的片的大小，并优选调节至约 1/1000 英寸-2/1000 英寸。

将得到的谷物片干燥并烘烤以得到产品谷物片。谷物片可用传统的干燥和烘烤麦片的方法和设备进行干燥和烘烤。优选谷物片在传统片烘烤炉中干燥及烘烤足够的时间使谷物片中的水份含量减少至所需水平。得到的谷物片优选含有约 1%-约 3.5%重量的水份。

为形成最终的膨化或膨胀的早餐谷物产品，将膨化的解块的谷物面团粒干燥并烘烤。膨化的谷物面团粒可用传统的干燥和烘烤膨化谷物片的方法和设备进行干燥和烘烤。优选膨化谷物片在传统的烘烤炉中干燥和烘烤足够的时间使膨化的谷物片中的水份含量减少至所需水平，典型的减至约 1%-约 3.5%重量的水份含量。

为形成小片早餐谷物食品，将熟的解块的谷物面团粒切碎并焙烤。谷物面团粒用常规的形成小片谷物产品的方法和设备进行切碎。通过使面团粒经过常规的辊式切碎机将面团粒切碎。优选切碎辊是由两个互相接触、反向旋转的辊子组成，其中一个是光滑的、另一个是有沟槽的，通过辊子内水循环将辊子的表面温度保持在约 75℉-约 100℉。用刷子将切碎的谷物面团从有沟槽的辊上取出形成谷物小片。用常规的压制小片谷物并使其粘在一起的切碎机将小片谷物压紧成小块。

然后将小块焙烤使谷物干燥并形成最终谷物产品。优选小块在常规的连续传动带式烤炉中焙烤至所需水份含量，优选至约 1%-约 3.5%重量的水份。如果小片谷物含有大量的玉米粒或稻谷粒，那么小片谷物必须进行膨化或在焙烤中敞开以防止谷物质地过硬和坚硬。小片谷物可在焙烤中膨化，通过在其出炉前将小片谷物瞬间加热至一高的温度（550°F-650°F）从而使小片谷物中的水份在谷物出炉时闪蒸出，从而将小片谷物膨化。

含低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆的早餐谷物食品在降低胆固醇和减少患冠心病危险上的用途

本发明的含有低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖的早餐谷物食品可用

作降低胆固醇饮食的一部分。大量的科学研究表明大豆蛋白作为血胆甾醇过多的人正常饮食的一部分时，能有效降低人体中总的和低密度的脂蛋白血液胆固醇水平，典型地降低5%-30%。美国食品和药物管理局(FDA)颁布了一项规定，即含大豆蛋白的食品可以包含说明该食品是低饱和脂肪和胆固醇，可减少患冠心病的危险的标签（21CFG§101.82-1999年10月26日发布）。

本发明的早餐谷物食品可用作降低血液胆固醇和减少患冠心病危险的部分饮食。该早餐谷物食品不会引起与棉子糖和水苏糖有关的胀气并在提供大豆蛋白的保健功效的同时具有令人愉快的风味。

降低血液胆固醇浓度和减少患冠心病危险的大豆蛋白的有效的每日摄入量为25克/天。可将早餐谷物配制成每份含有25克的大豆蛋白以满足为减少患冠心病危险所需的大豆蛋白的日饮食要求量。或早餐谷物可配制成每份仅含大豆蛋白的日饮食要求量的一部分。

优选本发明的早餐谷物食品每份含有降低胆固醇和减少患冠心病危险所需的大豆的日饮食要求量的部分，并与其它含大豆蛋白的食品和/或饮料一起食用以提供这些保健效果。最优选本发明的早餐谷物食品每份含有至少6.25克大豆蛋白，其是FDA要求的保健需要量。

下面的实施例说明本发明的早餐谷物组合物及其制备方法。这些实施例旨在证明本发明的早餐谷物组合物的用途和效果，不能解释为限制本发明的范围。

实施例1-低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆麦片

制备一种含有麦麸和低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉的即食早餐麦片。将配料在螺条混合器中混合5分钟制成含有45.5%重量的全麦粉（Buccaneer，Con Agra）；45.5%重量的低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉；和9.0%重量的高麦麸（heavy bran）（Heavy Bran#2，Knappen Milling Co.Agusta MI）的干物料。将配料在混合桶中混合来制备含有46.7%重量的糖；28.5%重量的水；14.3%重量的发芽大麦萃取物（Maltotine ER，Crompton—Knowles corp.）；9.4%重量的盐和1.1%重量的焦糖色素（Sethness BC420 粉末状焦糖色素，Sethness

Products Co., Chicago, IL）的液体物料。在液体物料加入到蒸煮挤出机前，液体物料的温度保持在 40°C。

将干物料置于预处理器中。将蒸汽以 16kg/hr 注入至预处理器中的干物料中来水合和调理干物料。在预处理器中，干物料水合至水份含量为 9.22%重量至 20.11%重量。从预处理器中卸出温度为 84°C 的水合后的干物料。

将调理、水合后的干物料和液体物料导入至双螺杆、共旋转的完全啮合的蒸煮挤出机（Model TX57, Wenger Mfg., Sabetha, KS）。挤出机在挤出轴速度为 347rpm 下运转。干物料和液体物料经过挤出机加工、混合并蒸煮而形成面团。面团经插入在 2.5 英寸直径不锈钢中管、有 3/4 英寸直径的孔的管模从挤出机中挤出。

从中管出来的面团喂入一单螺杆成型挤出机（Model F-25, Wenger Mfg.）。热面团经挤出轴速度为 25rpm 的成型挤出机挤出。冷却水在成型挤出机中循环，热面团在成型挤出机中被冷却并被再次挤压。面团经含有 20 个孔的模板从成型挤出机中挤出。造粒机用于当面团从成型挤出机的模板中挤出时将面团制成面团粒。挤出和造粒瞬间，面团的温度在 50-60°C 范围内。

将面团粒输送至调理转筒，在那儿它们得到冷却并达到内部的水份平衡。面团从调理转筒出来时，其有 25%重量的水份含量并且温度为 35-40°C。调理后的面团粒落在震动筛上，震动筛上安装的颗粒搅打机将结块的面团粒打散使面团粒通过震动筛。

冷却、调理、和解块后的面团粒经过辊式轧片机（1360 型，Wenger Mfg.）形成谷物片。辊式轧片机含有两个光滑的反向旋转的辊子，一个直径为 24 英寸且另一个直径为 14 英寸。辊间距定为 1/1000 英寸且辊表面的线速度为 1135ft/sec。通过冷却水在辊子内循环，使辊子表面的温度保持在 75-80°F。

将成型的谷物片送入有一个单通道干燥段和两个单通道烘烤段的干燥和烘烤系统中（Series VI Model 600, Wenger Mfg.）。干燥段的温度保持在 180°C，每个烘烤段的温度保持在 165°C。谷物片在干燥

段的停留时间为 1 分钟，在联合烘烤段停留 2 分钟。从干燥器/烘烤器出来时，谷物片的水分含量为 2.5%。然后将得到的谷物片从干燥器/烘烤器中卸出并让其冷却。

得到的谷物片含有以重量计 40.3%的全麦粉、8.0%的高麦麸、40.3%低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉、0.2%的焦糖色、7.4%的糖、2.3%的麦芽和 1.5%盐。谷物片每份 30 克含有 6.8 克大豆蛋白。

实施例 2-低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆的麦片和用传统的大豆粉制成的麦片及不含大豆的传统麦片的比较

将上述实施例 1 中制成的低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆的麦片和用传统的大豆粉制成的麦片及不含大豆的麦片进行比较。

除了在干物料制备中用传统的商品大豆粉替代低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉外，按照上述实施例 1 中有关含有低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉的谷物麦片的方法，用传统的大豆粉制备谷物麦片。除了传统大豆粉替代低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉外，得到的麦片组成与实施例 1 中的麦片的组成相似。

不含大豆的谷物麦片也按照上述实施例 1 中的方法制备，除了在干物料制备中没有使用任何类型的大豆粉。用 60.1%重量的全麦粉和 39.9%重量的高麦麸制备干物料。得到的麦片含有以重量计：53.2%全麦粉、35.3%高麦麸、0.2%焦糖色、7.4%糖、2.3%麦芽和 1.5%盐。

对含低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉的麦片的样本（“HS 样本”）含有传统的商品大豆粉的麦片样本（“CV 样本”）和不含大豆的麦片样本（“Control 样本”）的冲泡寿命（bowl life）、外观、风味及质地作评估。由一组选出的早餐谷物片的喜好者和食用者对外观、风味和质地进行评估。

通过将每种样本 10g 放在碗中，将 100ml 的 2%牛奶加入至谷物样本中，并在 0.5、1、2 和 3 分钟时评估谷物的酥性来评估冲泡寿命。用 1-10 分给每种样本打分，1 分相当于时间是 0 时的酥性且 10 分相当于完全变软。发现在牛奶中 HS 样本比有冲泡寿命可比性的 CV 样本或 Control 样本保持的脆性和酥性程度高。

通过样本的色泽和物理特性的视觉评估来评估样本的外观。发现含大豆的HS和CV样本比Control样本的灰色浅且更具有金棕色，并发现HS样本比CV样本更具光泽、不暗淡并且颜色更均匀。发现Control样本、HS样本和CV样本的表面光滑性和内在多孔性是可比的。

通过品尝试验评估样本的口感。Control样本有麦麸特有的口感。HS和CV样本的麦麸口感不浓。HS样品没有豆腥/大豆味而比CV样本的味道更清新。

通过品尝和咀嚼谷物片样本来评估样本的质地。Control和HS样本比CV样本有更好的脆性、酥性和软的质地。

实施例3-低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖复合谷物片

制备一种含有低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉的即食复合谷物早餐谷物片。通过将配料在螺条式混合器中混合5分钟形成含有以重量计：3.7%全麦粉(Buccaneer, Con Agra)；33.6%玉米粉(Con Agra)；16.8%稻谷粉(RL-100, Riviana, Houston TX)；和44.8%低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉的干物料。将含有以重量计：47.2%糖、14.7%发芽大麦萃取物(Maltoline ER, Crompton&Knowles Corp.)、9.6%盐和28.5%水的液体物料在混合桶中混合。按照实施例1中所述，将干物料预处理并与液体物料一起挤压以形成谷物面团。按实施例1所述将面团造粒、调理、解块、轧片、干燥并烘烤以形成含有低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆的复合谷物片。

得到的麦片以重量计含有3.3%全麦粉；30.2%玉米粉；15.1%稻谷粉；40.2%低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉；7.4%糖；2.3%麦芽；和1.5%盐。每30克该谷物片含6.72克大豆蛋白。

实施例4-含有低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉的膨胀(膨化)高燕麦复合谷物麦圈

制备一种具有高燕麦含量并含有低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉的即食膨化早餐谷物食品。将含有以重量计：39.2%低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉；37.5%脱脂燕麦粉(Con Agra)；20%稻谷粉(Riviana, Houston TX)；2.8%糖；1.5%盐和0.75%发面苏打

（Arm&Hammer）的干物料在螺条混合器中混合 5 分钟。将干物料喂入预处理器中。将水注入预处理器中的干物料中以将干物料水合至水份含量为 6.6%至 10.4%。从预处理器中卸出的水合后干物料的温度为 26℃。

将水合后的干物料引入双螺杆、共转动完全啮合的蒸煮挤出机中（Model TX57, Wenger Mfg.）。挤出机在挤出轴速度为 221rpm 下运转。将水与干物料一起引入挤出机中，混合物经挤出机加工成面团。面团经内径为 0.22 英寸和外径为 0.37 英寸的模孔从蒸煮挤出机中挤出从而形成熟面圈。当面团从蒸煮挤出机挤出时膨胀。在面团从挤出机挤出时，用切片机将面团切成膨化的面圈。

通过切片机制得的膨化面圈输送至有一单通道干燥段和两个单通道烘烤段的干燥和烘烤体系中（Series VI Model 600, Wenger Mfg.）。干燥段的温度保持在 165℃ 且膨化面团粒在干燥段停留 1.6 分钟。膨化面圈从干燥段出来进入第一烘烤段，该段温度保持在 90℃，面圈在此段停留 1.3 分钟。面圈从第一烘烤段进入第二烘烤段，该段温度保持在 100℃，面圈在此段停留 1.3 分钟。从干燥器/烘烤器出来时膨化谷物片的水份含量以重量计为 2.86%。

将得到的膨化麦片从干燥器/烘烤器中卸出并让其冷却。每 30 克得到的膨化燕麦圈含有 6.6 克大豆蛋白。

实施例 5-含麦麸和低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉的膨胀（膨化）复合谷物圈

制备一种含麦麸和低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉的即食膨胀（膨化）复合谷物圈。将含有以重量计：40%低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆粉；36%高麦麸（Heavy Bran#2, Knappen Milling Co., Augusta MI）；10%稻谷粉（Riviana, Houston TX）；8%糖；4.2%黄糖（浅色红砂糖，C&H Sugar , Crockett CA）；1%盐；0.75%发面苏打（Arm&Hammer）和 0.05%焦糖色素(Sethness BC420 粉状焦糖色素,Sethness Products Company,Chicago IL)的干物料在螺条混合器中混合 5 分钟。按与上述关于高燕麦复合谷物圈相类似的方法将干物

料预处理、蒸煮、挤压、干燥和烘烤以形成含麦麸和低棉子糖、低水苏糖、高蔗糖大豆材料的膨胀（膨化）复合谷物圈。每份 30 克膨化复合谷物圈含 12.54 克大豆蛋白。