



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1852659 B

(45) 授权公告日 2011.02.09

(21) 申请号 200480027151.0

布赖恩·C·滕格兰德

(22) 申请日 2004.10.18

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

(30) 优先权数据

60/481,518 2003.10.16 US

60/521,034 2004.02.09 US

代理人 封新琴 巫肖南

(51) Int. Cl.

A21D 13/00 (2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.03.20

(56) 对比文件

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2004/034368 2004.10.18

US 6248375 B1, 2001.06.19, 全文.

CN 1419417 A, 2003.05.21, 全文.

US 6221418 B1, 2001.04.24, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

W02005/036971 EN 2005.04.28

CN 1416322 A, 2003.05.07, 说明书第5页第

7行 - 第17页第6行.

(73) 专利权人 泰克康姆集团公司

地址 美国佛罗里达州

审查员 徐彦

(72) 发明人 乔恩·R·安芬森

权利要求书 4 页 说明书 46 页 附图 3 页

(54) 发明名称

具有降低的血糖应答的可消化性降低的碳水化合物食物

(57) 摘要

本发明涉及在小肠内降低可消化的碳水化合物-基的材料中可消化的碳水化合物的消化,并降低可消化的碳水化合物的消化产物(即,单糖)的吸收。未消化的可消化的碳水化合物和未吸收的消化产物通过小肠进入结肠,在结肠中它们被发酵。有效地,通过实施本发明制成的食物材料使得可控量的可消化的碳水化合物以绕过小肠,导致可消化的碳水化合物在结肠中发酵。本发明也提供了用不可消化的食物薄膜材料处理可消化的碳水化合物-基成分,以形成具有保护性食物薄膜网络的可消化性降低的碳水化合物食物,所述的保护性食物薄膜网络可抑制或防止所述可消化的碳水化合物的消化。本发明也提供了用不可消化的食物薄膜材料处理可消化的碳水化合物-基成分,以提供得到的可消化性降低的碳水化合物食物,其含有对于的形成粘性肠内食糜有贡献的粘性-增效成分,所述的粘性肠内食糜能抑制或防止所述可消化的碳水化合物的消化并能抑制可消化的碳水化合物的消化产物在小肠中的吸收。

1. 具有基体结构的可消化性降低的包括面食制品和重构的米粒在内的碳水化合物食物,其包括:

1) 离散单元形式即淀粉颗粒形式的可消化的碳水化合物-基成分,包括可利用的碳水化合物,和

2) 围绕所述淀粉颗粒离散单元的食物薄膜网络,其包含不可消化的保护性材料,以对于一部分可利用的碳水化合物提供消化抗性,当所述可消化性降低的碳水化合物食物被吃入时使其免于在小肠中消化,

其中所述食物由面团制成,所述面团如下制备:对含有离散单元即淀粉颗粒的粉和不可消化的保护性材料进行混合,

其中所述食物基于重量包含:

1) 至少 50% 的粉,选自小麦、黑麦、大麦、燕麦、高粱、稻、玉米、荚果、豆类和马铃薯的粉,以及上述的混合物,其中所述面粉包含可利用的碳水化合物,和

2) 至少 2% 且至多 40% 的不可消化的保护性材料,其按重量比包含:

a) 至少 10% 的下列中的至少一种:

(i) 结构的 / 粘性的可发酵的材料,其选自角叉藻聚糖、海藻酸盐、阿拉伯树胶、黄耆胶、刺梧桐树胶、瓜尔豆胶、刺槐豆胶、他拉胶、罗望子果胶、葡粉、阿拉伯糖基木聚糖、b- 葡聚糖、果胶、纤维素、胞外多糖胶、黄原胶、羧甲基纤维素、羟丙基纤维素、羟丙基甲基纤维素、海藻酸丙二醇酯及其混合物,

(ii) 结构蛋白聚合物,其选自谷蛋白、改性谷蛋白、酪蛋白、大豆、乳清浓缩物及其混合物;

b) 至少 35% 的流变学改良剂,其选自包括甘油、果糖在内的低分子量糖类、寡聚果糖、多元醇、聚葡萄糖、具有 2-20 的聚合度 (DP) 且平均 DP 为 4-7 的葡粉、寡糖、阿拉伯树胶和部分水解的瓜尔豆胶;和

c) 任选的离子性质改良剂,其选自单价阳离子、二价阳离子及其混合物;以及

其中可消化性降低的碳水化合物食物的血糖指数比由可消化的碳水化合物-基成分制成的常规食物的血糖指数少至少 30%,不包括可消化性降低的碳水化合物食物通过不可消化的保护性材料的任何稀释。

2. 权利要求 1 的可消化性降低的碳水化合物食物,其中所述面食制品包括面条

3. 权利要求 2 的可消化性降低的碳水化合物食物,其包含按所述不可消化的保护性材料的重量计至少 0.5% 的所述离子性质改良剂,所述离子性质改良剂选自单价阳离子、二价阳离子及其混合物。

4. 权利要求 3 的可消化性降低的碳水化合物食物,其中所述离子性质改良剂为选自氯化钾、氯化钙和柠檬酸钠及其混合物的至少一种盐。

5. 权利要求 3 的可消化性降低的碳水化合物,其中含有按所述不可消化的保护性材料的重量计至少 1% 且至多 5% 的所述离子性质改良剂。

6. 权利要求 5 的可消化性降低的碳水化合物食物,其中所述离子性质改良剂选自氯化钾、柠檬酸钠、氯化钙,及其混合物。

7. 权利要求 1 的可消化性降低的碳水化合物食物,包括至少 5% 且至多 15% 的不可消化的保护性材料。

8. 权利要求 1 的可消化性降低的碳水化合物食物,其中可消化性降低的碳水化合物食物的血糖指数不大于 50%。

9. 权利要求 8 的可消化性降低的碳水化合物食物,其中可消化性降低的碳水化合物食物的血糖指数不大于 10%。

10. 权利要求 1 的可消化性降低的碳水化合物食物,其中所述食物是由面团干燥的面食制品,所述面食制品基于重量组成如下:

a) 至少 75% 的面粉;

b) 至少 5% 的保护性材料,所述不可消化的保护性材料由以下组成:

至少 25% 且至多 90% 的流变学改良剂,选自多元醇、甘油、FOS、聚葡萄糖、具有 2-20 的聚合度 (DP) 且平均 DP 为 4-7 的葡粉、具有 2-60 的 DP 且平均 DP 为 10-12 的多分散的葡粉,及其混合物;其中所述结构的 / 粘性的可发酵的材料选自高甲氧基果胶、黄原胶及其混合物,以及其中所述结构蛋白聚合物选自活性小麦谷蛋白、改性的小麦谷蛋白及其混合物;按所述不可消化的保护性材料的重量计至少 1% 且至多 5% 的离子性质改良剂。

11. 权利要求 1 的可消化性降低的碳水化合物食物,其中所述面食制品包括面条。

12. 权利要求 10 的可消化性降低的碳水化合物食物,其中所述面食制品包括意大利式细面条、面条、蝶形领结形面条、扁面条、波纹贝壳状通心粉、意大利通心粉、佩内、肘状物和通心粉。

13. 权利要求 10 的可消化性降低的碳水化合物食物,其中所述不可消化的保护性材料由至少 35% 且至多 90% 的流变学改良剂组成。

14. 权利要求 10 的可消化性降低的碳水化合物食物,其中所述结构材料由所述结构的 / 粘性的可发酵的材料中的至少一种和所述结构蛋白聚合物中的至少一种组成。

15. 权利要求 10 的可消化性降低的碳水化合物食物,其中所述面粉为硬质小麦面粉。

16. 权利要求 1 的可消化性降低的碳水化合物食物,其包含至少 2% 且至多 15% 的不可消化的保护性材料,所述不可消化的保护性材料包含至多 90% 的流变学改良剂,选自多元醇、甘油、FOS、聚葡萄糖、具有 2-20 的聚合度 (DP) 且平均 DP 为 4-7 的葡粉、具有 2-60 的 DP 且平均 DP 为 10-12 的多分散的葡粉,及其混合物;其中所述结构的 / 粘性的可发酵的材料选自甲基纤维素、高甲氧基果胶、角叉藻聚糖、瓜尔豆胶、阿拉伯树胶及其混合物;还包含按所述不可消化的保护性材料的重量计至少 1% 且至多 5% 的离子性质改良剂。

17. 权利要求 16 的可消化性降低的碳水化合物食物,其中所述食物是由面团干燥的重构的稻,其中所述粉是米粉。

18. 权利要求 17 的可消化性降低的碳水化合物食物,其中所述重构的稻包含按所述不可消化的保护性材料的重量计 70-80% 的流变学改良剂和 2-4% 的离子性质改良剂。

19. 权利要求 16 的可消化性降低的碳水化合物食物,其中所述结构材料由所述结构的 / 粘性的可发酵的材料中的至少一种和所述结构蛋白聚合物中的至少一种组成。

20. 权利要求 1 的可消化性降低的碳水化合物食物,其中所述不可消化的保护性材料具有大于 50 达因 /cm² 的断裂强度值,和至少 10% 的断裂伸长率,以及在 10 重量%浓度的水溶液中,在 20°C,至少 500cP 的粘度。

21. 权利要求 20 的可消化性降低的碳水化合物食物,其中所述的断裂强度大于 500 达因 /cm²,和至少 100% 的断裂伸长率,以及粘度为至少 1000cP。

22. 权利要求 16 的可消化性降低的碳水化合物食物,其中所述重构的米粒包含至少 50%的米粉。

23. 权利要求 22 的可消化性降低的重构的米粒,其中所述重构的米粒基于重量包含至少 75%的粉,所述粉还包含选自以下的第二种粉:小麦粉、黑麦粉、大麦粉、燕麦粉、高粱粉、玉米粉、莢果粉、豆类粉和马铃薯粉以及上述的混合粉。

24. 可消化性降低的由面团干燥的面食制品,所述可消化性降低的面食制品具有改性的基体结构,其包括含有可利用的碳水化合物的淀粉颗粒和围绕所述淀粉颗粒的食物薄膜网络,所述食物薄膜网络包含不可消化的保护性材料,以对于一部分可利用的碳水化合物提供保护,当所述可消化性降低的面食制品被吃入时使其免于在小肠中消化,

其中所述面团包含:

1) 含有淀粉颗粒的面粉,其量为所述可消化性降低的面食制品的至少 75 重量%,所述面粉由谷物面粉组成,所述谷物面粉由硬粒小麦和选自以下的第二种粉组成:小麦粉、黑麦粉、大麦粉、燕麦粉、高粱粉、米粉、玉米粉、莢果粉、豆类粉和马铃薯粉以及上述的混合粉,和

2) 不可消化的保护性材料,其量为所述可消化性降低的面食制品的至少 2 重量%且至多 15 重量%,所述不可消化的保护性材料包含:

a) 结构物质,其包含:

(i) 结构的 / 粘性的可发酵的材料,其选自角叉藻聚糖、海藻酸盐、阿拉伯树胶、黄蓍胶、刺梧桐树胶、瓜尔豆胶、刺槐豆胶、他拉胶、罗望子果胶、葡粉、阿拉伯糖基木聚糖、b- 葡聚糖、果胶、纤维素、甲基纤维素、胞外多糖胶、黄原胶、羧甲基纤维素、海藻酸丙二醇酯及其混合物,

(ii) 结构蛋白聚合物,其选自谷蛋白、改性谷蛋白、酪蛋白、大豆、乳清浓缩物及其混合物;

b) 量为所述不可消化的保护性材料的至少 25 重量%的流变学改良剂,其选自包括甘油、果糖在内的低分子量糖类、寡聚果糖、多元醇、聚葡萄糖、具有 2-20 的聚合度 (DP) 且平均 DP 为 4-7 的葡粉、具有 2-60 的 DP 且平均 DP 为 10-12 的多分散的葡粉、寡糖、阿拉伯树胶和部分水解的瓜尔豆胶及它们的混合物;和

c) 离子性质改良剂,其选自单价阳离子、二价阳离子及其混合物;以及

其中可消化性降低的面食制品的血糖指数比由所述面粉制成的常规面食制品的血糖指数少至少 30%,不包括可消化性降低的面食制品通过不可消化的保护性材料的任何稀释。

25. 权利要求 24 的可消化性降低的面食制品,其中所述面团基于所述面食制品的重量组成如下:至少 85%的面粉;至少 5%的保护性材料,所述不可消化的保护性材料由以下组成:至少 25%且至多 90%的流变学改良剂,选自多元醇、甘油、FOS、聚葡萄糖、具有 2-20 的聚合度 (DP) 且平均 DP 为 4-7 的葡粉、具有 2-60 的 DP 且平均 DP 为 10-12 的多分散的葡粉,及其混合物;其中所述结构的 / 粘性的可发酵的材料选自高甲氧基果胶、黄原胶及其混合物,以及其中所述结构蛋白聚合物选自活性小麦谷蛋白、改性的小麦谷蛋白及其混合物;按所述不可消化的保护性材料的重量计至少 1%且至多 5%的离子性质改良剂。

26. 制备可消化性降低的碳水化合物成分的方法,其包括如下步骤:

- 1) 提供可消化的碳水化合物-基成分,其包括一定量的可利用的碳水化合物,
 - 2) 提供不可消化的保护性水胶体混合物,和
 - 3) 在剪切力足够形成具有至少 10%的碳水化合物消化抗性的可消化性降低的碳水化合物成分的条件下,剪切所述可消化的碳水化合物-基成分和不可消化的水胶体混合物。
27. 权利要求 26 的方法,其中所述的碳水化合物消化抗性为至少 30%。
28. 权利要求 26 的方法,其中不可消化的保护性水胶体混合物包括:
- (1) 下列的至少一种:
 - (i) 结构的 / 粘性的可发酵的材料,其选自角叉藻聚糖、帚叉藻聚糖、海藻酸盐、阿拉伯树胶、印度胶、黄蓍胶、刺梧桐树胶、瓜尔豆胶、刺槐豆胶、他拉胶、罗望子果胶、葡粉、琼脂、魔芋甘露聚糖、阿拉伯糖基木聚糖、b- 葡聚糖、木糖葡萄糖、果胶、纤维素、凝胶多糖、葡聚糖、胞外多糖胶、rhamsan 胶、硬葡聚糖、welan 胶、黄原胶、明胶、羧甲基纤维素、羟丙基纤维素、羟丙基甲基纤维素、羟乙基纤维素、海藻酸丙二醇酯、羟丙基瓜尔豆、改性淀粉及其混合物,和
 - (ii) 结构蛋白聚合物,其选自谷蛋白、改性谷蛋白、酪蛋白、大豆、乳清浓缩物、壳聚糖、直链淀粉及其混合物 ;和
 - (2) 流变学改良剂,其选自包括甘油、果糖在内的低分子量糖类、寡聚果糖、多元醇、具有 2-20 的聚合度 (DP) 且平均 DP 为 4-7 的葡粉、寡糖、阿拉伯树胶和部分水解的瓜尔豆胶。

具有降低的血糖应答的可消化性降低的碳水化合物食物

发明领域

[0001] 本发明涉及含有可消化的碳水化合物的食物和食物成分。

背景技术

[0002] 在 1985 年,世界卫生组织 (WHO) 估计全球 3 千万人患有糖尿病。到 1995 年,此数字增至 1 亿 3 千 5 百万。此估计数字在 2000 年又上升到 1 亿 7 千 7 百万。到 2030 年预期此数字达到 3 亿 7 千万。在 2000 年,预计 1 千 7 百万美国人为糖尿病患者。成人的糖尿病现在是全球性的健康问题。发展中国家的人口、少数群体 (minority group) 和工业化国家中的贫困群体面临最大的危险。

[0003] 肥胖症的全球发病率,如 WHO 所定义的,在最近的 7 年中已经从 12% 急增到 18%。统计上,世界人口的五分之一是肥胖的。目前美国是“脂肪首都”,具有超过 64% 的成人人口是超重的。美国 1999-2000 国家健康和营养检验调查 (NHANES) 的结果表明,估计 15% 的儿童和青少年 (年龄为 6-19 岁) 是超重的。

[0004] 罹患糖尿病或者超重基本上提高了由于高血压 (hypertension)、血脂障碍 (dyslipidemia)、2 型糖尿病 (type 2 diabetes)、冠心病 (coronary heart disease)、中风 (stroke)、胆囊疾病 (gallbladder disease)、骨关节炎 (osteoarthritis)、睡眠呼吸暂停 (sleep apnea)、呼吸问题和子宫内膜 (endometrial) 癌、乳房癌、前列腺 (prostate) 癌和结肠 (colon) 癌的死亡率的危险。在 2002 年,预计直接归因于治疗肥胖症和糖尿病的美国医疗保健费用大约为每年 2000 亿美元。

[0005] 与这些疾病相关的共同因素是可消化的碳水化合物的代谢中的机能障碍 (malfunction)。此机能障碍引起血糖和胰岛素水平的异常。胰岛素促进脂肪的产生和贮存。血流中高平均水平的葡萄糖 ($> 180\text{mg/dl}$) 可结合器官蛋白 (organprotein) (糖基化),导致器官功能的退化。糖基化的测定方法是 HbA1c 血液测试,其定义了葡萄糖与血红蛋白结合的范围。此测定方法估计测试前 3 个月时间内血流中葡萄糖的平均水平。HbA1c 测试结果高于 8.0% ($> 180\text{mg}$ 血糖 /dl) 是器官损伤的可能性增加的标志,所述的器官损伤包括严重的眼、心血管 (cardiovascular)、循环系统 (circulatory)、肾和神经疾病。

[0006] 对于糖尿病患者和超重或肥胖的那些人来说,避免具有高血糖应答 (glycemic response) (即那些消化之后导致血糖水平异常地高) 的食物是重要的。代替地,糖尿病患者和控制他们体重的那些人需要具有相对低的血糖应答 (血糖应答或指数) 的食物,其导致葡萄糖向血液更慢的释放速率。减慢葡萄糖向血液的释放速率降低了高血糖 (高血糖症 (hyperglycemia)) 和低血糖 (低血糖症 (hypoglycemia)) 的危险。已经显示,如果饭后 (进餐后) 2 小时血糖水平可保持尽可能接近正常 (140mg/dl),就可以得到显著的健康益处。当吃下高含量的可消化的碳水化合物的大量食物时,遇到实现此目标过程中的问题。这样的食物通常包括焙烤食品、面食制品 (pasta)、米饭、小吃、马铃薯、调味料 (sauce)、肉汁 (gravy)、饮料、汤、砂锅菜 (casseroles) 和糖果。这些食物,含有高水平的可消化的淀粉和 / 或糖类,尤其当过量食用时可显著地增加饭后 2 小时血糖水平。

[0007] 食欲抑制是保持正常饭后 2 小时血糖水平的另一个原因。

[0008] 本文中显示了降低由于吃下含有高水平的可消化的碳水化合物的流行食物引起的血糖应答的重要性和需要。虽然没有“高水平的可消化的碳水化合物”的官方定义,但是国家科学院(National Academies of Sciences)的医药研究所(Institute of Medicine)下的食品与营养委员会(Food and Nutrition Board)已设定儿童和成人对于总的可消化的碳水化合物的推荐的膳食日供给量(RDA)为 130g/天。显然,当大多数人口吃下他们的典型膳食的时候,此 RDA 是很容易超过的。

[0009] 糖尿病是由于身体不能足够产生或有效利用胰岛素引起的可消化的碳水化合物的代谢中的机能障碍。需要胰岛素促进将血糖运输到细胞,在细胞中转化为能量。将葡萄糖输送到细胞的故障导致血糖水平升高(正常禁食(fasting)的血糖水平为 70-100mg/dl)。有两种类型的糖尿病:青少年型糖尿病(juvenile-onset diabetes)(I 型)和成熟型糖尿病(mature onset diabetes)(II 型)。在 I 型糖尿病中,身体不产生胰岛素。给予胰岛素是将血糖降低到正常水平所必需的。在 II 型糖尿病中,身体不产生足够的胰岛素,或者细胞丧失了它们有效应用胰岛素以促进将葡萄糖运输到细胞的能力(胰岛素抗性(insulin resistance))。

[0010] 肥胖症也是可消化的碳水化合物的代谢中的机能障碍。高水平的血液胰岛素可引起因于自我给药(self-administration)或作为胰岛素抗性的结果。当胰岛素抗性出现时,葡萄糖水平升高作为产生额外的胰岛素的信号。因此血液胰岛素水平变得过量。除去胰岛素在调控葡萄糖代谢中的作用之外,胰岛素刺激脂肪的合成(脂肪生成(lipogenesis))及减少分解(脂肪分解(lipolysis))及脂肪向能量的转化。这样,高水平的胰岛素增加脂肪产生和贮存,导致超重和肥胖症的状态。

[0011] 降低血糖水平和相关的胰岛素水平的主要方法是严格坚持使饭后葡萄糖应答最小化的膳食。然而,对于导致正常血糖水平的膳食的顺应性是困难的,因为在通常的膳食中大部分每天吃下的食物具有高水平的可消化的碳水化合物。因此,需要食品和饮食管理系统以帮助控制和保持血糖水平至尽可能接近正常,以便降低糖尿病的发病率和并发症。更具体地,需要高消耗的、常规的、含淀粉的、含糖的食品的可消化的碳水化合物低的型式。

[0012] 可以断定,超重或患糖尿病提出了主要的公共卫生任务。这些疾病是流行的并代表全世界的死亡的主要原因。它们也主要由可消化的碳水化合物的代谢中的机能障碍引起。降低可消化的碳水化合物在小肠中的消化和吸收能够 1) 帮助促进重量减轻和控制,2) 帮助降低 II 型糖尿病的发病率,3) 降低由糖尿病和肥胖症引起的发病率和死亡率,4) 促进更好的健康状况,和 5) 降低医疗费用。

[0013] 通过用不是血糖(不产生血糖应答)的食物成分稀释可消化的碳水化合物在食物中的水平来产生含有低水平的可消化的碳水化合物的食物是普通技术。通常,具有高水平的可消化的碳水化合物的食物用蛋白质、膳食纤维(dietary fiber)、脂肪和抗性淀粉(resistant starch)稀释。产生低血糖食物(glycemic food)的稀释方法具有几个缺点: 1) 由于用通常贵 5-15 倍的成分替代低成本的可消化的碳水化合物,消化-抗性的碳水化合物材料的成本通常十分昂贵,2) 低含量的可消化的碳水化合物食物通常不具有与含高水平的可消化的碳水化合物的食物一样的消费者认可度(consumer acceptance),和 3) 由于器官感觉的品质差,需要提供足够营养以及必要食用乐趣的低碳水化合物食物的可用性有

限,对于利用非标准食物的膳食的顺应性 (compliance) 是困难的。

发明内容

[0014] 本发明涉及可消化性降低的碳水化合物食物 (reduced digestible carbohydrate food) 其包括:1) 至少 50 重量%的可利用的碳水化合物,其中可利用的碳水化合物包含至少 15%的受保护的碳水化合物,和 2) 不可消化的保护性材料。

[0015] 本发明也涉及可消化性降低的碳水化合物食物,其包括:1) 含有受保护的碳水化合物的可利用的碳水化合物,和 2) 不可消化的保护性材料,其按重量比包含:a) 至少 10%的至少下列中的一种:(i) 结构的/粘性的可发酵的材料,其选自角叉藻聚糖 (carrageenan)、帚叉藻聚糖 (furcellaran)、海藻酸盐 (alginate)、阿拉伯树胶 (gum Arabic)、印度胶 (gum ghatti)、黄蓍胶、刺梧桐树胶 (karaya gum)、瓜尔豆胶、刺槐豆胶 (locust bean gum)、他拉胶 (tara gum)、罗望子果胶 (tamarind gum)、葡粉 (inulin)、阿拉伯糖基木聚糖 (arabinoxylans)、b- 葡聚糖、木糖葡萄糖 (xyloglucans)、果胶、纤维素、凝胶多糖 (curdlan)、葡聚糖 (dextran)、胞外多糖胶 (gellan gum)、rhamosan 胶、硬葡聚糖 (scleroglucan)、welan 胶、黄原胶、明胶、羧甲基纤维素、羟丙基纤维素、羟丙基甲基纤维素、羟乙基纤维素、海藻酸丙二醇酯、羟丙基瓜尔豆、改性淀粉及其混合物,(ii) 结构蛋白聚合物,其选自谷蛋白、改性谷蛋白、酪蛋白、大豆、乳清浓缩物 (whey concentrate)、壳聚糖、直链淀粉及其混合物;和 b) 至少 35%的流变学改良剂,其选自低分子量糖类,如甘油、果糖、寡聚果糖 (oligosaccharide)、多元醇、具有大约 2-20 的聚合度 (DP) 且平均 DP 为大约 4-7 的葡粉、寡糖、阿拉伯树胶和部分水解的瓜尔豆胶。

[0016] 本发明也涉及由面团 (dough) 制成的可消化性降低的碳水化合物食物,所述的面团通过混和下列物质制成:1) 可消化的碳水化合物-基成分,其包含可消化的碳水化合物,和 2) 不可消化的保护性材料。不可消化的保护性材料按重量计包含:a) 至少 10%的至少下列中的一种:(i) 结构的/粘性的可发酵的材料,其选自角叉藻聚糖、帚叉藻聚糖、海藻酸盐、阿拉伯树胶、印度胶、黄蓍胶、刺梧桐树胶、瓜尔豆胶、刺槐豆胶、他拉胶、罗望子果胶、葡粉、阿拉伯糖基木聚糖、b- 葡聚糖、木糖葡萄糖、果胶、纤维素、凝胶多糖、葡聚糖、胞外多糖胶、rhamosan 胶、硬葡聚糖、welan 胶、黄原胶、明胶、羧甲基纤维素、羟丙基纤维素、羟丙基甲基纤维素、羟乙基纤维素、海藻酸丙二醇酯、羟丙基瓜尔豆、改性淀粉及其混合物,(ii) 结构蛋白聚合物,其选自谷蛋白、改性谷蛋白、酪蛋白、大豆、乳清浓缩物、壳聚糖、直链淀粉及其混合物;和 b) 至少 35%的流变学改良剂,其选自低分子量糖类,如甘油、果糖、寡聚果糖、多元醇、具有大约 2-20 的聚合度 (DP) 且平均 DP 为大约 4-7 的葡粉、寡糖、阿拉伯树胶和部分水解的瓜尔豆胶。

[0017] 本发明也涉及具有基体结构 (matrix structure) 的可消化性降低的碳水化合物食物,其包括:1) 含有受保护的碳水化合物的可利用的碳水化合物,和 2) 不可消化的保护性材料,其在基体中形成食物薄膜网络,所述不可消化的保护性材料具有大于大约 50 达因/cm² 的断裂强度值,和至少大约 10%的断裂伸长率,以及在 10 重量%浓度的水溶液中,在 20°C,至少大约 500cP 的粘度。

[0018] 本发明也涉及具有基体结构的可消化性降低的碳水化合物食物,其包括:1) 离散单元 (discrete unite) 形式的可消化的碳水化合物-基成分,所述的成分包括可利用的碳

水化合物,其中一部分可利用的碳水化合物包含受保护的碳水化合物,和 2) 不可消化的保护性材料,其形成围绕所述离散单元的食物薄膜网络 (food film network),以提供对于受保护的碳水化合物的消化抗性。

[0019] 本发明也涉及制备可消化性降低的碳水化合物成分的方法,其包括如下步骤:1) 提供可消化的碳水化合物-基成分,其包括一定量的可利用的碳水化合物,2) 提供不可消化的保护性水胶体混合物,和 3) 在剪切力足够形成具有至少 10%的碳水化合物消化抗性的可消化性降低的碳水化合物成分的条件下,剪切所述可消化的碳水化合物-基成分和不可消化的水胶体混合物。

[0020] 本发明也涉及制备可消化性降低的碳水化合物成分的方法,其包括如下步骤:1) 提供可消化的碳水化合物-基成分,其包括可利用的碳水化合物和固有的 (intrinsic) 不可消化的水胶体,和 2) 在剪切力足够形成具有至少 10%的碳水化合物消化抗性的可消化性降低的碳水化合物成分的条件下,剪切所述可消化的碳水化合物-基成分。

[0021] 本发明也涉及降低膳食的血糖应答的方法,包括以下步骤:1) 提供可消化性降低的碳水化合物食物,其包括有效量的不可消化的保护性成分,2) 提供第二种食物,其包括可消化的碳水化合物,3) 吃下 (consuming) 含有可消化性降低的碳水化合物食物和第二种食物的膳食,和 4) 共-消化所述的食物或膳食,由此不可消化的保护性成分保护第二种食物中可消化的碳水化合物不被消化,并降低第二种食物的血糖应答。

[0022] 本发明也涉及可消化性降低的碳水化合物食物,其由可消化的碳水化合物-基成分和不可消化的保护性材料制成,所述成分包含可消化的碳水化合物,其中可消化性降低的碳水化合物食物的血糖负荷 (glycemic load) 比由可消化的碳水化合物-基成分制成的常规食物的血糖负荷少至少 30%,不包括可消化性降低的碳水化合物食物通过不可消化的保护性材料的任何稀释。

[0023] 本发明也涉及可消化性降低的碳水化合物食物,其由可消化的碳水化合物-基成分和不可消化的保护性材料制成,所述成分包含可消化的碳水化合物,其中可消化性降低的碳水化合物食物的血糖指数 (glycemic index) 比由可消化的碳水化合物-基成分制成的常规食物的血糖指数低至少 30%,不包括可消化性降低的碳水化合物食物通过不可消化的保护性材料的任何稀释。

[0024] 本发明也涉及不可消化的保护性食物添加剂,按重量计包括:a) 下列的至少一种:(i) 结构的/粘性的可发酵的材料,其选自角叉藻聚糖、帚叉藻聚糖、海藻酸盐、阿拉伯树胶、印度胶、黄蓍胶、刺梧桐树胶、瓜尔豆胶、刺槐豆胶、他拉胶、罗望子果胶、葡粉、琼脂、魔芋甘露聚糖、阿拉伯糖基木聚糖、b-葡聚糖、木糖葡萄糖、果胶、纤维素、凝胶多糖、葡聚糖、胞外多糖胶、rhamsan 胶、硬葡聚糖、welan 胶、黄原胶、明胶、羧甲基纤维素、羟丙基纤维素、羟丙基甲基纤维素、羟乙基纤维素、海藻酸丙二醇酯、羟丙基瓜尔豆、改性淀粉及其混合物,和(ii) 结构蛋白聚合物,其选自谷蛋白、改性谷蛋白、酪蛋白、大豆、乳清浓缩物、壳聚糖、直链淀粉及其混合物;和 b) 流变学改良剂,其选自低分子量糖类,如甘油、果糖、寡聚果糖、多元醇、具有大约 2-20 的聚合度 (DP) 且平均 DP 为大约 4-7 的葡粉、寡糖、阿拉伯树胶和部分水解的瓜尔豆胶。

[0025] 本发明也涉及上述食物添加剂的用途,用于使加入该添加剂的食物的血糖应答降低。

[0026] 本发明也涉及微粒形式的可消化性降低的碳水化合物面粉 (flour), 其包括 :1) 可消化的碳水化合物 - 基的面粉, 和 2) 不可消化的保护性成分。

[0027] 本发明也涉及可消化性降低的碳水化合物面食制品, 其包括 :a) 所述的谷物面粉选自小麦、黑麦、大麦、燕麦、高粱、稻、玉米和马铃薯的面粉, 和 b) 不可消化的保护性材料, 其选自 : (1) 下列的至少一种 : (i) 结构的 / 粘性的可发酵的材料, 其选自角叉藻聚糖、帚叉藻聚糖、海藻酸盐、阿拉伯树胶、印度胶、黄蓍胶、刺梧桐树胶、瓜尔豆胶、刺槐豆胶、他拉胶、罗望子果胶、葡粉、琼脂、魔芋甘露聚糖、阿拉伯糖基木聚糖、b- 葡聚糖、木糖葡萄糖、果胶、纤维素、凝胶多糖、葡聚糖、胞外多糖胶、rhamsan 胶、硬葡聚糖、welan 胶、黄原胶、明胶、羧甲基纤维素、羟丙基纤维素、羟丙基甲基纤维素、羟乙基纤维素、海藻酸丙二醇酯、羟丙基瓜尔豆、改性淀粉及其混合物, (ii) 结构蛋白聚合物, 其选自谷蛋白、改性谷蛋白、酪蛋白、大豆、乳清浓缩物、壳聚糖、直链淀粉及其混合物 ; 和 (2) 流变学改良剂, 其选自低分子量糖类, 如甘油、果糖、寡聚果糖、多元醇、具有大约 2-20 的聚合度 (DP) 且平均 DP 为大约 4-7 的葡粉、寡糖、阿拉伯树胶和部分水解的瓜尔豆胶。

附图说明

[0028] 图 1 显示烹调至咬起来硬的 (al dente) 常规面食制品的亮视野照明显微图像 (bright field illumination microscopic image)。

[0029] 图 2 显示根据本发明制成的面食制品的亮视野照明显微图像。

[0030] 图 3 显示常规面食制品应用两阶段染色法的亮视野照明显微图像。

[0031] 图 4 显示本发明制成的面食制品应用两阶段染色法的亮视野照明显微图像。

[0032] 图 5 显示常规面食制品的扫描电子显微图像。

[0033] 图 6 显示根据本发明制成的面食制品的扫描电子显微图像。

[0034] 发明详述

[0035] 定义 :

[0036] 如本文应用的, 术语 " 总碳水化合物 " 指食物或食物成分中可消化的碳水化合物和膳食纤维材料的全部 (mass)。测定食物中总碳水化合物水平的传统方法是分析上减去脂肪、蛋白质、水分 (moisture) 和灰分 (矿物)。

[0037] 如本文应用的, 术语 " 可利用的可消化的碳水化合物 " 和 " 可利用的碳水化合物 " 指在小肠的环境中通常可以消化的碳水化合物。该术语也定义为 " 总碳水化合物 " 减去不可消化的膳食纤维。可利用的碳水化合物通常包括单糖、寡糖和多糖。

[0038] 如本文应用的, 术语 " 可消化的碳水化合物 " 是食物中实际上在小肠中消化的可消化的碳水化合物 ; 即, 它们在小肠中酶法分解为单糖并吸收入血流中。所述消化的碳水化合物是可利用的碳水化合物在小肠中被消化的那一部分。

[0039] 如本文应用的, 术语 " 受保护的碳水化合物 " 是食物中可利用的碳水化合物的受保护或防止在小肠中被消化并携带进入结肠的部分。所述受保护的碳水化合物是受保护不被消化的可消化的碳水化合物。

[0040] 本发明提供了降低可消化的碳水化合物的消化, 所述可消化的碳水化合物如存在于食品 and 食物成分中的二糖、寡糖和多糖包括淀粉。糖类、谷类和根是可消化的碳水化合物的主要来源。蔬菜、水果、乳制品、荚果 (legumes) 和豆类 (pulses) 也是可消化的碳水化合

物对于膳食的共同贡献者。

[0041] 本发明也提供了防止来自摄入的食物的可消化的碳水化合物的部分的消化产物（即可吸收的糖类）以及摄入之前食物中存在的糖类通过小肠壁吸收入血流中。

[0042] 在消化过程中，来自摄入的食物的多糖和寡糖必须在小肠中以 α -淀粉酶分解为二糖。所述的二糖，作为由淀粉或寡糖得到的降解产物，和食物中其他存在的二糖通过附着于肠内刷状缘膜（brush-border membrane）的水解酶分解为单糖，而所述的单糖通过小肠壁吸收并进入血流。

[0043] 降低食物中一部分可消化的碳水化合物的消化，降低该食物的血糖应答。食物的血糖应答是由于摄入供给量（serving amount）的试验或受试食物而产生的血糖曲线下增加的面积。等于食物供给的血糖应答的葡萄糖水平是食物供给的血糖负荷，表示为 g 葡萄糖。食物供给的血糖负荷等于被消化的食品中可消化的碳水化合物的水平，其也以 g 表示。

[0044] 因此，本发明也提供通过在小肠内限制可利用的可消化的碳水化合物的消化和吸收来减少血糖水平。不限于任何具体理论，认为所述受保护的碳水化合物通过小肠进入结肠，导致含有可消化的碳水化合物的食物的血糖、血脂和热量贡献减少和所述食物的纤维效应（fiber effect）增加。所述受保护的碳水化合物是这样的可消化的碳水化合物，其可用于并服从于消化，但其作为将不可消化的保护性成分加工入所述食品的结果，不在小肠中被消化和吸收。

[0045] 本发明的一个实施方案涉及可消化性降低的碳水化合物食物并涉及它们的制备方法，通过利用不可消化的水胶体材料以在所述食物中提供对于可利用的可消化的碳水化合物的碳水化合物消化抗性，和对于所述食物的降低的血糖应答。用不可消化的水胶体材料处理可消化的碳水化合物-基成分，可以降低得到的食物中实际的消化的碳水化合物的水平。

[0046] 所述可消化的碳水化合物-基成分可包括水果和植物粉，包括谷类如小麦和大麦，禾本类如玉米和稻，荚果如大豆、豆类（beans）和黄色鹰嘴豆（yellow chickpeas），和块茎类如马铃薯。本发明提供几种方法用于降低含有可消化的碳水化合物的食物或食物成分的血糖应答。

[0047] 保护碳水化合物不被消化：

[0048] 本发明涉及通常包含水胶体的不可消化的材料（NDM）的用途，以提供对于碳水化合物-基的食物成分的可消化的碳水化合物的一部分的保护。所述不可消化的材料通常与碳水化合物-基的食物成分处理以将一部分可利用的碳水化合物转化为受保护的碳水化合物。所述的保护可降低得到的食物的血糖效应（glycemic effect）。

[0049] 因此，含有可消化的碳水化合物的食物的血糖效应可通过应用所述不可消化的成分以几种方式控制。

[0050] 不可消化的食物薄膜成分和网络

[0051] 首先，所述不可消化的材料可用作不可消化的食物薄膜成分（FFC），以形成食物薄膜网络（食物薄膜网络），由此修饰得到的可消化性降低的碳水化合物食物（RDCF）的基体。用食物薄膜网络修饰所述的食物基体能阻断碳水化合物-消化酶的作用，例如，通过包覆（coating）或包胶可消化的碳水化合物的单元（cell）。不能在胃肠道中消化的可消化性降低的碳水化合物食物中的可消化的碳水化合物部分是受保护的碳水化合物（PC）。

[0052] 受保护的碳水化合物 (PC) 的水平,与吃下的食物材料中可利用的可消化的碳水化合物相比,能表示为:

[0053] $PC(\%) = 100 * (B - A) / B$ (I),

[0054] 其中 A 是消化的碳水化合物 (在小肠中消化和吸收的可消化的碳水化合物) 的量,而 B 是吃下的食物中总的可利用的可消化的碳水化合物。在小肠中消化和吸收的已消化的碳水化合物的量通过在下文中描述的体内血糖应答方法测定,该方法使用对于消化所述食物的血糖应答。所述可利用的碳水化合物是受保护的碳水化合物和未保护的、已消化的碳水化合物之和。包含在吃下的食物中的可利用的碳水化合物的量可作为用于形成吃下的食物的食物成分中可消化的碳水化合物的和进行测定,假定这些是确定的和公知的。可消化的碳水化合物的量也可通过分析方法测定,该分析方法以化学法和 / 或酶法将所有寡糖和多糖分解为单糖,而不管任何存在于所述食物中的保护性食物薄膜,并检测糖类的总水平。作为受保护的碳水化合物的可利用的碳水化合物部分也可称为含有可利用的可消化的碳水化合物的食品的可碳水化合物消化抗性 (CDR)。除非另外说明,食物成分或产品的受保护的碳水化合物含量,或者可利用的碳水化合物的已消化部分的任何数值表示,如重量百分数或其他,通过体内血糖应答方法进行测定。

[0055] 本发明提供对于消化包含于可消化性降低的碳水化合物食物中的可利用的碳水化合物量的抗性。通常,所述碳水化合物消化抗性 (CDR) 为至少 10%,有代表性地至少 15%,更有代表性地 20%,更有代表性地 30%,还更有代表性地 50%和最有代表性地至少 80%。本发明更有效的实施方案能提供有代表性地至少 90%和更有代表性地至少 95%的 CDR。所述碳水化合物消化抗性 (CDR) 可多达 100%,更有代表性地多达 98%和还更有代表性地多达 95%。

[0056] 第二,所述不可消化的材料可用作粘性-增效成分 (Viscosity Building Component) 以增加胃肠的内容物的粘度,导致在体内消化的过程中形成粘性食糜 (viscous chyme)。不受限于任何具体理论,认为粘性-增效成分引起所述食糜的内容物中小分子量糖类的捕获 (entrapment),这阻碍了它们的扩散和迁移,由此减少了可消化的碳水化合物成分通常小肠壁的吸收。

[0057] 第三,本发明提供一种方法,其用于通过用加入的不可消化的保护性成分,以及其他不可消化的食物成分,如抗性淀粉、纤维、蛋白质和脂质稀释可消化的碳水化合物-基的食物成分中可消化的碳水化合物的水平,来降低含有可消化的碳水化合物的食物的血糖应答。也可任选包括这些其他不可消化的食物成分作为能形成保护性食物薄膜网络的不可消化的食物薄膜成分的一部分或作为粘性-增效成分的一部分。此稀释降低了所述食物中可消化的碳水化合物的质量百分数或水平,并降低了所述的食物血糖效应。按重量计算,得到的具有不可消化的保护性成分的可消化性降低的碳水化合物食物具有减少量的可消化的碳水化合物。在本发明的代表性实施方案中,加入的不可消化的保护性成分的稀释效应,与通过本发明的保护性方式提供的减少相比,通常只是可消化的碳水化合物和血糖应答减少的一小部分。

[0058] 和第四,所述不可消化的材料可用于产生受保护的、可消化的碳水化合物,其在小肠中还未被消化和吸收,以传到结肠,在结肠中它可被发酵以产生能在肝脏中影响碳水化合物和脂质代谢的正调控的短链脂肪酸 (SCFAs)。

[0059] 本发明提供可消化性降低的碳水化合物食物,其包括:含有受保护的碳水化合物和任选的已消化的碳水化合物的可利用的可消化的碳水化合物,和不可消化的保护性材料。通常,所述不可消化的材料包含不可消化的水胶体(hydrocolloid)。本发明可提供可消化性降低的碳水化合物食物,其通常具有可利用的可消化的碳水化合物与受保护的碳水化合物的重量比至少 10 : 1,更有代表性地至少大约 5 : 1,更有代表性地至少 3 : 1 和还更有代表性地至少大约 1 : 9。本发明可进一步提供一种食物,其具有可利用的可消化的碳水化合物与受保护的碳水化合物的重量比为多达 1 : 100,和更有代表性地多达 1 : 50。任选地,所述可利用的碳水化合物可包含至少大约 10% 受保护的碳水化合物,有代表性地至少大约 30% 受保护的碳水化合物,更有代表性地至少大约 50% 受保护的碳水化合物,还更有代表性地至少大约 70% 受保护的碳水化合物,还更有代表性地至少大约 90% 受保护的碳水化合物,并可具有多达大约 100% 受保护的碳水化合物,更有代表性地多达大约 98% 受保护的碳水化合物,和还更有代表性地多达大约 95% 受保护的碳水化合物。可消化性降低的碳水化合物食物通常包含大约 15 克和更少的已消化的碳水化合物,基于(per) 标准化供给的(standardized serving)可消化性降低的碳水化合物食物,更有代表性地 810 克或更少,和还更有代表性地 5 克或更少。

[0060] 所述不可消化的材料和得到的食物薄膜网络可制成多种的食物形式或由多种食物形式制成,包括,但不限于,面团和由其烘焙的或烹调的食品、干粉、薄片、颗粒、线(strand)、以及面条和糕饼皮(shell);烘焙食品(baked goods)和营养条糕(nutritional bar);液体和粘性组合物,如冻胶层(glaze)和浇汁(dip);和凝胶和半-固体(semi-solid)。

[0061] 不可消化的食物薄膜网络:

[0062] 阻断碳水化合物-消化酶在消化系统中消化可利用的可消化的碳水化合物的作用的第一种方法是在可消化性降低的碳水化合物食物的基体或微结构内提供不可消化的食物薄膜网络。本发明的实施方案涉及具有食物薄膜网络的可消化性降低的碳水化合物食物,并涉及不可消化的材料在加工可消化的碳水化合物-基成分过程中的用途,以提供保护性食物薄膜网络。所述食物薄膜网络包含不可消化的食物薄膜成分,其可被产生并加工成可消化的碳水化合物-基成分以提供部分可利用的可消化的碳水化合物作为受保护的碳水化合物。所述网络的保护性食物薄膜通常在胃液中和在小肠的消化环境内是不可消化的,其被碳水化合物-消化酶,诸如胰淀粉酶(pancreatic amylase)、 α -糊精酶(α -dextrinase)、麦芽糖酶(maltase)、蔗糖酶(sucrase)和乳糖酶(lactase)抑制。在加工过程中,所述可消化的碳水化合物-基成分的基体或微结构通常被修饰以捕获、包覆所包含的可消化的碳水化合物以及其他食物成分如蛋白质、脂质等并给它们加入更大的复杂性。所述可消化的碳水化合物-基成分的单元或层分散于所述食物薄膜网络内。所述可消化的碳水化合物-基成分的基体或微结构可以用显微镜评价以估计它的复杂性水平,并显示食物薄膜网络对可消化的碳水化合物-基成分的基体的效果。当用来染制备的碳水化合物-基的成分的冷冻-横切片(cryo-cross-sections)并在规定的显微条件下使用时,不同的染色方法能允许更容易地看到蛋白质、淀粉(碳水化合物)颗粒和所述食物薄膜网络。该方法帮助研究者鉴别所述成分的相互作用,和它们对于可消化的碳水化合物基成分的微结构的影响,以及所述食物薄膜网络对于淀粉颗粒可消化性(digestibility)的影响。

[0063] 面食制品样品的亮视野照明显微测定：

[0064] 例如，烹调的意大利式细面条 (spaghetti) 可在低温恒温器 (Cryo-Cut Microtome, American Optical Corporation) 的制冷夹 (freezer folder) 上冷冻至 -20°C ，并随后切割为 10 微米厚的切片 (section) (将意大利式细面条片沿横截面切割)。然后将横切片用合适的着色剂染色以强调食物薄膜网络和所述碳水化合物 - 基成分的基体或微结构的成分，即蛋白质、淀粉颗粒或水胶体 - 基的食物薄膜。甲苯胺蓝 (toluidine blue) 染色步骤可用于更清晰地显示蛋白质和其他聚合物，如用于本发明的水胶体。然后将染色的横断面使用亮视野照明显微术 (BFIM) 评价。为了评价所述食物薄膜网络复杂性，将所述食物薄膜使用 1 份含水的 1% 甲苯胺蓝、1% 四硼酸钠与 1 份 20% 甘油的混合物进行染色。可将 10 微米横断面放置在显微镜载玻片上并全部以所述的混合物覆盖。允许将该横断面染色 10 秒钟后将载玻片倾斜以使着色剂流出。接着用 20% 甘油轻轻地洗涤染色的横断面，然后在通过 BFIM 检测之前插入 20% 甘油中。

[0065] 使用 BFIM 的标准方法和条件，那些已经受过培训以使用显微技术的人可使用 Leica DM 5000B 显微镜等并得到与观察一致的结果。该显微图像可以使用安装于该显微镜的目镜的 DC500 数码照相机进行捕获，而合适的图像捕获软件，如 Imagic ImageAccess 4 软件，可用于观看图像。显示于图 1 和图 2 中的图像是得到的甲苯胺蓝染色的烹调的面食制品的 BFIM 显微照片。图 1 显示烹调至咬起来硬的常规面食制品，而图 2 比较了根据本发明制成的面食制品，其具有实施例 2A 的配方。

[0066] 图 1 显示，常规面食制品的淀粉颗粒 (以黑色箭头显示，但在实际显微照片中为浅紫色区域) 是溶胀的，具有不清楚的表面外形 (surface contour) 并具有稀疏 (thin) 的蛋白网络 (以白色箭头显示，但在实际显微照片中为紫色)，其显示淀粉颗粒之间的少许“自由”空间。存在一些直接的颗粒 - 对 - 颗粒相互作用。比较起来，图 2 的包括本发明的水胶体的面食制品具有较少溶胀的淀粉颗粒 (以黑色箭头显示，但在实际显微照片中为浅紫色区域) 和清楚可见的表面外形，所述淀粉颗粒不具有相互的直接接触。此外，在淀粉颗粒之间存在与淀粉颗粒竞争空间的大量“间隔”，所述的间隔是由淀粉颗粒之间稠密的、高度复合的水胶体 / 蛋白 (不可消化的) 网络产生的。在图 2 中，以白色箭头显示蛋白和以杂乱的箭头显示水胶体，而在实际的显微照片中，所述蛋白呈紫色而且所述水胶体薄膜显深紫色。

[0067] 为了进一步阐明所述食物薄膜网络，使用两 - 阶段染色步骤，其合并了两种不同的着色剂以增加淀粉颗粒和蛋白网络之间的对比。在此双重 - 连续染色步骤中，蛋白首先被染色，然后是淀粉染色。所述面食制品横切片中的蛋白首先使用 1 份 2% 水性的微黄色浅绿 (Fluka AG, Buchs) 与 3 份水性的 20% 甘油的混合物染色。可将冷冻的横切片放置在显微镜载玻片上并全部以所述的混合物覆盖，而且允许染色 1 分钟。1 分钟后使着色剂流出并用去离子水轻轻地洗涤染色的横断面。蛋白染色之后，可将淀粉颗粒用 1 份 Lugol' s 溶液 (Merck) 与 2 份水性的 85% 甘油的混合物染色。来自前述染色阶段的蛋白 - 染色的横切片全部以 Lugol' s 混合物覆盖，并允许染色 10 秒钟。然后将载玻片倾斜以使着色剂流出并用 20% 甘油轻轻地洗涤染色的横断面。将该双重 - 染色的横切片插入 20% 甘油用于采用亮视野照明显微术进行后续的检测。图 3 和图 4 为对于淀粉颗粒和蛋白的双重 - 染色步骤的 BFIM 显微照片的实例。图 3 显示烹调至咬起来硬的常规面食制品，而图 4 显示本发明的面

食制品,其具有实施例 2A 的配方。常规烹调的面食制品显示大量溶胀的淀粉颗粒(尤其在 上半部分),其不具有清楚 的表面外形。明显地,与蛋白网络(以白色箭头显示,但在实际显微照片中显示为绿色)相比,在显微照片中可观察到更多的淀粉颗粒物质(以黑色箭头显示,但在实际显微照片中显示为紫色)。这表示在不用本发明的水胶体制成的烹调的面食制品中溶胀的/胶质化的淀粉的高密度,并显示欠发展的食物微结构。比较起来,使用本发明制成并在图 4 中显示的烹调的面食制品的显微照片显示明显较少溶胀或胶质化的淀粉颗粒,并也具有清楚 的表面外形,这表示在淀粉颗粒中良好的完整的表面结构。此外,含有本发明的水胶体的面食制品在所述颗粒之间具有明显较厚的层,其染成蛋白网络的绿色。所述面食制品的微结构显示其具有大约与淀粉颗粒一样多的蛋白网络,这显示与图 3 中的常规面食制品相比,淀粉颗粒明显较小的密度(较少的溶胀)。使用本发明的水胶体的图 4 的面食制品也具有明显较少量的溶胀或胶质化的颗粒。本发明在食品中的使用发展了更高度结构化的(structured)食物基体或食物微结构。

[0068] 面食制品样品的扫描电子显微(SEM)测定。

[0069] 为了进一步阐明使用本发明的水胶体的食物基体限定和复杂性,将来自常规面食制品(其不用本发明的水胶体制成)和用本发明的水胶体制成的面食制品(其具有实施例 2A 的配方)的烹调的面食制品横切片使用扫描电子显微术(SEM)进行评价。为了使用 SEM 评价所述的切片,将所述面食制品样品烹调并在液氮中冷冻。在 SEM(Zeiss DSM 962)中分析所述样品之前,将它们 在 Heto CT 60e 冷冻干燥机中冷冻-干燥。然后可破坏冷冻干燥的面食制品样品以暴露内表面,如 SEM 方法的普通技术中所定义的。然后该样品用胶水装置在残端(stub)上。然后将所安装的样品用金在 BAL-TEC SCD 005 溅射涂膜机中以 SEM 分析领域的技术人员公知的确定方法进行溅射-涂膜(sputter-coat)。然后将用金溅射涂膜的样品在 5kV 的加速电压进行分析。可使用整合入 SEM 的 Zeiss SEM 软件系统等捕获图像。图 5 和图 6 显示两种烹调的面食制品样品的 SEM 结果。图 5 显示具有作为清楚/明显的盘状物的淀粉颗粒(以黑色箭头显示)的常规面食制品。该颗粒大小从很小(直径<10 微米)变化至大约 40 微米的较大、更可观察到的盘状物。淀粉颗粒在蛋白网络(以白色箭头显示)的内部和表面上清楚可见。所述的面食制品微结构比图 6 中显示的根据本发明制成的(具有实施例 2A 的配方的)面食制品的微结构相比较不稠密和复杂。图 6 显示更多样和复杂的微结构,其不具有清楚可见的淀粉颗粒。相反地,大多数的淀粉颗粒被完全包覆并被整合或捕获到蛋白/水胶体基体内(SEM 的可见结构基本上是全部的蛋白/水胶体基体)。

[0070] 认为已被食物薄膜网络的不可消化的材料成分捕获和包覆的淀粉颗粒(可消化的碳水化合物)是更不易接近以通过小肠的消化酶攻击。所述食物薄膜网络提供保护性的、可食用的、消化-抗性材料,其围绕并包覆可消化的碳水化合物-基成分,并将其分离为可消化的碳水化合物材料的大量离散的、受保护的单元和/或层。所述食物薄膜网络进一步成为浸渍到碳水化合物-基食物颗粒的裂隙(fissure)或裂缝(crack),并能在食物单元和层之间定向以作为填充物(filler)或粘合剂(binder)。所得的食物薄膜网络在胃的介质中抵抗崩解和消化,并通过将可消化的碳水化合物包入胶囊、包覆和将其与消化酶分离形成抗碳水化合物-消化酶的保护性的屏障。认为所述网络的食物薄膜成分的塑性(plasticity)也能将食糜中的消化酶包入胶囊、包覆和将其与可消化的碳水化合物分离。

被食物薄膜网络保护免于消化（通过胰淀粉酶）和吸收（如胃肠系统中可吸收的糖类）的可利用的可消化的碳水化合物变为受保护的碳水化合物。相信可利用的可消化的碳水化合物的保护导致对于摄入食物的热量、饭后血糖和高血脂（hyperlipidemic）的应答的减少。

[0071] 选择不可消化的食物薄膜成分以提供最佳的薄膜性能和性质。优选的食物薄膜网络是由薄而强的、酸稳定的、粘弹性薄膜产生的，所述的薄膜是可延伸的、连续的并能够包覆颗粒状可消化的碳水化合物材料，而且其不受消化酶的影响直至进入结肠。可制备所述的食物薄膜网络并将其并入可消化的碳水化合物-基成分和包含可消化的碳水化合物-基成分的食物中。可进一步将得到的可消化性降低的碳水化合物食物加工为其他食物形式，或者可简单地加入其他形式的基体，所述基体包括糖食（confectionary）、烘焙食品、饮料、谷类等。

[0072] 所述保护性食物薄膜成分包括结构聚合物，所述结构聚合物包括 1) 粘性的、不可消化的、可发酵材料，其选自 i) 树胶和食物增稠剂（foodthickener），ii) 葡粉，和 iii) 它们的混合物，2) 蛋白聚合物，和 3) 它们的混合物。根据本发明制成的可消化性降低的碳水化合物食物通常包括，按重量计，至少大约 50%，更有代表性地至少 75%，和还更有代表性地至少大约 85%，和多达大约 98%，更有代表性地多达大约 90% 的碳水化合物基的食物成分和通常至少大约 2%，和更有代表性地至少大约 5%，和多达大约 40%，更有代表性地多达大约 15%，和还更有代表性地多达大约 10% 的不可消化的保护性材料。

[0073] 结构的 / 粘性的可发酵的材料

[0074] 所述粘性的可发酵的材料，在下文中称为结构的 / 粘性的可发酵的材料（SVFM），通常具有刚性的碳水化合物骨架，并通常包含多种功能的成分，所述成分包括多个羟基，具有性质上为阳离子或阴离子的可离子化的侧链的聚电解质和 / 或非-离子聚合物。作为结构的 / 粘性的可发酵的材料有用的水胶体可源自海生植物，如红色海藻（red seaweed）和褐海藻（brown seaweed）；陆生植物如树渗出物（tree exudate）、植物、种子、块茎和树（tree）；微生物多糖；和多糖衍生物。可将所述结构的 / 粘性的可发酵的材料表征为所述食物薄膜网络的框架材料。作为结构的 / 粘性的可发酵的材料有用的水胶体可选自角叉藻聚糖、帚叉藻聚糖、海藻酸盐、阿拉伯树胶、印度胶、黄耆胶、刺梧桐树胶、瓜尔豆胶、刺槐豆胶、他拉胶、罗望子果胶、葡粉、琼脂、魔芋甘露聚糖、阿拉伯糖基木聚糖、 β -葡聚糖和木糖葡萄糖、果胶、纤维素、凝胶多糖、葡聚糖、胞外多糖胶、rhamsan 胶、硬葡聚糖、welan 胶、diutan 胶、黄原胶、明胶、羧甲基纤维素、羟丙基纤维素、羟丙基甲基纤维素、羟乙基纤维素、海藻酸丙二醇酯、羟丙基瓜尔豆、改性淀粉。

[0075] 用作结构的 / 粘性的可发酵的材料的优选的水胶体可提供高水平的粘度（根据在下文中描述的改良的用于 1% 溶液的粘性方法大于 300cp），其在胃液中是稳定的并提供最佳的薄膜性质，如后面所述。用作结构的 / 粘性的可发酵的材料的优选的水胶体选自黄原胶、半乳甘露聚糖（瓜尔豆胶和刺槐豆胶）、果胶、海藻酸盐、角叉藻聚糖、黄耆胶、刺梧桐树胶和具有 2-60 果糖单元（FU）的聚合度（DP）且平均 DP 为 8-12FU 的葡粉和更优选具有 15-60FU 的 DP 且平均 DP 为大约 15-30FU 的葡粉。黄原胶提供很高的粘性，并与半乳甘露聚糖（瓜尔豆胶和刺槐豆胶）协同以产生更高的粘性。黄原胶和瓜尔豆胶都具有良好的薄膜伸展性和包覆性质。果胶和海藻酸盐具有交联以产生更强的薄膜或包覆层的能力，尤其与离子性质改良剂结合，在下面讨论。用于具体的食物体系的选择可根据使用它们的食物的

组合物而变化。所述结构的 / 粘性的可发酵的材料可单独或与其他结构的 / 粘性的可发酵的材料混合,或与下面描述的结构蛋白聚合物混合来使用。

[0076] 结构蛋白聚合物

[0077] 所述结构蛋白聚合物可表征为不可消化的食物薄膜网络的框架材料。所述结构蛋白聚合物可以单独作为食物薄膜成分使用,虽然它通常与结构的 / 粘性的可发酵的材料结合来使用以提供协同的成膜 (film-forming) 益处。所述的协同提供了改进和优化薄膜性能和特性的能力,如调节流变学性质或改进保护性食物薄膜的强度。所述蛋白聚合物通常是部分或完全可消化的,并可选自谷蛋白 (gluten)、改性谷蛋白 (modified gluten)、酪蛋白 (casein)、大豆 (soy)、乳清蛋白浓缩物 (whey protein concentrate)、甲壳质 (chitin)、壳聚糖 (chitosan)、直链淀粉 (amylose) 及其混合物。谷蛋白可以作为玉米谷蛋白或活性 (vital) 小麦谷蛋白来提供。

[0078] 包含于可消化性降低的碳水化合物食物中的不可消化的保护性材料可包括,按重量计,有代表性至少大约 5%,更有代表性至少大约 10%,更有代表性至少大约 20%,和还更有代表性至少大约 30%,和多达大约 50%,更有代表性多达大约 40%,和还更有代表性多达大约 15% 的结构的和粘性的食物薄膜成分,其选自结构的 / 粘性的可发酵材料和所述结构蛋白聚合物中的至少一种和有代表性两种。

[0079] 所述食物薄膜成分也通常包含流变学改良剂 / 增塑剂 (Plasticizer)、离子性质改良剂,或更有代表性它们的混合物。

[0080] 流变学改良剂 / 增塑剂

[0081] 所述食物薄膜成分,和由它形成的食物薄膜网络,可如此任选的,但优选地,包括流变学改良剂材料。所述的流变学改良剂,本文也称作增塑剂或薄膜增塑剂,可通过提供塑性 (plasticity) 和弯曲 (flexure),延伸性 (extensibility) 和湿润性 (humectancy) 改进食物薄膜成分的结构聚合物的流动性质,以产生薄而强的有弹性的薄膜网络,其可遍及可消化性降低的碳水化合物食物的基体广泛地分布。可将一种增塑剂或其混合物与结构聚合物或其混合物使用。有代表性的增塑剂可包括低分子量糖类,如甘油,果糖,具有大约 2-5 的聚合范围及大约 4 的平均值的或者具有大约 2-8 的聚合范围及大约 4.7 的平均值的果糖寡糖 (fructooligosaccharide) (也称为寡果糖 (oligofructose)),多元醇,诸如麦芽糖醇 (maltitol)、麦芽糖醇糖浆 (maltitol syrup)、异麦芽 (isomalt)、乳糖醇 (lactitol)、赤藓糖醇 (erythritol)、山梨糖醇、聚葡萄糖 (polydextrose) 和木糖醇 (xylitol),一些膳食纤维如葡粉,和有代表性具有大约 2-20 的聚合度 (DP) 和平均 DP 为大约 4-7 的葡粉,其他寡糖,阿拉伯树胶和部分水解的瓜尔豆胶 (商业上可利用的为来自 Novartis 的 **Benefiber®**)。可将所述增塑剂加入单一的水胶体或混合的水胶体薄膜体系。薄膜流变学的变化影响该薄膜的流动和变形特性,由此改进所述保护性食物薄膜的粘弹性性质以便在碳水化合物-基食物结构的难以接近的区域中增强该薄膜的延伸性 (网络化) 和流动并改进其屏障和消化-抗性性能。

[0082] 包含于可消化性降低的碳水化合物食物中的不可消化的保护性材料可包括,按不可消化的保护性材料的重量计,有代表性至少大约 25%,更有代表性至少大约 35%,和多达大约 90%,和更有代表性多达大约 70% 的流变学改性剂材料。

[0083] 离子性质改良剂:

[0084] 所述食物薄膜成分,和由它形成的所述食物薄膜网络,可如此任选的,但一般地,包括离子性质改良剂。所述的离子性质改良剂用于通过在该体系中改变聚合水胶体 (polymeric hydrocolloid) 的表面电荷和 / 或将聚合水胶体交联,来改变一些结构的 / 粘性的可发酵的材料和得到的食物薄膜网络的物理性质。所述 IPM 对于带电的聚合水胶体如果胶或海藻酸盐是特别有用的。所述的离子性质改良剂可选自二价阳离子,如 Ca^{++} 和 Mg^{++} , 一价阳离子,如 Na^+ 、 K^+ 、 Li^+ 或其混合物。无机盐是所述阳离子的通常的来源。平衡离子 (Counterion) 可改变聚合物上离子电荷的水平 and 分布,这能影响它的水结合性质和粘性。将所述的离子性质改良剂可以为加入可消化的碳水化合物基成分中的成分,或可由可消化的碳水化合物 - 基成分自己提供。加入的电解质 (electrolyte) 可与聚电解质骨架上的电荷相互作用或干扰可存在的流动的平衡离子。这些相互作用可改变所述保护性食物薄膜网络的性质,即所述骨架结构的交联以产生更强的薄膜。

[0085] 包含于可消化性降低的碳水化合物食物中的不可消化的保护性材料可包括,按不可消化的保护性材料的重量计,有代表性至少大约 0.5%,更有代表性至少大约 1%,更有代表性至少大约 3%,和有代表性多达大约 20%,更有代表性多达大约 10%,和还更有代表性多达大约 5% (重量计) 的离子性质改良剂阳离子。

[0086] 不可消化的食物薄膜成分的水平 and 组合:

[0087] 食物薄膜成分的使用水平可根据食物使用而变化。可消化性降低的碳水化合物食物通常包含多达 50% (重量计) 的不可消化的材料,其有代表性选自结构的 / 粘性的可发酵的材料、结构蛋白聚合物、流变学改良剂及其混合物,和任选的离子性质改良剂。更有代表性,可消化性降低的碳水化合物食物包含多达 20% 的结构的 / 粘性的可发酵的材料、结构蛋白聚合物或其混合物,多达 30% 的流变学改良剂,和任选的多达 5% 离子性质改良剂,和还更有代表性多达 5% 的结构的 / 粘性的可发酵的材料、结构蛋白聚合物或其混合物,多达 15% 的流变学改良剂,和任选的多达 5% 离子性质改良剂。在得到的可消化性降低的碳水化合物食物中,所述不可消化的食物薄膜材料的有代表性的水平和更有代表性的水平显示在表 B 中。

[0088] 表 B:

[0089]

不可消化的材料类型	有代表性的水平,可消化性降低的碳水化合物食物的重量%	更有代表性的水平,可消化性降低的碳水化合物食物的重量%
结构的 / 粘性的可发酵的材料	大约 0.2 至大约 20	大约 0.5 至大约 5
结构蛋白聚合物	大约 0.2 至大约 30	大约 5 至大约 15
流变学改良剂 / 增塑剂	大约 0.2 至大约 20	大约 3 至大约 10
离子性质改良剂	大约 0.01 至大约 2	大约 0.05 至大约 0.3

[0090] 通常,所述不可消化的食物薄膜材料的使用水平(不可消化的食物薄膜材料的重量占得到的食物的总重量的百分数)是变化的,这可影响本发明的主要结果:血糖水平,其涉及食物中可消化的碳水化合物通过小肠而不被消化或吸收的程度。一般地,需要的葡萄糖应答通常会指示不可消化的食物薄膜材料的水平。

[0091] 本发明的水胶体成分可配制为不同比例和组合以满足具体食物体系的功能、加工、感官性能和消化-减少的要求。用于形成不可消化的食物薄膜网络和用于提供粘性肠食糜的水胶体成分的代表性实例包括,但不限于,显示于表 C 和表 D 中的那些。

[0092]

表 C

配方号	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
结构的和粘性的食物薄膜成分																				
结构的/粘性的可发酵的材料																				
黄原胶	11.5	11.6	13.2	21.0	5.9									24.0				11.8	10.5	10.5
瓜尔豆胶		11.6				4.4	14.7	4.0		11.0	16.7	22.2	24.0				11.8		8.0	
刺槐豆胶																				
HM果胶	3.5	3.5	3.9	3.1	4.7															
LM果胶																				3.2
k-角叉藻聚糖		5.8	6.6		8.2															
海藻酸盐															8.4	10.9				
胞外多糖胶																				5.3
高直链淀粉						40.2														
甲基纤维素																				
结构蛋白聚合物																				
小麦纤维																				
活性小麦谷蛋白	10.5			9.4		19.7	46.1	50.8	50.0	50.0	33.3		10.4	10.4	10.8	9.8	10.6	10.6	10.5	9.4
改性小麦谷蛋白	7.0			6.2									5.6	5.6	5.8	6.5	7.0	7.0	6.0	6.3
长链葡粉																				
%结构的粘性	32.5	32.5	23.7	39.7	18.8	64.3	60.8	54.8	50.0	61.1	50.0	22.2	40.0	40.0	25.0	27.2	29.4	29.4	35.0	34.7
流变学改良剂/增塑剂																				
短链葡粉					35.5															
果糖玉米糖浆(42DE)																				
聚葡萄糖																				
多分散的葡粉	35.0	35.0	39.5	31.2		35.7	39.2	45.2	50.0	38.9	50.0	77.8	60.0	60.0	62.2	32.6	47.1	47.1	45.2	31.6
山梨糖醇	29.0	29.0	32.9	26.0	41.0											27.2	23.5	23.5	19.8	26.3
甘油																				
%增塑剂	64.0	64.0	72.4	57.2	76.5	35.7	39.2	45.2	50.0	38.9	50.0	77.8	60.0	60.0	62.2	59.8	70.6	70.6	65.0	57.9
离子性质改良剂																				

键结合程度、水结合的程度、离子种类的存在和强度和食物基体对于薄膜流变学的影响可影响具体薄膜成分的选择和水平。

[0096] 保护性食物薄膜网络性质：

[0097] 保护性食物薄膜网络及其成分材料的重要性质包括：1) 当暴露于胃和小肠的胃肠酶时的不可消化性，2) 酸稳定性，3) 薄而连续的薄膜，4) 所述食糜的增稠或粘性增加，5) 对于可消化的碳水化合物成分的可涂覆性 (coatability) 和粘着性 (cohesiveness)，6) 弹性的和可延伸的薄膜，7) 在需要的加工条件下的最优的流动性，和 8) 通过在结肠中发酵可以降解。

[0098] 1) 不可消化性：

[0099] 可将本文中用作不可消化的食物薄膜材料的水胶体分类为不可消化的多糖和不可消化的寡糖，并根据它们生理的或物理-化学性质被认为是膳食纤维。通过本定义膳食纤维是不可消化的，本定义中它们抗人小肠中的消化和吸收。所述食物薄膜网络的不可消化性确保有效包覆或隔离受保护的碳水化合物的单元或粒子通过胃和小肠而自身不被胃肠道中的这些或其他酶所消化至任何显著程度。所述食物薄膜网络的任何消化可暴露可消化的碳水化合物的单元或粒子以通过酶消化为可在小肠中被吸收的糖类。所述食物薄膜网络的不可消化性使所述可消化的碳水化合物-基成分变为纤维-状；即，所述受保护的碳水化合物呈现本文定义为膳食纤维的 RS1 型抗性淀粉的性质。

[0100] 2) 酸稳定性：

[0101] 所述食物薄膜网络的酸稳定性也有助于在胃的酸性环境中保持其完整性，由此减少所述保护性薄膜体系的降解的可能性，这可导致将可消化的碳水化合物暴露以在小肠中消化然后吸收。薄膜整体性的损失也可意味着由于将受保护的碳水化合物的输送到结肠的减少而引起的潜在的有益健康的作用的减小。选择具有可接受的酸稳定性的作为本发明的水胶体。然而，由于有可能当使用水胶体的组合时水胶体的酸稳定性可变化，推荐使用胃液或其合成的相等物测试所述食物薄膜网络的酸稳定性。酸稳定性涉及所述薄膜网络保持受保护的碳水化合物-基食物的微结构的能力，由此所述受保护的碳水化合物-基食物保持其测定的已消化的碳水化合物的低水平。例如，可根据本发明制成的烹调的面食制品放置在玻璃反应器中并用 0.10M HCl (通常的胃酸浓度) 完全覆盖，并允许在搅拌衬垫上在 36°C 搅拌 1 小时。保持时间之后，移出所述面食制品并用去离子水借助于塑料的面食制品过滤器 (pastastrainer) 进行彻底地洗涤，以致得到的洗过所述面食制品的水与洗涤使用的水具有相等的 pH。然后可使用 (后面描述的) 血糖应答方法在体内分析面食制品。

[0102] 3) 薄而连续的薄膜：

[0103] 产生在所述食物薄膜网络内的薄而连续的水胶体薄膜，以按重量计相对较低的使用水平下，促进遍及得到的可消化性降低的碳水化合物食物的薄膜体系的分布，这产生更有效 (effective) 和更高效的 (efficient) 血糖控制系统。有效地薄而连续的薄膜网络使水胶体的稀释量最小化，并使所述薄膜网络的碳水化合物消化抗性最大化。

[0104] 4) 食糜的增稠或粘性增加：

[0105] 所述食物薄膜网络及其成分水胶体的一些实施方案可提供将碳水化合物消化的可吸收的糖产品通过所述食糜扩散和转移到小肠壁的迟滞，在小肠壁所述的糖类可被吸收进入血流。得到的食糜的水胶体-诱导的粘度可在减少或减慢饭后的血糖水平中起重要作用。

用。

[0106] 液体的粘度是可测量的性质,其描述了液体对于流动的内部抗性,并为规定温度下流体流动性的量度。当水合时,水胶体可诱导增加的粘度。当所述水胶体在水性烯烃中高度分散或溶解时达到最优的水合。因此,具有 50 至 100 微米小粒度范围的水胶体材料可为重要的以实现所述水胶体的良好水合。当在制备原位 (in-situ) 薄膜网络的过程中使用高-剪切混合技术时,可促进水胶体材料的水合。

[0107] 水胶体可显著地影响多倍于水的自身重量的流动行为。作为聚电解质的水胶体可比相似的分子量的非-离子聚合物产生更高的粘度。这可归因于电荷排斥 (charge repulsion) 以及分子大小和通过水合增强的结构特性。粘度通常随水胶体浓度、温度和剪切应变 (shear strain) 而变化。水胶体混合物可协同地作用以增加粘度或对抗地作用以降低粘度。葡粉是有效的拮抗物 (antagonist)。加入电解质或调节 pH 可减少某些水胶体上的带电基团的解离,通常导致聚合物卷曲 (coil) 的破坏,引起粘度的相应下降。

[0108] 5) 对于可消化的碳水化合物成分的可涂覆性和粘着性:

[0109] 本发明提供具有有效的薄膜包覆和粘着性质的食物薄膜,以在提供所需的薄膜粘附 (film adherence) 的同时提供用所述薄膜的覆盖。所述薄膜的表面与碳水化合物-基食物成分粒子的表面的强结合优选用于产生屏障,该屏障保护所述食物免于与胃肠道的酸和酶接触。每种食物薄膜的成分是各不相同的,虽然这些的组合可提供独特的性能。具体薄膜体系的包覆能力常常可最好通过测定得到的可消化性降低的碳水化合物食物的碳水化合物消化抗性来进行测定。

[0110] 6) 弹性的和可延伸的薄膜:

[0111] 食物薄膜网络由既有弹性又可延伸的粘弹性食物薄膜成分形成。粘弹性指具有粘性的和弹性的两种薄膜性质。粘性和弹性的组合的性质 (在食物薄膜性质部分中定义为断裂伸长率 (elongation to break)) 以及强度 (在食物薄膜性质部分中定义为断裂强度 (breaking strength)) 和弹性,是本发明的薄膜的重要性质。所述薄膜需要为充分有弹性的和可延伸的以避免破裂 (fracture) 和破坏 (breakage)。弹性的对立面是脆性。脆性的薄膜 (定义为具有低断裂伸长率值) 可破坏或破裂,并可丧失它们保护可利用的可消化的碳水化合物免于消化的能力。弹性薄膜可抵抗破坏并具有提供薄膜完整性的能力。弹性薄膜常常具有更好的流动特性,因此具有提供所述食物的良好覆盖的能力,包括到达小的区域,如裂缝 (crack) 和裂隙 (fissure)。弹性薄膜也可抵抗通过撕裂所述薄膜的破坏。分析方法可评价得到的薄膜的相对强度、流动性、粘度和弹性,如在食物薄膜性质部分中所定义的。

[0112] 7) 在需要的加工条件下的最优的流动性:

[0113] 作为低粘度的水合的流体薄膜测量的具有良好流动性质的食物薄膜,可提供遍及被加工的碳水化合物-基成分的全部颗粒组合物更好的覆盖。当所述薄膜包覆于所述碳水化合物-基的成分粒子上和其中时,除所述食物薄膜的成分以外,加工温度、pH 和食物成分可影响所述薄膜的流动性。为此,所述包覆过程中的温度对于得到最优的包覆来说是重要的,而且可分析地描绘流动性的变化,如在食物薄膜性质部分中定义的方法所定义的。

[0114] 8) 在结肠中降解

[0115] 最后,通过小肠的保护性食物薄膜材料应为可释放的以通过,例如,以发酵降解,

pH 变化、细菌消化或这些的组合在结肠中使用。

[0116] 食物薄膜性质：

[0117] 可测量和评价所述不可消化的食物薄膜组合物的粘弹性性质以显示所述薄膜的各种成分怎样影响所述食物薄膜组合物的脆性或弹性和粘稠效应 (viscous effect)。此外,其流动能力或其粘度分布 (profile),也应被准确地测量。各种结构的水胶体和增塑剂的协同作用对于开发具有用于均匀流动的极佳的粘度控制的薄膜组合物来说是重要的,所述组合物具有改进的弹性或柔性 (flexibility) 性质以使所述食物薄膜的脆性和破裂最小化。

[0118] 已知水合的薄膜可通过水合单独的不可消化的材料或其与过量水、热和剪切力的混合物来制成,所述的混合物产生流体系统。所述水合物食物薄膜体系的水含量通常为 75 重量%至 85%。一旦产生,所述水合的食物薄膜体系的流动性可通过测量其在选择的温度下对于流动的抗性(粘度)而确定,根据方法部分描述的粘度测量方法进行测定。

[0119] 然后可将所述水合的薄膜干燥以通过标准的纹理分析仪 (texture analyzer) 测定干燥的薄膜的物理品质 (physical quality)。用于该用途的这些分析仪和方法是纹理分析领域的技术人员众所周知的。所述物理品质可包括得到的干燥的薄膜的参数,其包括硬度 (firmness)、松弛 (relaxation)、溶胀 (swelling)、粘附性 (adhesiveness)/粘性 (stickiness)、吸着性 (tack)、粘着性 (tackiness)、回弹性 (resilience)、弹性 (springiness)、粘结性 (cohesiveness) 和延伸性 (extensibility)。

[0120] 水合的食物薄膜组合物根据在方法部分公开的“制备水合的食物薄膜组合物”方法制成。根据也在方法部分公开的“制备和检测干燥的、稳定的食物薄膜样品”的方法,将所述水合的食物薄膜组合物制成干燥的、稳定的食物薄膜样品。然后可检测所述干燥的、稳定的食物薄膜样品以根据如下的物理性质评价测定所述食物薄膜的物理性质。

[0121] 所述薄膜品质的指标通过评价所述材料样品的模量来获得。所述的模量可被定义为所述食物薄膜对于变形的抗性,即,指用于产生指定量应变(延长)的应力总量。这些应力的定义的要素为储能模量(或 E') 和损耗模量 (loss modulus) (或 E'')。

[0122] 所述的储能模量是应力除以应变,所述应力在正弦形变 (sinusoidal deformation) 中与应变同相,而 E'' 或损耗模量定义为应力除以应变,所述应力与应变有 90° 相位差。 E' 是贮存的能量值和每个变形循环回收的能量值的量度。它包括变形的可逆性 (reversibility) 或定义所述薄膜的弹性。 E' 值在本文中也称作薄膜的断裂强度,以达因 / cm^2 表示。它通过所述食物纹理分析仪中软件计算。它是抵抗对于由己被分析仪的活塞在固定距离施压的薄膜产生的力的量度。 E'' 是作为每个变形循环的热而耗散 (dissipated) 或损失的薄膜能量的量度。它是薄膜的不可逆性的量度或定义由所述薄膜的高水-结合食物薄膜成分贡献的薄膜粘性。薄膜的机械品质 (mechanical quality) 的主要量度是其断裂伸长率,表示为从静止到薄膜破坏的变形的百分数。薄膜机械品质的另一种量度是其断裂强度或抗张强度 (tensile strength),即以达因 / cm^2 表示的应力数值,其使用于将薄膜变形至其断裂点 (breaking point) 或破裂点 (failure point)。

[0123] 不用增塑剂制成的并由高分子量聚合物(如果胶)组成的食物薄膜体系,具有相对高的模量值。然而,它们具有低的断裂伸长率而且相当脆,具有低的断裂强度值。因此此类单一实体食物薄膜可容易地破裂和破坏。然而,增加增塑剂水平制成的薄膜通常具有

更高的断裂伸长率,使 E' 和 E'' 值降低,并显示更小的总脆性和韧性 (tenacity),具有更高的总断裂强度值。

[0124] 增加粘度 - 产生聚合物,如淀粉和果胶 (尤其具有较低甲基化程度并由此也具有较低分子量的那些) 的水平,通常导致储能模量或断裂强度 (E') 和损耗模量 (E'') 的逐渐降低。增塑剂,如葡粉、甘油和山梨糖醇,可用于促进聚合物水合并由此对所述薄膜模量具有影响。

[0125] 例如,仅由高甲氧基 (HM) 果胶 ($> 65\%$ 甲基酯化) 组成的食物薄膜或由与少量其他水胶体聚合物,如淀粉一起产生的那些,显示范围为 $3E+10$ 至 $5E+10$ 达因 / cm^2 的高模量值。这些薄膜具有 $5\% - 30\%$ 的断裂伸长率,其代表相对脆的薄膜。例如,由 95% HM 果胶和 5% 玉米淀粉 (70% 直链淀粉和 30% 支链淀粉) 制成的薄膜在 20°C 至 200°C 分别具有范围为 $3E+10$ 至 $2.5E+10$ 达因 / cm^2 的 E' 值。HM 果胶薄膜在相似的条件下的损耗模量 (E'') 值范围在 20°C 至 200°C 分别为 $4E+09$ 至 $3E+09$ 达因 / cm^2 。甘油作为增塑剂以薄膜的 9% 加入 95% HM 果胶 / 5% 淀粉薄膜,得到在 20°C 为 $2.5E+10$ 和在 200°C 大约 $1E+09$ 的 E' 值;显著地低于不用增塑剂的薄膜。

[0126] 在又一个增塑剂影响的实例中,将 20% 甘油加入 $95/5$ (65% HM) 果胶 / 70% 直链淀粉薄膜,得到在 20°C 为 $2E+10$ 和在 200°C 为 $3E+08$ 的 E' 值。不使用增塑剂,薄膜的脆性是显而易见的。增塑剂水平增加,与不加增塑剂的果胶 - 基薄膜相比,使 E' 和 E'' 在该温度范围中降低。在室温, E' 和 E'' 值为大约 50% 。在更高的温度水平,通过 E' 和 E'' 测定的流动性 (fluidity) 降低多于一个数量级。

[0127] 为了本发明的目的,干燥的水合的食物薄膜混合物通常形成干燥的、稳定的样品,其具有高断裂强度和断裂伸长率,以显示良好的柔性和结构强度。本发明的食物薄膜材料的干燥的、稳定的样品通常具有至少大约 5 达因 / cm^2 断裂强度和至少大约 10% 的断裂伸长率;更有代表性地具有至少大约 150 达因 / cm^2 ,更有代表性地至少大约 $10,000$ 达因 / cm^2 ,和还更有代表性地至少大约 $1E+7$ 达因 / cm^2 的断裂强度,和至少大约 100% ,更有代表性地至少大约 200% 的断裂伸长率;多达大约 $5E+11$ 达因 / cm^2 的断裂强度和多达大约 500% 的断裂伸长率;和通常具有范围为大约 $1E+6$ 至大约 $1E+09$ 达因 / cm^2 ,更有代表性地范围为大约 $1E+8$ 至大约 $4E+08$ 达因 / cm^2 的断裂强度,和范围为大约 $200 - 400\%$,更有代表性地范围为大约 $250 - 300\%$ 的断裂伸长率。

[0128] 水合的食物薄膜体系的粘度对于本发明的功能性质也是重要的。所述水合的食物薄膜组合物通常具有如下粘度分布,在 10% 浓度 (重量计) 水中、在 20°C 为大约 500cP ,更有代表性地 20°C 为 1000cP ,还更有代表性地 20°C 为 5000cP ,并能在 20°C 高达 $100,000$ 厘泊 (centipose) (cP),但更有代表性地为大约 2500 至 $10,000\text{cP}$ 。所述水合的食物薄膜组合物的粘度根据后面描述的粘度测定法进行测定。所述水合的食物薄膜组合物可根据 "制备水合的食物薄膜组合物" 方法制成,其中所述的水浓度为 90% (重量计) 而所述水胶体材料为 10% 重量。

[0129] 例如,含有单一水胶体实体,如只含葡粉或只含果胶的食物薄膜组合物,对于葡粉具有较低的粘度分布 (其中葡粉作为增塑剂) 或对于果胶具有高粘度分布。两种组合物都不产生高断裂伸长率,其定义为断裂强度或抗张强度。作为又一个实例,含 88% 水和 12% 葡粉的组合物在 20°C 具有大约 3cP 的低粘度和大约 $4.8E+03$ 达因 / cm^2 相对低的断裂强度

值。作为又一个实例,含 85%水和 15%高甲氧基果胶的组合物在 20℃具有大约 3,000cP 显著较高的粘度,但具有大约 5 达因 /cm² 非常低的断裂强度。通过将各种高水结合的水胶体(结构的 / 粘性的可发酵的材料)与一种或多种增塑剂(流变学改良剂)组合,可实现所述食物薄膜的粘度控制和柔性。

[0130] 例如,水合的食物薄膜组合物其由重量计 1.2%的黄原胶,1.0% kappa 角叉藻聚糖,0.6% HM- 果胶,12%多分散的葡粉,4%山梨糖醇,0.2%氯化钾和 81%的水组成,在 20℃具有大约 3000cP 的粘度和大约 5.25E+05 达因 /cm² 的断裂强度。

[0131] 在又一个实例中,本发明的水合的食物薄膜组合物,其由重量为 0.4%的胞外多糖胶,1.2% kappa 角叉藻聚糖,1.0%瓜尔豆胶,12%短链葡粉,3.8%山梨糖醇,0.1%柠檬酸钠,0.1%氯化钾和 81.4%的水组成,具有大约 6500cP 的粘度和大约 7.2E+05 达因 /cm² 的断裂强度。

[0132] 粘性 - 增效成分:

[0133] 阻断碳水化合物 - 消化酶在消化系统中消化可利用的可消化的碳水化合物的作用,并减少单糖在小肠中吸收的第二种方法,是在可消化性降低的碳水化合物食物中提供粘性 - 增效成分。本发明的另一个实施方案可包括含有粘性 - 增效成分的可消化性降低的碳水化合物食物。所述粘性 - 增效成分通常包括高度 - 增粘的 (highly-viscosifying) 水胶体,其被称作增粘成膜剂 (Viscosifying Film Builder)。包含于可消化性降低的碳水化合物食物中的增粘成膜剂可在消化过程中从吃下的食物直接释放到食糜中,或可从可消化性降低的碳水化合物食物的表面反应以增加所述食糜的粘度。所述增粘成膜剂将光滑的 (slippery)、粘稠的 (slimy) 或多脂的稠度 (consistency) 贡献给食糜。(粘度增加的贡献者也可来自前面讨论的保护性食物薄膜网络的结构,其有助于所述食糜沿小肠的与混合 - 型运动相反的“活塞流”型运动。) 本发明也涉及包含不可消化的水胶体的组合物的用途,所述的水胶体将粘性 - 增效成分提供给食物,所述粘性 - 增效成分在食糜中增加粘度以减少可利用的可消化的碳水化合物的消化和减少将可消化的碳水化合物的消化产物(单糖)吸收到血流中。

[0134] 当所述食糜穿过小肠时,保持粘度的增加。粘度的增加和粘稠的稠度可对于在食糜中可消化的碳水化合物材料的消化具有两种影响,其是在得到的可消化性降低的碳水化合物食物中是减少或减慢形成已消化的碳水化合物材料的饭后血糖水平的主要原因。

[0135] 第一,认为增加的粘度和粘稠的稠度是造成胃肠的 (GI) 转换时间 (transit time) 减少的原因。小肠中的蠕动作用以肌肉的收缩力的形式提供能量,所述的肌肉收缩力既混合食糜又使食糜沿肠道移动。不受限于任何具体理论,认为增加的粘度提供对于食糜混合的抗性,这使更多的蠕动能量用于将食糜沿肠道移动。所述食糜的光滑的、粘稠的稠度也减少食糜对于肠壁的拖曳 (drag) 和粘附 (adherence)。这些作用减少食糜在肠中的转换时间。

[0136] 第二,增加的粘度可延缓将可吸收的糖类(外部的 (extrinsic) 和内部的 (intrinsic) 糖类和由可消化的碳水化合物的消化而产生的糖类)通过食糜运输到小肠壁,其中它们可被吸收到血流中。增加的粘度减少蠕动的混合,其可在肠内搅动食糜以将可吸收的糖类运输到肠壁,并也减少糖分子在食糜内的扩散,其中它们可被吸收到血流中。

[0137] 作为在包含可消化的碳水化合物的食物中使用增粘成膜剂的结果,所述可消化的

碳水化合物是受保护的以免于在小肠中的消化和吸收,而且吃下所述食物后的饭后血糖应答可被减少。

[0138] 上述的多种结构的 / 增粘的可发酵的材料也可用作增粘成膜剂。所述增粘成膜剂通常包括不可消化的、可发酵的纤维材料,其可包括树胶和抗性淀粉。用作增粘成膜剂的有代表性的水胶体可选自琼脂、角叉藻聚糖、帚叉藻聚糖、海藻酸盐、阿拉伯树胶,印度胶,黄蓍胶、刺梧桐树胶、瓜尔豆胶、刺槐豆胶、葡粉、他拉胶、罗望子果胶、魔芋甘露聚糖、阿拉伯糖基木聚糖、b- 葡聚糖和木糖葡萄糖、果胶、纤维素或纤维素的材料、凝胶多糖、葡聚糖、胞外多糖胶、rhamsan 胶、硬葡聚糖、welan 胶、黄原胶、明胶、羧甲基纤维素、羟丙基纤维素、羟丙基甲基纤维素、羟乙基纤维素、海藻酸丙二醇酯、羟丙基瓜尔豆、改性淀粉。

[0139] 用作增粘成膜剂的优选的水胶体可提供高水平的粘度(根据在下文中描述的粘度方法,在 1% 溶液中大于 300cp),其在胃液中是稳定的,并提供最佳的薄膜性质。用作增粘成膜剂的优选的水胶体选自黄原胶、半乳甘露聚糖(瓜尔豆胶和刺槐豆胶)、果胶、海藻酸盐、角叉藻聚糖、黄蓍胶和刺梧桐树胶。黄原胶提供很高的粘性,并与半乳甘露聚糖(瓜尔豆胶和刺槐豆胶)协同以产生更高的粘性。黄原胶和瓜尔豆胶都具有良好的薄膜伸展性和包覆性质。低甲氧基果胶和海藻酸盐具有交联以产生更强的薄膜或包覆层的能力,葡粉是优选的增粘成膜剂,并通常具有 2-60 果糖单元(FU)的 DP 和 8-12 的平均 DP,并更优选 15-60FU 的 DP 和大约 15-30FU 的平均 DP。

[0140] 用于具体的食物体系的选择可根据使用它们的食物的组成而变化。也可选择所述结构的 / 增粘的成膜剂以与已经存在于可消化的碳水化合物-基成分中的内部的水胶体相互作用和协同反应。

[0141] 所述粘性-增效成分也可包含流变学改良剂或增塑剂,如上面鉴定的,以改善所述增粘成膜剂的流动性质,其有助于将所述增粘成膜剂更均匀地分布遍及得到的可消化性降低的碳水化合物食物或由其形成的咀嚼物(masticated mass)。一种流变学改良剂或其混合物可与一种或多种增粘成膜剂一起使用。

[0142] 通常的增塑剂可包括低分子量糖类,如甘油和果糖,多元醇如山梨糖醇、木糖醇,聚葡萄糖和一些膳食纤维如葡粉,并优选具有大约 2-20 的聚合度(DP)和平均 DP 为 4-7 的葡粉和具有 2-5 的聚合范围及 4 的平均值的或者具有 2-8 的聚合范围及 4.7 的平均值的果糖寡糖(也称为寡果糖)。所述增塑剂可用作湿润剂(humectant)以促进加工的食物基体内水分的吸引、移动和分布。可将所述增塑剂加入单一水胶体或混合的粘性-增效成分体系。

[0143] 也可使用可消化的或部分可消化的增塑剂材料,虽然通常以有限的水平使血糖负荷贡献最小化。

[0144] 所述粘性-增效成分可提供可消化性降低的碳水化合物食物或食物添加剂,当在包含可利用的可消化的碳水化合物的第二种食物之上、之中或与之一一起消耗时,可通过提供对可利用的碳水化合物的保护以免于消化和通过减少由已消化的碳水化合物产生的单糖在小肠中的吸收来降低第二种食物的血糖应答。当所述的膳食包含至少一种本发明的可消化性降低的碳水化合物食品时,本发明提供膳食的血糖应答的钝化。当本发明的可消化性降低的碳水化合物食物或食物成分,优选与推荐的食物供应物量相等的部分,与膳食中其他食物相混合时,与其中所有食物是常规食物的膳食相比较,上述膳食的血糖应答可被

钝化。

[0145] 结肠的效应和益处：

[0146] 降低含有可消化的碳水化合物的食物的血糖应答的第二种方法提供用于减少葡萄糖的形成和通过绕过小肠的未消化的可发酵的碳水化合物在结肠中发酵刺激肝脏中的糖原。通过此发酵，除去减少血糖 (glycemia) 之外，可实现附加的健康益处。

[0147] 实际上，通过实施本发明制成的可消化性降低的碳水化合物食物使可控量受保护的碳水化合物的以绕过小肠，产生其通过结肠中固有的微生物的使用。到达结肠的未消化的受保护的碳水化合物可通过正常存在的结肠微生物群落 (microflora) 发酵 (可成为它们的食物)。这些未消化的受保护的碳水化合物在结肠和人体的健康中通过保持结肠的局部健康起重要的作用，而大肠则起管理并保存水和电解质以防止脱水的作用。此外，健康的结肠帮助消化从小肠通过的残余材料，并提供途径使残余的未消化的材料和毒素 (toxin) 通过。大肠是消化道最严重的繁殖区 (colonized region)，每克肠内容物中具有多达 10^{11} – 10^{12} 个厌氧细菌。这些细菌产生酶，所述的酶进一步消化从小肠通过而未消化的蛋白质和碳水化合物。许多变量可影响所述不可消化的碳水化合物发酵的程度，并因此影响由发酵产生的各种终产物包括气体 (甲烷、氢气、二氧化碳) 短链脂肪酸 (SCFA) (C2–C5 有机酸) 的性质和量以及增加的细菌量。发酵程度通常从完全发酵 (多种水溶性不可消化的碳水化合物，如通过实施本发明产生的那些) 到微弱的 (little) 发酵，例如纤维素颗粒的范围。然而，许多影响发酵程度的因素当中，主要的影响是所述不可消化的碳水化合物的物理化学性质。

[0148] 增加来自不可消化的碳水化合物发酵的微生物量直接有助于粪便整体 (stool bulk)，其为粪便重量的大部分。细菌含水大约 80% 并具有抵制脱水的能力，同样地有助于粪便物质中的持水 (water-holding)。人粪便中的细菌数目为大约 4×10^{11} – 8×10^{11} /g 干粪便，并对于西方膳食构成多达大约 50% 的粪便固体。结肠发酵产生的气体也可对粪便整体具有一些影响。气体的捕获可有助于增加体积和减少粪便转变时间。

[0149] 发酵的代谢终产物，即所述气体、SCFA 和增加的微生物群落在不可消化的碳水化合物在结肠中的生理效应 (physiological effect) 和结肠内的局部效应 (local effect) 和系统效应 (systemic effect) 的含意 (implication) 中起关键作用。通过严格的厌氧性菌种 (anaerobic species)，如变形细菌 (bacteriodes)、梭菌 (clostridia) 的一些非-病原的菌种和酵母、厌氧性球菌和乳杆菌 (lactobacilli) 的一些菌种发酵产生的气体，主要作为肠胃胀气 (flatulence) 释放或吸收并随后通过肺从身体失去。然而，一些由这些微生物群落产生的氢气和二氧化碳可进一步通过产甲烷细菌 (methanogenic bacteria) 代谢为甲烷 (CH_4)，从而降低肠的气压。在这些厌氧微生物当中，梭菌、真细菌 (eubacteria) 和厌氧球菌是产气最多的，而双歧杆菌 (bifidobacteria) 是唯一一组不产生任何气体的常见的消化道微生物群落。

[0150] 食物中受保护的碳水化合物的内能 (energy content) 或热值 (caloric value) 可来自在结肠中被发酵的碳水化合物，与在小肠中被消化和吸收的作为已消化的碳水化合物的比值。饭后血糖应答和高血脂应答通过所述水胶体的成膜和增粘性质得以减少。所述不可消化的水胶体薄膜保护可消化的碳水化合物不与碳水化合物消化酶相互作用。水胶体的增粘性质通过增稠肠内容物减少碳水化合物在小肠中的吸收，其减少已消

化的碳水化合物部分的蠕动混合和扩散。吸收入肝门的 (portal) 血液系统并到达肝脏的 SCFA 可影响葡萄糖和脂质代谢。它们减低血糖水平以及胆固醇 (cholesterol) 和甘油三酯 (triglyceride) 的血液水平。一旦可消化的碳水化合物绕过小肠中的消化和吸收,并在结肠中发酵,由此过程产生的 SCFA 提供一定量来自它们从结肠吸收及随后在肝脏代谢的能量。不可消化的碳水化合物内能或热值来自取决于发酵程度的科学立场 (standpoint)。不发酵至任何程度的不可消化的碳水化合物具有近似 0 千卡 / 克的含热量 (caloric content), 而热量研究的数据表明, 来自它们发酵为 SCFA 和它们在单胃的物种的肝脏中氧化的平均能量产量 (energy yield) 在 1.5 至 2.5kcal/g 的范围内, 而不是来自其在小肠中的消化和吸收和随后在肝脏中氧化的 4.0kcal/g。这是由于在所述不可消化的碳水化合物发酵过程中形成细菌生物量、气体和热量的能量损失。

[0151] 由发酵产生的主要的 SCFA 为乙酸 (acetate)、丙酸 (propionate) 和丁酸 (butyrate), 占大肠中总 SCFA 浓度的 83% -95%, 其范围为大约 60-150 μ mol/L。即在盲肠 (cecum) 和右结肠 (right colon) 或横结肠 (transverse colon) 中, 这些酸的浓度是最高的, 其中微生物群落的浓度也是最高的。对应于这些更高的酸水平, pH 也通常在横结肠中最低 (5.4-5.9) 而且通过末端结肠 (distal colon) 逐渐升高到 6.6-6.9。随着 pH 降低, 所述结肠环境变得较不利于产生 - 毒素的和 - 促进健康的微生物菌落, 如大肠杆菌 (E. coli)、梭菌和一些酵母。

[0152] 在结肠水平上, 所述不可消化的碳水化合物的发酵增加了这些促进 - 健康的 SCFA 的浓度和内源的、更高 pH 耐受性的微生物群落, 如双歧杆菌, 以发挥潜在的健康影响, 如 1) 影响粘膜 (mucosal) 细胞生长和血流量 (blood flow), 2) 增加粘液 (mucus) 产生, 3) 作为细胞分化剂 (cellular differentiating agent) (抗 - 肿瘤效果) 起作用, 4) 预防结肠炎 (colitis), 和 5) 改善抑制病原体 (pathogen) 生长的矿物质如钙或镁的吸收。吸收入肝门的血液系统并到达肝脏和肾脏的 SCFA, 尤其是丙酸, 可进一步影响代谢。这可导致系统效应如减少糖血症 (glycemia)、脂血症 (lipidemia)、尿毒症 (uremia) 和改善总体的氮平衡 (nitrogen balance)。对于脂质的影响是潜在的健康效应的实例; 如高血清脂质水平 (serum lipid level) 与心血管病危险的增加有关。此外, 肝脏中的低糖原产生和高葡萄糖产生与胰岛素抗性随时间产生一致, 这导致糖尿病的结果。可通过食用不消化的、可发酵的受保护的碳水化合物来降低此危险。

[0153] 除了其对于宿主代谢的影响之外, 所述不消化的、可发酵的、受保护的碳水化合物也与降低结肠致癌作用 (carcinogenesis) 的危险有关。充分发酵的碳水化合物来源的发酵, 如通过实施本发明产生的, 产生丁酸, 认为其大部分 (约 90%) 被代谢为 CO_2 和酮, 作为结肠细胞的优选的底物, 其提供它们的总能量的 70%, 并防止它们, 作为细胞培养物中有效的分化剂, 免于转化为肿瘤发生体 (tumor development)。

[0154] 改进的碳水化合物 - 基食物成分:

[0155] 本发明的另一个实施方案涉及改进的碳水化合物 - 基食物成分, 其包含可消化的碳水化合物 - 基成分和不可消化的保护性成分。通常的可消化的碳水化合物 - 基成分是谷物面粉。国内的和国际的 (domestically and institutionally), 在制造包含可消化的碳水化合物的食品的过程中, 可消化的碳水化合物 - 基成分, 如植物或水果粉, 是食物制备过程中的普通 (common) 成分。有代表性的谷物面粉包括那些源自谷物如小麦和大麦, 禾本科

如玉米和稻,豆类如大豆、豆类和黄色鹰嘴豆,和块茎类如马铃薯的面粉。本发明提供,常规面粉可通过加入本发明的不可消化的保护性成分进行改进,以提供改进的面粉。

[0156] 通常的不可消化的保护性成分形式上是颗粒。有代表性地,所述不可消化的成分作为如上所述形成的水合的浆体或溶液,加工入常规的面粉中。可替换地,所述不可消化的成分的颗粒形式可与所述面粉一起加工以形成改进的面粉。虽然所述改进的面粉可使用常规的粉末混合设备系统和技术制成,但是优选使用比常规系统采用更高剪切力和更低接触时间的加工设备和技术。

[0157] 通常所述改进的面粉具有与未改进的面粉可比较的物理性质,并可被加工入来源于本发明的面团的食品,其包括但不限于面食制品、米饭、马铃薯、玉米饼(tortilla)、面包和烘焙食品。以本发明制成的面团体系具有增强的流变能力(rheology)有助于用于制备各种减少碳水化合物产品的产生过程。面团具有更好的机械加工性能(machinability),以减少例如挤压模(extrusion die)和玉米饼压力机(tortilla press)中的粘性。在降低动力消耗和帮助增加产量的同时,面团具有减少的粘性以降低挤压模压力。

[0158] 本发明的另一个实施方案涉及食物成分,所述的食物成分可被喷撒在或加入到食物中以保护可消化的碳水化合物免于被消化或可导致所述食糜粘性的增加。所述食物成分可钝化所处理的食物的血糖应答。所述食物成分可为调味料(seasoning)、调味品(flavoring)或纹理改性剂(texture modifier)。所述食物成分可包括颗粒或液体组合物。所述食物成分可用于制备食物,如调味料、肉汁、烘焙混合物(bakery mix)、薄饼(pancake)混合物和饮料。所述食物成分可为清淡的(light)调味料或浇糖浆的(glazing)产品,其可用作食品如蔬菜和水果的冻胶层或浇汁。

[0159] 不可消化的水胶体:

[0160] 下面的表A提供优选的具有选择的物理数据的不可消化的水胶体的列表。下表中选择的水胶体在其后讨论。

[0161] 表A:

[0162]	水胶体	骨架和侧链	粘度和 MW	离子 反应性	水中 溶解性
[0164]	黄原胶	β -1-4-D-葡萄糖基;	1500-1600cps	在低浓	可溶于冷
[0165]		α -1-3 三糖:具有末端丙	(在 25°C 含	度有限	水
[0166]		酮酸(pyruvate)的D-甘	1% KCl 的 1%溶		
[0167]		露糖- β -1-2-D-葡萄糖醛液)	MW ~ 1 千 5		
[0168]		(glucouronic)- β -1-4-甘	百万		
[0169]		露糖			
[0170]	瓜尔豆胶	从6位具有支化点的	1600至2000cps	非常低	在25°C可
[0171]		β -1-4-D-甘露糖; β -D-	(在25°C的1%溶		溶
[0172]		半乳糖	液)MW ~ 75000		
[0173]	果胶(低	α -1,4-D-半乳糖醛酸;L-	MW 50 至	Ca++	小块;分离
[0174]	甲氧基)	阿拉伯糖 & D-半乳糖的	150,000		的颗粒和
[0175]		中性链			剪切刀
[0176]	果胶(高	α -1,4-D-半乳糖醛酸;L-	MW 150 至		

[0177]	甲氧基)	阿拉伯糖 & D- 半乳糖的	200,000		
[0178]		中性链			
[0179]	海藻酸盐	β -1-4-L- 甘露糖醛酸,	150-300cps (在	Ba++	可溶于冷
[0180]		α -1-4-L- 古洛糖醛酸;无	20°C的1%溶液)	Sr++	水;Ca++
[0181]		支链的		Ca++	降低溶解
[0182]					Mg++ 度
[0183]	角叉藻聚	半乳糖 & 3,6-脱水半乳	225,000	K+	Na+ 盐可
[0184]	糖	糖;硫酸和非-硫酸化半		Na+	溶于冷水;
[0185]	(Kappa)	乳糖单元			K+ 盐可溶
[0186]					于热水
[0187]	刺槐豆胶	从6位具有支化点的	50,000至3百万	非常低	比瓜尔豆
[0188]		β -1-4-D- 甘露糖; α -D-			溶解性差
[0189]		半乳糖			
[0190]	黄耆胶	聚-D- 半乳糖醛酸;木	100-3500cps (在	非常低	可溶于冷
[0191]		糖,岩藻糖 & 半乳糖	25°C的1%溶液)		水和热水
[0192]			MW ~ 840000		
[0193]	刺梧桐树	α -D- 半乳糖醛酸和 α -L-	2000-3000 cps	非常低	在热水和
[0194]	胶	鼠李糖; β -D- 葡糖醛酸	(在25°C的1%溶		冷水中微
[0195]			液)MW 9-16 溶		
[0196]			MM		
[0197]	魔芋(粉)	β -1-4- 连接的 D- 葡萄糖	1% 溶液 25	无	在良好搅
[0198]	甘露聚糖	和 D- 甘露糖(葡甘露聚	cps;2% 溶液		拌下在室
[0199]		糖)	350cps		温溶解
[0200]	葡粉	β -D((2,1)- 果糖呋喃糖基	DP 5-60, 平均	非常低	可溶于热
[0201]		(fructofranosyl))n	25;平均 4550		水;少量溶
[0202]		α -D((1,2)- 吡喃葡萄糖	MW		解于冷水
[0203]		苷)			
[0204]	葡聚糖	通过1-4&1-3 β - 键连接	MW 15,000 至	非常低	溶解于> 75
[0205]		的葡萄糖聚合物;无	150,000		°C的水中
[0206]	罗望子果	β -1-4-D- 葡糖基	MW ~ 115,000	非常低	可溶于冷
[0207]	胶				水
[0208]	黄原胶:				

[0209] 黄原胶是食物胶,其被开发作为非常稳定的增稠剂用于可灌入的(pourable)色拉调料、调味料和肉汁、糕点馅(pastry filling)、布丁(pudding)、几种奶制品和果汁。它在低浓度下是极好的增稠剂。黄原胶是具有纤维素骨架及三个 β -1-4连接的糖侧链(D-葡萄糖-2.8摩尔、D-甘露糖-2.0摩尔、D-葡糖醛酸(glucuronic)-2.0摩尔)的刚性结构。它是假塑性的(当使用剪切力时变稀),并提供良好的粘附和包覆性质。它可溶于冷水和热水。在没有剪切力的情况下,它在低浓度产生凝胶-样结构和高粘度。黄原胶/瓜尔豆胶和黄原胶/刺槐豆胶混合物显示粘度的协同增加。粘度性质稍微受离子影响,但在酸、

盐中和在高温相对稳定。黄原胶对于冷冻温度是稳定的,但是干馏 (retort) 不稳定的,其被 0.1%氯化钠 (NaCl) 提高。黄原胶溶液显示遍及宽的温度范围的很少的溶液粘度变化,并通常在剪切之后全部恢复它们的粘性。黄原胶通过细菌野油菜黄单胞菌 (*Xanthomonas campestris*) 使用糖类,如玉米葡萄糖制成,一种制备某些食物成分的普通的商业方法。黄原胶可在胃液中溶胀以增加粘度。黄原胶对于人的酶是有抗性的,并在酸和碱条件下都是稳定的。它不被身体消化,而完整地到达结肠,在结肠中它用于固有的微生物群落的食物,所述的微生物群落产生发酵过程的产品,其帮助减少胆固醇和血糖的光滑的涨落,并帮助保持大肠的健康。

[0210] 瓜尔豆胶 :

[0211] 瓜尔豆胶是天然的食物乳化剂,增稠剂和稳定剂,其用于多种食品,诸如冰冻的甜点 (frozen dessert)、焙烤食品、色拉调料和乳酪 (cheese)。此食物胶是贮存 (storage) 碳水化合物,其提取自豆科植物 (*Cyamopsis tetragonolobus*) 的种子的胚乳 (endosperm) 部分。它是非 - 离子的 (不带电荷的) 半乳甘露聚糖聚合物,其具有甘露糖聚合的骨架和半乳糖侧链。它可溶于冷水,溶解度随半乳糖侧链的增加而增加 (半乳糖大于 25% 产生冷水溶解性)。瓜尔豆胶在冷水中迅速水合,水合速率随温度增加而增加,以提供通常低剪切粘度的高粘度假塑性溶液。瓜尔豆胶相对地不受离子、pH 影响,并更易受到与大多数其他胶类相比的极端 (extreme) 温度和剪切力的影响。当与 kappa- 角叉藻聚糖或黄原胶一起使用时,瓜尔豆胶改变性质以使协同的粘度提高而不形成凝胶。它具有良好的包覆性质。在酸中部分水解的瓜尔豆胶产生低粘度。溶液不受离子强度或 pH 影响。瓜尔豆胶显示与黄原胶的粘度协同作用。它已经作为在结肠中发酵为短链脂肪酸的不可消化的碳水化合物用于结肠的运送。已经显示所述成分改善肠功能,减少腹泻 (diarrhea)、减轻腹泻并帮助减少“有害的”胆固醇和血液甘油三酯水平和使饭后的血糖水平正常化。

[0212] 刺槐豆胶 (LBG) :

[0213] 刺槐豆胶像瓜尔豆胶一样,是另一种半乳甘露聚糖。它具有甘露糖聚合的骨架和半乳糖侧链,及大约 330,000 的分子量。与瓜尔豆胶不同,当其只具有 18-24% 半乳糖侧链时,它不可溶于冷水。它不带电荷且相对不受离子、pH 的影响,并易受极端温度和剪切力的影响。刺槐豆胶需要高温以水合,如果在 80℃ 加热 10 分钟,通常成为完全水合的,所述溶液是浑浊的 (cloudy)、呈灰白色 (off-white)。水合后形成的凝胶是剪切稀化的 (shear-thinning) (假塑性体)。像瓜尔豆胶一样,刺槐豆胶改变 kappa 角叉藻聚糖或黄原胶的凝胶性质。黄原胶与 LBG 的取代不高的甘露聚糖骨架的结合比与瓜尔豆胶的结合强。刺槐豆胶形成大于总胶质含量的 0.4% 的弹性的组合凝胶。类似于瓜尔豆胶,刺槐豆胶易于在人消化道中用人微生物群落的变体 (modification) 进行发酵以增进消化道健康和功能。研究已经显示促使血脂减少的 (hypolipidemic) (较低的甘油三酯和胆固醇) 效应和饭后葡萄糖 (较低的血糖水平和胰岛素应答) 效应。

[0214] 果胶 :

[0215] 这些天然的复合的食物碳水化合物存在于多种植物,如苹果、柑桔类水果 (citrus fruit)、向日葵和糖用甜菜 (sugar beet) 的细胞壁中。商业果胶是不可消化的碳水化合物,其通常提取自苹果果渣 (apple pomace) 或柑桔皮 (citrus peel)。果胶是 200-1,000 个半乳糖单元通过 β -1-4 糖苷键 (D- 半乳糖醛酸的聚合物) 连接的无支链的聚合物。果胶功

能性是由于聚半乳糖醛酸的序列和它们甲基酯化的程度。根据果胶甲基酯化的程度对它们进行表征,所述甲基酯化的程度控制凝胶凝固速率(set rate)。高甲氧基(HM)果胶被表征为具有大于50%的甲氧基含量的那些,而低甲氧基(LM)果胶通常具有低于50%的甲氧基含量。快速凝固果胶通常具有70-85%的甲氧基含量,而慢凝固果胶具有44-65%的甲氧基含量。HM果胶需要低pH(<3.5)和高D.S.(>60°白利糖度(Brix))以形成凝胶,但形成非常脆的薄膜。如本发明公开的,包含果胶的薄膜必须用吸水性(water-attracting)增塑剂改进以增加柔性而用于本发明。HM在常规的果酱(jam)和果冻(jelly)中用作胶凝剂。LM果胶通过钙离子-诱导的链间的缔合(association)形成凝胶。酰胺化的LM果胶用于凝胶天然水果保存。HM果胶当它们与酪蛋白(牛奶蛋白)反应时,使酸乳饮料稳定。LM果胶由于钙相互作用也用于乳胶(milk gel)。果胶通常用来帮助凝胶水果果酱和果冻,和一些发酵的乳制品,如酸乳(yogurt)和酸乳饮料。研究显示,果胶有助于降低胃排空的速率及使食物通过小肠的移动变慢,因此有助于使糖吸收入血液变慢和使血糖涨落光滑。也已经显示它有助于降低“有害的”(LDL)胆固醇水平,而不改变“有益的”(HDL)胆固醇水平。

[0216] 角叉藻聚糖:

[0217] 角叉藻聚糖是天然的不可消化的碳水化合物,其提取自红藻(红藻纲(Rhodophyceae)),一种英国、欧洲大陆和北美附近的大西洋中常见的海藻。角叉藻聚糖是多分散的(没有两个分子是相同的)。结构上存在三种形式(kappa、iota、lambda),它们根据它们的硫酸酯(ester sulfate)和3,6脱水半乳糖含量而有所区别。所述半乳糖骨架硫酸酯带负电荷。需要所述主链中的脱水半乳糖单元用于凝胶协同(synergy)和控制凝胶纹理的硫酸化程度。所述都具有3,6脱水糖的kappa和iota型形成凝胶,而没有糖的lambda不凝为胶体并作为增稠剂起作用。Kapp角叉藻聚糖与钾相互作用产生脆的凝胶,而iota与钙相互作用形成弹性凝胶。角叉藻聚糖与酪蛋白酸盐(caseinate)相互作用以使凝胶稳定,这依赖于硫酸盐基团的数目和位置。阴离子形成稳定的胶状的蛋白质-角叉藻聚糖复合物。角叉藻聚糖用于增稠一些加工食品,像冰淇淋、圆形软糖(marshmallow fluff),薄煎饼糖汁(pancake syrup)、基于乳制品的甜食(dairy-based dessert)、早餐混合饮料(breakfast shake)和布丁,和加工的肉类;以使食物稳定或乳化,其有助于液体保持混合在一起,像在巧克力奶中;并过减慢糖或冰晶的形成而有助于稳定晶体,如在糖果(confection)和冰冻的甜食中。在天然产生的意义上,它与番茄酱在其产生上无很大差别。作为不可消化的碳水化合物,角叉藻聚糖是不被人体消化的,但在小肠中通过固有的微生物群落完全发酵以产生健康益处。研究已经显示,它有助于增加肠的粘度、减少的胃排空和小肠转换时间(低血糖的性质)。此过程减慢了糖进入血液的速率,像果胶和瓜尔豆胶,并被发酵以产生来自发酵的产品,所述产品影响血糖形成和肝脏中的胆固醇产生。

[0218] 海藻酸盐:

[0219] 海藻酸盐是提取自褐藻(褐藻纲(Phaeophyceae))的天然食物。它们是无支链的线性聚合物,其由 β -1-4-D-甘露糖醛酸和 α -1-4-L-古洛糖醛酸(guluronic acid)残基组成。海藻酸盐凝胶需要平衡离子,如钙来形成。正常的离子含量为0.5-1%。粘度在低浓度增加,随钙含量增加而增加;1-至2000厘泊(cP)的1%的粘度作为分子量和钙含量的函数。薄膜(凝胶)形成通过系统中经由与螯合剂(sequestant),即柠檬酸钠的竞争的受控的钙释放来介导。海藻酸盐在pH3以下沉淀并在pH 6.5以上降解。丙二醇提高它们对于

钙和酸的稳定性。海藻酸丙二醇酯凝胶被设计为提供更好的酸稳定性和在低 pH 减少的沉淀,例如用于色拉调料。海藻酸盐和海藻酸丙二醇酯系统用于乳制品、焙烤食品(水果馅、纹理和明胶改进,在冰冻甜食中以抵抗冰晶形成和超过(空气)稳定性的限度。海藻酸盐是不可消化的碳水化合物并容易在人消化道中发酵为短链脂肪酸以提供健康益处。

[0220] 胞外多糖胶:

[0221] 胞外多糖胶由两个 β -葡萄糖单元加上 β -葡萄糖醛酸和鼠李糖单元组成。它通过细菌多沼假单胞菌(*Pseudomonas elodea*)产生并具有高的分子量(1,000,000)。胞外多糖胶不溶于冷水并在高温和钙离子条件下凝为胶体。胞外多糖胶产生硬凝胶或与加入的 LBG 或黄原胶产生较柔软的(改进的)凝胶。胞外多糖胶与琼脂、角叉藻聚糖和海藻酸盐在功能性上类似。凝胶形成通过由于冷却的双螺旋的聚集而产生,并被所有离子诱导,所述离子包括加入的酸中的氢离子。胞外多糖胶增加食物和小肠中的粘度并易于在结肠中发酵为短链脂肪酸。

[0222] 葡粉:

[0223] 葡粉是不可消化的果糖聚合物。它是全世界超过 36,000 种植物中存在的天然贮存碳水化合物,并在淀粉之后是自然界中最丰富的碳水化合物。它通常存在于食用的水果和蔬菜,如洋葱、大蒜、小麦、葡萄干(raisin)、西红柿、香蕉、芦笋(asparagus)和菊苣根(chicory root)或其叶(比利时茼蒿菜(Belgianendive))。它商业上主要通过从菊苣根(菊苣(*Cichoriumintvbus*))中提取和纯化而产生。它是 β -2-1-连接的果糖分子与末端 α -1-2-连接的葡萄糖单元的无支链的线性聚合物;如在蔗糖中。天然的菊苣葡粉通常具有 2-60 个果糖单元的聚合度(DP)范围并具有 9-12 个单元的平均值。它可溶于冷水和热水以产生澄清的溶液(在室温 12 克/升),溶解性和澄清度依赖于聚合链分布。所述葡粉分子在高水、低 pH 环境($< \text{pH } 4.0$)中是不稳定的,水解为果糖。较短的链部分,如具有 2-5 或 2-8 个单元的聚合度(DP)或平均大约 4 个单元的那些,高度可溶于水(在室温 750 克/升),是非常吸湿的(吸水的)并具有润湿剂性质以在本发明中用作增塑剂。这类葡粉产品具有低粘度(5%葡粉通常为大约 10%或较小的蔗糖的粘度)。这些产品商业来自 Golden Technologies, Inc(CO) 的 Nutraflora[®] scFOS, 来自 Orafit Food Ingredients(PA) 的 Rafilose[®] P95 和来自 SensusAmerica, LLC(NJ) 的 Frutafitt[®] CLR。来自菊苣根的天然葡粉是具有 2-60 个果糖单元的 DP 及平均值为 9-12 个单元的聚合链(多分散的)的混合物。天然的葡粉提供多功能,如具有润湿剂性质,提供水结合性质并形成弱的假塑性粒子凝胶。此类型的粒子凝胶在大约 25%葡粉含量(按重量计)形成,具有随浓度增加而增加的粘度和硬度。粒子凝胶加入阳离子,如钙(0.25-1%)时具有增加的强度。形成的凝胶是剪切稀化的(假塑性的)。凝胶使泡沫稳定并有助于乳状液,尤其当与角叉藻聚糖-基的树胶系统一起使用时。具有这些特点的商业上可获得的产品的实例为来自 Cargill Inc(MN) 的 Oligo-fiber[®] ST; 来自 Cosucra(比利时)的 Fibriline[®] ST, 来自 Orafit Food Ingredient(PA)s 的 Raftiline[®] ST; 和来自 Sensus America, LLC(NJ) 的 Frutafit[®] HD。物理上分级的具有较高的 DP 的葡粉,如那些具有 5-60 个果糖单元的 DP 范围并具有 25 个单元的平均值,提供假塑性的凝胶形成(在 12.5%开始),结合水,增强食物结构,并有助于使水在食物中的迁移最小化。所述产品的商业实例为来自 Orafit Food Ingredients(PA) 的 Raftiline[®] HP, 来自 Cosucra(比利时)的 Fibriline[®] LC 和来自 Sensus America,

LLC(NJ) 的 Frutafit® TEX!。不同于食物中的普通淀粉,葡粉是不被身体消化的,但通过在结肠中选择一组促进 - 健康的细菌(双歧杆菌和乳杆菌)被用作优选的食物(膳食纤维);与那些相同的细菌用作活性培养物存在于多种酸乳和其他发酵的奶制品中。这些细菌可选择地使用葡粉以生长并产生发酵产物,如 SCFA 以帮助支持免疫系统,调控碳水化合物和脂质(脂肪)在肝脏中代谢,帮助提高钙吸收用于强壮的骨骼和牙,帮助支持健康的免疫功能,和帮助保持结肠健康用于食物的适当消化和水的循环以降低脱水效应。

[0224] 抗性淀粉:

[0225] 常规淀粉被碳水化合物消化酶,如胰淀粉酶、 α -糊精酶、麦芽糖酶、蔗糖酶和乳糖酶所消化。本发明中有用的抗性淀粉定义为淀粉和淀粉降解的淀粉产品的总和,其不被健康个体的小肠中的人类的酶所分解。抗性淀粉被认为是膳食纤维。它们在小肠中不被消化,但在结肠中被发酵。

[0226] 本发明中有用的抗性淀粉根据它们抗性的来源而分类。

[0227] RS1 淀粉的抗性是捕获可消化的淀粉保护其免于受消化酶攻击的结果。RS1 淀粉的实例包括部分磨碎的谷粒,部分咀嚼的稻和谷类,和种子。RS1 淀粉的抗性可通过加工的程度和类型而变化,如在部分磨碎的谷粒中发现的。

[0228] RS2 淀粉包括淀粉颗粒,其是抗性的直到它们被凝胶化(淀粉颗粒水合并破裂)。RS3 涉及凝胶化之后淀粉聚合物的絮沉(retrogradation)或重新组合(reassociation)。RS4 是化学改进的淀粉,其是抗性的。根据上述分类,本发明的可消化的碳水化合物可被认为是 RS1 淀粉,因为它们在水胶体薄膜和增粘的胃肠的内容物中被捕获,所述水胶体薄膜和增粘的胃肠的内容物保护它们不受消化酶的攻击。对于消化有抗性的淀粉已经显示于科学研究中,以帮助控制血糖和血液胆固醇和甘油三酯水平,使胰岛素水平正常化,并帮助增进结肠内层(lining)的健康,由此减少溃疡(ulcer)和炎性肠病(inflammatory bowel disorder)的可能和结肠癌的危险。

[0229] 使用于本发明的食物的完整的水胶体薄膜形成系统可包含添加的水胶体以及具体食物中预 - 存在的用于制备薄膜的水胶体,如 β -葡聚糖和谷物产品中的谷蛋白。

[0230] 食品是非常复杂的材料并当与所述水胶体的多因素的功能性结合时,可需要水胶体的变化的组成和水平和支持的化学元素以使薄膜性能最优化。

[0231] 加工:

[0232] 可使用将不可消化的食物薄膜成分和所述粘性 - 增效成分加入可消化的碳水化合物 - 基成分的不同方法。

[0233] 在一个实施方案中,本发明提供制备可消化性降低的碳水化合物食物的方法,其包括以下步骤:提供包含一种或多种或全部水胶体材料的水胶体组合物;将所述水胶体组合物预 - 水合成为浆体;和将该预 - 水合的水胶体组合物加工入可消化的碳水化合物 - 基成分以形成面团;和任选地通过醒发(proofing)和/或干燥加工该面团,以形成可消化性降低的碳水化合物食物或食物成分。

[0234] 所述加工通常包括在使用的剪切力下将水胶体混入或和所述可消化的碳水化合物 - 基成分(例如,面粉)混合的步骤,所述的混合进行一段时间足以形成消化 - 抗性的食物材料,其具有有效的保护性食物薄膜网络,或可替换地,具有有效分散的水胶体的粘性 - 增效成分。

[0235] 在加入碳水化合物-基的食物成分之前,可使用不同类型的加工设备和加工条件以混合和水合薄膜体系的成分,并用于实现将该薄膜最终掺入食物。当非-水合的食物薄膜成分在食品产生的过程中掺入时,必须适当地选择加工方法用于开发食物中的薄膜。加工设备和条件的选择可依赖于使用的薄膜的组成,薄膜所使用的食品类型和所需薄膜的特点和性能。加工可影响到所述食物薄膜网络怎样分布和怎样包含于所述食物基体中。它也可影响薄膜在制备和掺入所述食物基体的过程中的特性。加工可影响薄膜的流变学、强度和对于食糜粘性的影响。可选择本发明的组合物和过程中使用的预-水合的树胶以使与其他成分,包括面粉对于水或水分(moisture)的竞争最小化。

[0236] 重要的加工考虑因素是待使用的混合剪切力的量。使用于制备水合的薄膜的高剪切力混合可提供成分分布的均一性和一些情况中所需的分子相互作用。高到中剪切力混合可用于在食物中合并及发展薄膜体系。双螺杆挤压过程(twin-screw extrusion process)中的高剪切力混合可在食物和薄膜成分的增塑混合物中提供薄膜成分的紧密的相互作用。对于具体的食物成分和水胶体系统而言,应该控制混合强度和混合时间。本领域的普通技术人员可优化高剪切力混合的时间和强度以便达到良好的薄膜性质和所述保护性食物薄膜网络的适当分布。可以预期,水胶体食物薄膜的过度剪切可降低其所需的性质和功能性。

[0237] 在另一个实施方案中,本发明提供制备可消化性降低的碳水化合物食物的方法,其包括以下步骤:提供包含至少一种不可消化的水胶体材料的水胶体组合物;将所述水胶体组合物预-水合;和将该预-水合的水胶体组合物加工入包含天然水胶体的可消化的碳水化合物-基的成分以形成面团;和可选地通过醒发和/或干燥加工该面团,以形成可消化性降低的碳水化合物食物。

[0238] 在又一个实施方案中,本发明提供制备可消化性降低的碳水化合物食物的方法,其包括下列步骤:提供包含至少一种不可消化的水胶体材料的水胶体组合物;将所述水胶体组合物与一种或多种干食物成分混合,所述的干食物成分包含可消化的碳水化合物-基成分;和将水胶体和干食物成分的混合物水合和加工以形成面团;和任选地通过醒发和/或干燥加工该面团,以形成可消化性降低的碳水化合物食物。在此实施方案中,所述不可消化的材料的粒度通常具有可与面粉的粒度相比较的粒度,以提供快速和有效的水合。所述不可消化的材料的粒度越小,表面积越大而且水合效率越高。较大的粒度导致显著较好的分散和良好的总体水合,只要低剪切力混合设备是可利用的。通常,所述不可消化的水胶体具有大约 40 至大约 200 微米的粒度范围,和更有代表性地小于大约 75 微米的粒度范围。

[0239] 食品:

[0240] 可设计保护性食物薄膜网络用于可消化的碳水化合物-基成分,其可使用于范围宽广的食品类型和种类。如本文使用的,根据本发明制备的食品可用于人类或动物消耗,并包括,而不仅限于宠物和牲畜(livestock)和家畜(farmanimal)的食物。本发明技术可使用的食物种类包括,但不限于:面食制品(所有类型包括面条),重构的或形成的米,重构的或形成的马铃薯(捣碎的、即食薄片(instant flake)和重构的马铃薯产品如 tater tots、法式炸薯条(French fries)、hash browns 和油炸马铃薯(chips))、饮料、烘焙食品、甜食、调味料、肉汁和汤、块状加工食品(food bar)、糖果(包括糖霜(frosting))、谷类和小吃如油炸马铃薯和挤压的(extruded)、膨胀的(expanded)小吃。烘焙食品可包括面包,其可包括例如一般的枕型面包(ordinary loaf bread)、烤面包片(toast)、小圆面包(bun)、

面包卷 (roll)、新月形面包 (croissant)、(椒盐卷饼 (pretzel) (软的和硬的))、(比萨饼面团 (冰冻的和新鲜的))、英国松饼 (English muffin)、面包棒 (breadstick)、扁平面包 (flat bread)、皮塔饼面包 (pita breads)、玉米饼、烤碎面包块 (crouton)、面包和面包屑 (breader crumb)、甜面包 (sweet bread)、松饼 (muffin)、炸面包圈 (doughnut)、面包片 (chip) 和百吉圈 (bagel)。未经醒发的面包是不用膨发剂 (leavening agent) 制备的。烘焙产品也可包括例如蛋糕、饼干 (cookies)、糕点面团 (pastry dough) 和糕点食品 (pastry product)。

[0241] 面食制品:

[0242] 使用本发明的组合物和方法的有代表性的食物种类是面食制品。本发明的面食制品食物可为手工制的或在高度自动化和技术先进的生产设施中制成的,其中各个面食制品形状 (意大利式细面条、面条、蝶形领结形面条 (bowties)、波纹贝壳状通心粉 (rigatoni) 等) 通常通过将挤压的面食制品面团干燥制成。用于制作面食制品的优选的面粉是粗粒硬质小麦粉 (durum semolina)。硬质小麦 (Durum wheat) (硬粒小麦 (Triticum durum)) 是高-谷蛋白的格外硬的小麦。“粗粒面粉 (Semolina)”指磨碎的纹理结构而不是指具体的谷粒;粗粒面粉具有细砂的纹理而且根据联邦法规 (federal regulation) 只能含有 3% “面粉” (更精细研磨的粉末)。“颗粒硬质小麦”基本上是 3% 至 10% 面粉含量而不是小于 3% 的粗粒面粉)。最高-等级的硬质小麦,磨成粗粒面粉,给面食制品提供弹性并帮助它烹调起来比用软质-小麦粉 (soft-wheat flour) 制成的面食制品更硬,这有助于更容易破碎而且烹调至柔软的 (soft)、松软的 (limp)、粘性的稠度。

[0243] 根据本发明制成的面食制品通常包括,按重量计,至少大约 50%,更有代表性地至少 75%,和还更有代表性地至少大约 85%,和多达大约 98% 的面粉,更有代表性地多达大约 90% 的面粉。所述面食制品也通常包括,按重量计,至少大约 2%,和更有代表性地至少大约 5% 的不可消化的保护性材料,和多达大约 40%,更有代表性地多达大约 15%,和还更有代表性地多达大约 10% 的不可消化的保护性材料。

[0244] 包含于所述面食制品中的不可消化的保护性材料可包括,按重量计,通常至少 10%,更有代表性地至少大约 20%,和还更有代表性地至少大约 30%,和多达大约 70%,更有代表性地多达大约 60% 和还更有代表性地多达大约 40% 的结构的和粘性的食物薄膜成分,其选自所述结构的 / 粘性的可醒发的材料和结构蛋白聚合物中的至少一种,和通常两种。包含于所述面食制品中的不可消化的保护性材料可包含,按重量计,通常至少大约 25%,更有代表性地至少大约 35%,和多达大约 90%,和更有代表性地多达大约 70% 的流变学改良剂材料。包含于所述面食制品中的不可消化的保护性材料任选地包含,按重量计,通常至少大约 0.5%,更有代表性地至少大约 1%,还更有代表性地至少大约 3%,和有代表性多达大约 20%,更有代表性地多达大约 10%,和还更有代表性地多达大约 5% (重量计) 的离子性质改良剂。

[0245] 在所述面食制品的生产中,本发明的实施已经显示“开裂 (checking)”的显著减少。开裂指面食制品产品在贮存过程中当面食制品变得松散或得到水分时的碎裂 (crumbling) 或崩解 (disintegration)。此现象通过不良的挤出、干燥或贮存条件而加剧而且在挤出过程的一开始和结束时最频繁地在面食制品中观察到此现象。在此时,干燥室 (drying chamber) 中温度和湿度变化显著地涨落而且是最不均一的。裂缝通过作为微小的

白线在面食制品中明显的小裂纹来证实,其也可导致该面食制品当其烹调时破碎并瓦解。“开裂”观察已经在根据本发明制备的面食制品样品上进行并显示所述不可消化的保护性成分在面食制品生产中的使用导致开裂的非常显著的减少。因此,本发明的又一个实施方案是如本文所描述的不可消化的保护性成分用于在面食制品的制备中减少称为“开裂”的现象的用途。

[0246] 已经观察到,根据本发明制成的烹调的面食制品产品与常规面食制品相比,而且相对于不含本发明的不可消化的保护性成分的同样的面食制品配方,具有改善的咬合(bite)。术语“咬合”来自意大利术语“咬起来硬的”,其意味“咬至咬合”并用于描述面食制品煮熟程度(doneness)的正确程度。具有优选的咬合的面食制品当咬进时应保持轻微的抗性,但不应该具有坚硬的中心。因此,本发明的又一个实施方案是如本文所描述的不可消化的保护性成分用于在面食制品的制备中改善所烹调的面食制品的咬合的用途。改善所述面食制品的结构和咬合的主要起作用的材料是所述结构/粘性的可醒发的材料和结构蛋白聚合物。

[0247] 已经观察到,根据本发明制成的烹调的面食制品产品与常规面食制品相比,而且相对于不含本发明的不可消化的保护性成分的同样的面食制品配方,具有保持在烹调的面食制品中增加的水含量。常规的烹调的面食制品的水摄取量为大约100%的面食制品干重,这意味着400克的干面食制品可吸收并保持水以具有大约800克的最终的烹调的重量。当与可比较的、常规的面食制品相比时,根据本发明制成的面食制品可保持至少大约10%,更有代表性地至少大约20%,和还更有代表性地至少大约40%的更多的水,其对于使用的小麦面粉的量归一化。因此,甚至即使由于用不可消化的保护性成分稀释小麦面粉,本发明的烹调的面食制品保持明显更大量的水每单位干燥的小麦面粉。因此,本发明的又一个实施方案是不可消化的保护性成分用于在烹调的面食制品和包含增加的水分含量(每重量单位的可消化的碳水化合物-基食物成分)的烹调的面食制品中增加水量的用途,其中所述可消化的碳水化合物-基食物成分可为小麦面粉。

[0248] 烹调的面食制品的水结合增加也减少了烹调损失。实际上已经观察到,本发明的不可消化的材料的使用导致烹调的增益(cooking gain)。常规面食制品当烹调的损失小于5.5%时被定义为非常优秀;5.6%至6%之间定义为优秀;6.5%至7.5%之间定义为优良,和所述损失大于7.5%时定义为差。高质量常规面食制品通常具有大约4%的烹调损失。根据本发明制成的面食制品烹调损失通常较低,为2%至5%。在可消化性降低的面食制品的一个实施例中,所述面食制品具有8.6%的不可消化的材料含量并由0.90%活性小麦谷蛋白、0.60%改性的小麦谷蛋白、1.00%黄原胶、0.30%高甲氧基果胶、0.30%氯化钾、2.50%山梨糖醇和3.00%葡粉组成。所述面食制品具有2.3%至2.55%的烹调损失。

[0249] 也已经观察到,根据本发明制成的烹调的面食制品,相对于常规的烹调的面食制品,具有可接受的、和更有代表性地改进的完整性、咬合和结构。因此,本发明的又一实施方案是面食制品产品中不可消化的保护性成分用于改善所烹调的面食制品的物理完整性、咬合及结构的用途。

[0250] 本发明的食品也可用各种水果和蔬菜的面粉制成,所述水果和蔬菜包括,但不限于小麦、黑麦、大麦、燕麦和高粱、稻、玉米和马铃薯面粉。本发明因此也涉及在重构稻和其他由上述面粉制成的挤出的和干燥的面团产品的生产中减少称为“开裂”的现象,和改善咬

合和物理完整性,和在烹调的重构的稻和其他烹调的食品中增加保持的水量。

[0251] 作为本发明的使用的实施例,面食制品可使用不同的面粉系统制成,如使用标准的粗粒面粉,其使用食物薄膜成分的组合进行改进,所述食物薄膜成分包括结构的 / 粘性的可醒发的材料、结构蛋白聚合物、流变学改良剂 / 增塑剂和离子性质改良剂,由此涉及本发明的成分的充分混合的混合物,以大约 4-11% 的水平使用高剪切力混合大约 10 秒以加入面粉,所述混合物包括比例为大约 33% 的食物薄膜成分 ;65% 的流变学改良剂和 2% 的离子性质改良剂。混合后,将干的成分装入商业的面食制品压力机 (press),其中将 100-120° F 的水通过以一种速率混入所述的干成分而加入,以满足水的配方水平而且以产生可挤压的面团。所述面团通过面食制品模具挤出,所述的面食制品模具可产生各种面食制品形状,诸如意大利通心粉 (Ziti)、佩内 (penne)、肘状物 (elbow)、意大利式细面条等。挤出的面食制品的水分含量为 29-35%。所述的湿产品使用面食制品干燥器干燥至 12% 水分。

[0252] 其他面粉类型,如长谷粒稻米粉可用于以对于上述过程的较少或无改进全部替代粗粒面粉或小麦粉。可替换地,其他面粉类型,如大豆面粉、豌豆面粉、其他豆类面粉和根面粉可用于部分替代小麦面粉、标准的粗粒面粉等,所述的替代依赖于感官性能的和物理的特性如颜色,和最终的面食制品产品的需要。

[0253] 在此实施方案的一个实施例中,可消化性降低的碳水化合物干面食制品是通过如下方法制成,产生预-水合的水胶体薄膜,将所述的薄膜通过经面食制品压力机的加水部分加入而掺入面团中,经过面食制品模具将所述的面团压制为所需的形状,并且随后在面食制品干燥器中干燥。制成所述的预水合的水胶体薄膜,其具有包含 85% 水 ;5.3% 葡粉 ;6.2% 山梨糖醇 ;0.9% 黄原胶 ;1.2% kappa 角叉藻聚糖 ;0.7% 高甲氧基柑桔果胶和 0.7% 氯化钾 (KCl) 的组成。黄原胶作为 TIC Prehydrated NT 是可利用的。来自 TIC Gums 的 Kappa 角叉菜 (carragennan) 也是可利用的。HM 果胶是高甲氧基果胶,作为来自 CP Kelco 的 Kelco 150B Rapid Set 是可利用的。葡粉是来自 Sensus America, LLC 的 **Frutafit**® CLR。山梨糖醇是来自 Roquette 的。

[0254] 可制成此类的预水合的薄膜并掺入不同类型的面粉制备稻米的面团,以产生重构的稻产品 ;掺入马铃薯面粉用于产生重构的马铃薯产品 ;掺入小麦面粉用于产生面包和其他烘焙食品、玉米饼、椒盐卷饼和其他类似的面团系统。

[0255] 马铃薯:

[0256] 重构的马铃薯产品,诸如法式炸薯条、土豆煎饼 (hash brown)、tator tot 和油炸马铃薯等可使用标准的马铃薯面粉的组合制备,所述标准的马铃薯面粉以本发明的各种成分的组合进行改进,所述的成分诸如 45-60% 的结构的和粘性的食物薄膜成分 ;30-40% 的流变学改良剂部分和 2-4% 的离子性质改良剂,使用高剪切力混合以大约 4-20% 的水平组合面粉。在以中剪切力混合的同时加入冷水 (50-63° F) 以 170 份水比大约 100 份干的改进的面粉重量的比例产生冷的糊状物。所得到的冷的糊状物通过包含合适模具的低压立式压力机挤压,所述的模具具有需要的形状,并使用旋转切割工具切割所得的线料长度。

[0257] 在法式炸薯条的情况下,所得的炸薯条或在植物油中在 356-365° F 烹调 90 秒用于立即食用,或 30-45 秒和快速冷冻用于预煮的法式炸薯条。在 tator tot 的情况下,将所述糊状物压成形并烹制为法式炸薯条。在土豆煎饼的情况下,挤压操作得到的细线料形成

小馅饼 (patties)。在重构的炸马铃薯条的情况下,将所述冷的糊状物放置在模具中并烘烤至酥脆 (crispiness)。可替换地,大豆面粉、通用的小麦面粉、细长粒米 (long grain rice) 面粉和其他面粉可以以各种水平使用以根据需要替代部分的马铃薯面粉。

[0258] 重构的稻:

[0259] 在本发明的使用的又一个实施例中,使用以本发明的各种成分的组合改进的米粉可产生重构的稻,所述成分如 12% 的结构和粘性的食物薄膜成分;70-80% 的流变学改良剂部分和 2-4% 的离子性质改良剂,使用高剪切力混合以大约 4-20% 的水平组合面粉。所述干成分在双螺杆挤压机的预-调节器中进行测量,其中加入蒸汽和水以使加入该挤压机的给料物质含水量多达大约 38% 和 190° F (88°C) 的温度。将该预-调节的产品加入双螺杆挤压机,其中所述产品的温度被保持在 190 至 198° F (88-92°C) 的范围。该螺杆构型在将所述产品通过已被成形的模具,以在所述模具上被切割时提供有代表性的稻米的内核形状之前提供良好的混合。保持低压以获得良好的产品形状。将温度保持在低于 212° F (100°C) 以避免所述产品的膨胀。在所述压出机中的停留时间是大约 2 分钟。所述模具中的含水量在 35 至 36% 的范围内。该产品在面食制品-型干燥器中在大约 140° F (60°C) 和相对湿度为大约 70% 干燥。将所得的产品干燥至接近 12% 的湿度。可替换地,大豆面粉、通用的小麦面粉、马铃薯和其他面粉可以以各种水平使用以根据需要替代部分的米粉。

[0260] 玉米饼:

[0261] 本发明也可涉及使用硬的红色的春小麦面粉、通用的面粉和其他以本发明的各种成分的组合改进的面粉类型制备面粉玉米饼和相关产品的方法,所述成分如 45-60% 的 SVFBH;30-40% 的 RMP 部分;和 2-4% 的 IFM,使用高剪切力混合以大约 4-20% 的水平组合面粉。除所述面粉改进系统之外,以 0-5% 的水平加入额外的玉米饼基 (base) 以改善面团流变学、贮存稳定性 (shelfstability) 和感官性能的性质,其由以下物质组成,但不限于盐、醒发粉 (bakingpowder)、山梨酸钾 (potassium sorbate)、苯甲酸钠 (sodium benzoate)、丙酸钙 (calcium propionate)、固醇乳酸钠 (sodium sterol lactylate) 和甘油单-二酯 (mono-diglyceride)。此基与所述面粉和面粉改进混合物 (flour modificationblend) 在高速混合器中混合 5 分钟。当在常规的滚筒或桨式混合器中以高速混合 2 分钟的同时,将植物油制的起酥油 (Vegetable shortening) 以 3-7% 的配方重量 (formula weight) 的水平加入所述干的混合物。当在滚筒或桨式混合器中以低速混合时加入 82-86° F 的水。混合持续额外的 2 分钟。将得到的面团分开并制成重量相等的球状,所述的重量取决于所制备的玉米饼的大小,即 8 英寸、10 英寸、12 英寸等。允许所分割的面团球在醒发器中醒发 5-10 分钟。使用常规的玉米饼压制机 (press) 将醒发的面团球压成玉米饼至大约 0.008-0.10 英寸厚。然后将玉米饼在 500° F 直接-火焰烤炉 (direct-fired oven) 中烘焙 30 秒或直到煮熟。烘焙的玉米饼在冷却骨料运输机胶带 (cooling belt) 上冷却 3 分钟至大约 30% 的最终湿度和低于 90° F。

[0262] 谷类:

[0263] 本发明的用途的又一个实施例也可涉及使用小麦面粉、玉米面粉、大麦面粉、米粉和相关的通过本发明的各种组合改进的面粉类型制备玉米和其他谷类 (薄片的和膨胀的) 的方法,所述组合如 15-25% 的结构和粘性的食物薄膜成分;35-65% 的流变学改良

剂部分 ; 和 5-15% 的离子性质改良剂, 以大约 4-25% 的水平组合面粉。此系统的不同组合的组合根据所制备的谷类产品的类型而变化, 并取决于所述的谷类是否是薄片的或膨胀的。此外, 可以使用蔗糖或由糖醇 (sugar alcohol)、低粘度不可消化的碳水化合物填充剂 (bulking agent) 和 / 或高强度的甜味剂组成的糖替代系统。以 10-20% 的配方重量的水平加入所述的糖或其替代系统。此基础面粉改进系统和糖系统在高速粉末混合器中混合 30 秒至 5 分钟。该涉及薄片挤压过程的单元操作为挤出、匀温 (tempering)、制片 (flaking) 和烘烤 (toasting)。这包括烹调和将所述谷类谷物通过挤出过程装盘 (palletizing)。挤出之后, 将颗粒匀温、制片和烘烤。所述的干面粉 / 糖混合物从定体积给料器 (volumetric feeder) 计量, 进入双螺杆挤压机的预 - 调节滚筒 (cylinder), 在所述双螺杆挤压机中加入蒸汽和水以使所加料的含水量多达大约 26-27%。所述预 - 调节滚筒是此过程中的仪器, 用于将所述材料部分水合及用于所述淀粉颗粒的部分凝胶化。将所述预 - 调节的产品加料入双螺杆挤压机, 所述挤压机由具有 L/D 比例为 25 : 1 的九个头部 (head) 部件组成。将麦芽浆 (malt slurry) 在头部位置 2 以一种速率注入以保持大约 4% 的配方重量的水平。产品温度保持在 196 至 210° F 的范围内。在将所述产品通过模具之前, 所述螺杆结构提供良好的混合, 所述的模具已经配制成便在该模具上进行切割后提供有代表性的谷类颗粒形状。将低的模具压力保持至大约 500psi 以获得好的产品形状。将所述温度保持低于 212° F 以避免产品的膨胀。所述模具上颗粒的含水量在 27% 至 38% 的范围内。将该颗粒匀温以使水分能均一地平衡。该匀温过程包括将所述颗粒在恒定室温保持 5-15 分钟的时间以实现均匀的水分分布。一旦匀温, 将所述颗粒在薄片压制机 (flake mill) 中通过加料经过 Roskamp 薄片压制机进行制片。将所述的水分和薄片的谷类产品在旋转盘式干燥机 (rotary tray drier) 中在 300° F 烘烤 3 分钟。将烘烤的薄片在冷却骨料运输机胶带上冷却至低于 75° F。根据本发明通过将烹调温度提高至 212° F 以上和可能地加入少量天然淀粉, 然后是在盘式干燥机中干燥来实现谷类产品的膨胀。通过相似的方法制成疏松的 (Puffed) 或膨化的小吃, 如玉米酥 (corn puff)。

[0264] 面包:

[0265] 本发明也可涉及烘烤面包和其他焙烤食品的方法, 其包括以下的步骤: 提供和加入改进的碳水化合物 - 基的成分, 通常作为改进的含有碳水化合物的面粉, 加水, 将所述改进的面粉混入面团或面糊混合物 (batter mixture), 和焙烤或烹调该面团或面糊混合物以产生面包或焙烤食品, 其具有减少的可消化的碳水化合物水平和受保护的碳水化合物量。可替换地, 所述方法可用下列步骤替换上述提供和加入改进的碳水化合物 - 基的成分的步骤: 提供和加入可消化的碳水化合物 - 基成分, 通常作为面粉提供, 并提供和加入不可消化的保护性成分。

[0266] 当摄取包含高水平的可消化的碳水化合物 (即面食制品、马铃薯、稻米、小吃、糖果、饮料、调味料和焙烤食品) 的单一食物时, 实现本发明的益处。在膳食之间、饭前和随膳食一起饮用包含水胶体系统的饮料可提供吃饱的效果 (satiating effect) 并可减少血糖应答。

[0267] 宠物食物:

[0268] 本发明的食品也可包括宠物食物, 其包括, 但不限于狗食和猫食。通常的犬的 (canine) 食品可包含大约 20% 至大约 40% 的粗蛋白, 大约 4% 至大约 30% 的脂肪, 和大约

35%至大约60%（重量计），并优选大约40%至大约55%（重量计）的可消化的碳水化合物，按狗食组合物的重量计算。在一餐后控制饭后血糖和胰岛素水平的努力已集中在消除能有助于这些水平的更高应答的成分。例如，与稻米相比，已显示玉米、高粱和大麦通常导致葡萄糖应答的逐渐升高和降低。如本文所述，不可消化的保护性成分在宠物食物组合物中的使用可减少饭后血糖和胰岛素水平。

[0269] 任选的促进 - 健康的营养成分：

[0270] 本文描述的各种食品任选地包括促进健康的营养成分，根据需要或需求。所述任选的成分可包括，但不限于，改善所述食物对于一些方面影响的成分：人代谢，如糖控制、体重控制或饱足 (satiety)，包括乙酰-L-肉毒碱、L-肉碱和共轭的 (conjugated) 亚油酸 (linoleic acid)；钙吸收，包括维生素D；免疫刺激，包括冷加工的乳清蛋白浓缩物、 β -葡聚糖、蘑菇提取物如 maitake 和 shiitake；血脂控制，包括胆固醇、甘油三酯；增加认知效果的试剂，包括银杏 (gingko) biloba、磷脂酰 (phosphatidyl) 丝氨酸或胆碱；抗氧化剂性质以使自由基 (freeradical) 细胞氧化最小化，包括葡萄籽提取物、辅酶Q、叶黄素 (lutein)、 α 硫辛酸 (lipoic acid)、绿茶提取物、虾青素 (astaxanthin) 和玉米黄质 (zeaxanthin)、蕃茄红素 (lycopene)；和甲基化增强，包括甜菜碱 (betaine) 或三甲基甘氨酸 (TMG)。所述任选的成分可包括，但不限于植物甾醇 (plant sterol) 和 stanol、香料 (spices) (如肉桂 (cinnamon))、痕量矿物 (trace minerals) 如硒 (selenium)、铬 (chromium)、钒 (vanadium)、锰 (manganese)、锌 (zinc)、铜 (copper) 和钼 (molybdenum)，和 omega 3 和 6 脂肪酸。

[0271] 葡粉和其他不可消化的膳食纤维和水胶体也可以超过形成有效的食物薄膜网络所需的量用于食物中。通常，将这种水平的葡粉和其他膳食纤维以它们的干燥的或粉末的形式方便地加入所述食品中，虽然它们也能以水合的形式导入和与其他食物薄膜材料整合。这允许提供的具有有效的食物薄膜网络的食物能保护碳水化合物免于消化，并在同时允许更高水平的葡粉，其除减少碳水化合物消化以外，可有助于提高健康效果。

[0272] 测试方法：

[0273] 1) 血糖应答（体内）：

[0274] 如下方法用于测定供应的食物中已消化的碳水化合物的克数，所述的食物在食用时被消化：

[0275] 总体：

[0276] 在供应的可消化性降低的碳水化合物食物中，消化的碳水化合物的水平通过测定该食物供应物 (serving) 的血糖指数 (GI) 并再将 GI 乘以该食物供应物的可利用的可消化的碳水化合物含量来获得。该食物供应物的消化的碳水化合物的水平也可称作该食物供应物的血糖负荷。(参见 Foster-Powell K, HoltSHA, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values; 2002. Am J Clin Nutr 2002; 76: 5-56)。

[0277] 该食物供应物的 GI 值通过将可消化性降低的碳水化合物食物（在下文中称作测试食物）的供应给予 10 个或更多的健康而合格的受试者来测定，所述受试者不是新陈代谢受损的。重要的是确保每个受试者不具有受损的葡萄糖耐受性。选择测试食物供应物量以包含 25 克的可利用的可消化的碳水化合物。在接下来的两小时测量所述受试者的血糖水平。类似地，将包含 25 克的可利用的可消化的碳水化合物（参比食物）的白面包供应给予

受试者,并在接下来的两小时时间测定血糖水平。

[0278] 测试食物中可利用的可消化的碳水化合物的量是总糖和总淀粉的和,如通过 AOAC 983.22(总糖)和 996.11(总淀粉)方法测定的。(对于谷类,应该使用 AACC 80-04(总糖)和 AACC 76-13(总淀粉)方法。)AOAC 983.22 和 996.11 及 AACC 80-04 和 76-13 方法并入本文作为参考。

[0279] 由测定两小时测试时间内的血糖浓度得到的曲线称为血糖曲线或血糖应答曲线。该曲线下的面积(AUC)是与食用所述测试食物或参比食物有关的血糖应答的量度。具体的测试食物的 GI 值通过用面包参比标准的 AUC 除该测试食物的 AUC 来进行计算。

[0280] 所述测试食物供应物的已消化的碳水化合物的量(血糖负荷)通过将计算得的 GI 乘以可利用的可消化的碳水化合物的量(25 克)来确定。

[0281] 检测方法:

[0282] 1. 测试受试者过夜禁食 10 至 12 小时之后在早晨到达诊所。他们在上午 7:00AM 至上午 10:00 进行测试。

[0283] 2. 禁食的基线血糖水平通过由手指针刺(finger stick)得到的指尖毛细血管血液的重复试验来进行测定。

[0284] 3. 给受试者随机安排测试膳食或白面包参比食物。

[0285] 4. 将上述食物在 3- 分钟时间内吃掉。

[0286] 5. 随每种膳食提供 100ml 水。

[0287] 6. 消化所述的膳食后,在 2- 小时测试过程中受试者保持不活动以使血糖水平不受不适当的影响。

[0288] 7. 指尖毛细血管血液样品在 15、30、45、60、90 和 120 分钟取得。

[0289] 8. 使用 GM9D Analox 血液分析仪(blood analyzer)测定血糖水平,所述血液分析仪通常使用于临床实验室用于医疗诊断的目的。

[0290] 测试要求:

[0291] 1. 在不同的日子给予每个受试者最少量的三顿测试膳食和五个面包标准物。

[0292] 2. 如果重复的禁食血糖值彼此不同超过 8mg/dl,则放弃该测试。

[0293] 预测试受试者顺应性要求:

[0294] 1. 受试者在测试前 48 小时内不能饮用酒精饮料。

[0295] 2. 受试者在测试前 12 小时不能锻炼。

[0296] 3. 当受试者进行测试时生病或处于极度压力下,他们不能进行测试。

[0297] 4. 醒来后和测试前,受试者不能参与剧烈活动(例如,骑自行车、步行超过 0.25 英里的长距离或跑步)。

[0298] 5. 除非另外由临床监控者(clinical monitor)允许,受试者应该乘车到达进行测试的诊所。

[0299] 6. 受试者应该通过穿着合适的衣物保持舒适的体温。

[0300] 数据处理:

[0301] 血糖应答曲线:

[0302] 1. 使用称为“标准梯形法(standard trapezoidal method)”的数学算法计算两-小时测试时间内该血糖应答曲线下的面积(AUC)。

[0303] 2. 当测试曲线显示双峰时,该受试者在另一天重新测试。

[0304] 3. “平线 (flat-line)”方法用于校正葡萄糖阈值效应的基线,由于葡萄糖阈值效应血糖升高太少以致于不能得到足够的胰岛素应答以将该血糖应答曲线回复到原始的基线或禁食血糖的点。通过在 15 分钟点之后建立新的基线来实现平线校正,其中至少两个点显示不超过 $\pm 6\text{mg/dl}$ 的变化。所述新的基线必须位于 110mg/dl 之下。在使用“标准梯形法”测定 AUC 的过程中采用新近定义的基线。

[0305] 筛选面包标准物和调节至葡萄糖尺度 (scale):

[0306] 1. 为了控制面包标准物变化性和由此导致的测试结果变化性的目的,使用 Z- 分数截止 (Z-score cutoff) 筛选面包标准物值,以便 (在使分布标准化之后) 去除偏离平均值超过 1.04 标准偏差的异常值 (outlier)。

[0307] 2. 用于筛选的面包标准物值的 AUC 乘以 1.40 以将它们转化为标准的葡萄糖尺度。

[0308] 根据高面包标准物变化性取消个体的资格:

[0309] 1. 筛选之后,当受试者的面包标准物的变化系数 (即,用平均值除标准偏差) 大于 40% 时,取消它们的资格。

[0310] 计算:

[0311] 1. 每个受试者的血糖指数通过首先计算所述测试食物和面包标准物的平均 AUC,然后用受试者的面包标准物的平均 AUC (校正至葡萄糖尺度) 除所述测试食物的平均 AUC 来进行测定。对于每个受试者而言,所述食物的血糖负荷通过将 GI 乘以所述食物供应物中可消化的碳水化合物的量来进行计算。

[0312] 2. 所述食物的血糖负荷通过将所有合格的测试受试者的 GL 取平均值来确定。

[0313] 2) 粘度测定方法

[0314] 水合的食物薄膜的粘度可使用温度 - 控制的盘形和锥形 Brookfield 粘度计来测定。可以使用其他粘度计,包括纺锤形 (spindletype) Brookfield 粘度计。可根据预期的粘度范围选择具体的锥形或纺锤形构造,如由制造商的技术文献所建议的。

[0315] 也可在指示的水溶液浓度下测量单独的水胶体的粘度。

[0316] 3) 制备水合的食物薄膜组合物

[0317] 水合的食物薄膜组合物使用实验室 - 规模的、刮刀 - 型双螺杆 (twin shaft) 混合器制成,该混合器包括均质器 (homogenizer) 和内部的三金属薄片刀刃 (trifoilblade),如来自 Buhler, Inc. (瑞士) 的 SEM-TS 10vac 双螺杆混合器。该混合器也具有真空性能。把水加入该混合器并加热到 86°F 。调整所述混合器三金属薄片刀刃以每分钟 30-45 转 (rpm) 旋转而且均质器部件 (feature) 以大约 1000rpm 旋转。通常,制成 85% 水和 15% 水胶体成分的水合的组合物。对于一些水胶体组合物,如果混合的组合物是面食制品状的或显示所述固体不完全润湿的标志,那么水含量可以 2% 的增量增加直到制成全部 - 水合的液体组合物。按顺序溶解所述食物薄膜组合物水胶体成分并允许混合 5 分钟。加入顺序为: 流变学改良剂 / 增塑剂; 结构的 / 粘性的可醒发的材料; 和离子性质改良剂。所述结构的 / 粘性的可醒发的材料通常为高水结合的水胶体并应该以水结合能力的递增次序顺序地加入。然后将叶片速度 (blade speed) 调整至大约 100rpm 且将均质器调整至大约 2000rpm,而且混合持续额外的 5 分钟。所述叶片速度、均质器速度和温度再次分别升高到 135rpm、2525rpm 和 95°F 。也将真空调节到 -0.3 巴。将所述浆体混合额外的 4 分钟。将混合器中

的真空升高到 -0.4 至 -0.6 巴,具有 95° 的温度,将所述叶片速度降至 40rpm 而且将均质器速度降至 100rpm。将所述浆体在这些条件下进一步混合大约 8-10 分钟以去除截留空气 (entrapped air)。为了进一步统一该食物薄膜组合物并消除胶质聚集物,将所述薄膜体系经过包含具有 0.4mm 的间隙 2mm 钢珠的珠磨机 (bead mill) 泵送并在 86° F 操作。珠磨机上的生产量是大约 15-17kg/hr。来自 Buhler, Inc. (瑞士) 的珠磨机是可利用的。该结果是水合的食物薄膜组合物。

[0318] 4) 制备和测定干燥的、稳定的食物薄膜样品

[0319] 干燥的、稳定的食物薄膜可通过将水合的食物薄膜组合物使用 Microm 刮膜机 (film applicator) (来自 Paul N. Gardner Co., Pompano Beach, FL) 或设置为 100mil 刀距 (clearance) 的刮刀片流延入 Lexan® 盘来制备。将该薄膜在 60% 相对湿度和 22°C 空气干燥 24 小时后,在 INSTRON Model 1011 拉力试验仪器、Stevens 纹理分析仪、Rheometrics RSA 固体分析仪 (Piscataway, NJ) 上使用薄膜测试部件评价所述的薄膜。在由环境温度开始的操作中空气用于薄膜室的温度控制。0.1% 的公称应变 (nominal strain) 用于大多数情况,其具有 10 弧度 / 秒 (rad/sec) (1.59Hz) 的使用频率。

[0320] 可以采用的任选的张力 - 强度仪器为 TA. XT2i 纹理分析仪及其用于 Windows 的纹理专家 (Texture Expert) (和超纹理专家 (Texture Expert Exceed)) 软件 (London, England)。

[0321] 实施例:

[0322] 本文显示的实施例将提供本发明的进一步的说明,而决不应理解作为进一步的限制。在如下的实施例中,硬质小麦面粉来自 North Dakota Mill。葡粉作为 Frutafit® HD 来自 Sensus America, LLC。瓜尔豆胶来自 TIC Gums Inc。山梨糖醇来自 Roquette。活性小麦谷蛋白来自 Roquette。豌豆纤维来自 Garuda International。细长粒米来自 Rivland。高甲氧基果胶来自 CP Kelco。所有的百分数是重量百分数,除非另外指出。

[0323] 实施例 1:可消化性降低的碳水化合物面食制品

[0324] 面食制品面团配方:

[0325] 水 -23.0%,

[0326] 硬质小麦特级优质面粉 (Durum Extra Fancy Patent Flour) -64.0%,

[0327] 葡粉 -4.5%,

[0328] 活性小麦谷蛋白 -2.5%,

[0329] 瓜尔豆胶 (预水合的) -1.5%,

[0330] 豌豆纤维 -4.5%

[0331] 步骤:将干的成分在 V 粉末混合器中混合 5.0 分钟。所述面食制品在 Demaco 商业面食制品压制机上挤出。混合后将所述干的成分送入商业面食制品压制机中,其中加入水以一种速率混合入干的成分以满足水的配方水平并产生可压出的面团。所述面团通过可产生意大利通心粉形状的面食制品模具挤出。挤出的面食制品的水含量为 30%。使用面食制品干燥器将湿产品干燥至 12% 的水份。测定得到的面食制品产品每 56 克供应物具有 12 克的可消化的碳水化合物。常规面食制品通常每 56 克供应物具有 42 克的可消化的碳水化合物。

[0332] 实施例 2:可消化性降低的碳水化合物面食制品

[0333] 根据实施例 1 中描述的方法,使用下面显示的成分制成可消化性降低的碳水化合物面食制品。表 C 显示得到的干燥的面食制品组合物。粗粒面粉来自 Dakota Growers。粗粒面粉的重量含量包括大约重量计 12% 的水。来自 MGPIngredients, Inc 的活性小麦谷蛋白是可利用的。改性的小麦谷蛋白作为 Arise™ 6000 来自 MGP Ingredients, Inc。瓜尔豆胶来自 TIC Prehydrated NT。黄原胶如 Prehydrated Ticaxan 是可利用的。HM 果胶是高甲氧基果胶,可利用的如来自 CP Kelco 的 Kelco 150B Rapid Set。葡粉 -A 是 Inulin **Frutafit**® CLR,) 而葡粉 -B 是 **Frutafit**® HD, 两种都来自 Sensus America, LLC。

[0334] 表 C :干燥的面食制品的重量%

[0335]

成分 / 样品号	A	B	C	D	E	F
精制粗面粉 (Semolina fine)	91.40	91.55	90.95	91.40	91.00	91.00
活性小麦谷蛋白	0.90	0.50	0.50	1.10	1.50	1.50
改性小麦谷蛋白	0.60	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00
黄原胶	1.00	1.25	1.50	1.10	1.50	1.50
HM 果胶	0.30	0.30	0.30	0.35	0.35	0.35
氯化钾	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
葡粉 -A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
山梨糖醇	2.50	1.50	1.65	2.50	1.50	0.00
葡粉 -B	3.00	4.00	4.20	3.25	3.85	3.85

[0336] 实施例 3 :面食制品的加工

[0337] 制备不可消化的材料的混合物,其由重量计为 10.46% 活性小麦谷蛋白 ;6.98% 改性的小麦谷蛋白 ;11.63% 黄原胶 ;3.49% 高甲氧基果胶 ;3.49% 氯化钾 ;29.07% 山梨糖醇 ;和 34.88% 葡粉组成。将所述材料放置入 600- 升高强度混合器中 (来自 Processall, Incorporated, Cincinnati OH) 并在 430rpm 下作为一批混合 30 秒。将该混合器卸载到鉴定的超大袋子 (super sack)。将该超大袋子卸载到 AccuRate Mechatron ® 重力送料器 (Gravimetric Feeder), 其被调节以连续地以等于总面食制品配方的 8.6 重量% 的速率放出不可消化的材料的混合物。具有最低粉末温度为 75° F 的粗粒硬质小麦粉与所述不可消化的材料混合物在桨叶混合输送机 (paddle mixing conveyor) 中组合,所述的输送机在 50rpm 操作并具有 2- 分钟保留时间。任选地,重新研磨的面食制品通常与重量计 10-15% 的硬质小麦面粉一起加入。已经发现重磨物的加入不影响在这些加入范围的产品性能。在有代表性的商业设备中使用重磨,因为它在该过程中连续的产生而且如果不加回到产生过程的话可作为加工废料积累。将所述不可消化的材料和硬质小麦粉混合进一步通过螺杆输

送器 (auger)、二次筛 (reboltsifter) (850 微米) 和风动输送系统 (这些为机械组件, 其用于将所述材料输送到面食制品产生系统) 组合。连续流量表测量组合的材料以检验所述的粗粒面粉和不可消化的材料向面食制品生产线的适当的质量流 (mass flow) 并定量在每批中制造的产品量。

[0338] 在生产线上的缓冲料斗 (surge hopper), 检验所述粗粒面粉 / 不可消化的材料混合物温度高于 75° F。所述粗粒面粉 / 不可消化的材料混合物在 FAVA 高速面粉水合混合器中水合。水通过 FAVA 高速混合器的两个相对的位置加入, 所述混合器在 1000rpm 操作。所述水合的材料在高速混合物中的停留时间为大约 8-10 秒。所述的水具有 140° F $\pm$ 5° F 的温度, 并以所述硬质小麦粉 / 不可消化的材料混合物的 33-34 重量% (或 860 升每小时) 的速率加入。将该水合的面团从 FAVA 高速混合器转移到 FAVA 面团混合器, 后者具有 13 分钟的停留时间并在 300rpm 运行。将此步骤中的面团温度保持在 98-110° F, 最低 98° F, 而且所述面团湿度为 30.1 至 30.2%。混合的面团进入 FAVA 真空混合器, 其具有 4-5 分钟的停留时间并在 300rpm 操作。所述真空混合器中的面团湿度通常为 29.9% 至 30.1%。将调节的面团继续进入 FAVA 面食制品挤出压制机, 其以 45-60 秒的第二停留时间操作并在 20rpm 和 130 巴压力运行。在面食制品压制机的出口的切割头 (cutting head), 面食制品湿度为 28.6%。

[0339] 评价短的通心粉 (Short good), 诸如肘形通心粉 (elbow macaroni) 和佩内 (penne) 的长度规格 (length specification)。将形成的面食制品进入 FAVA 多级 (Multi-stage) 干燥器并将该面食制品干燥三小时用于短的通心粉, 以及六至八小时用于长的通心粉 (long good), 如意大利式细面条和扁面条 (linguine)。所述的干燥器按照四步骤的温度曲线图 (temperature profile) 运行, 该四步骤包括预-干燥、最终干燥、稳定和冷却。在预-干燥步骤的过程中, 所述干燥器温度始于大约 115° F 并对于长的通心粉在 1 小时的时间内升高至大约 175° F, 而且对于短的通心粉则为按比例较短的时间。175° F 的温度保持大约 1.25 小时, 然后升高至大约 195° F。所述的面食制品经过干燥步骤, 其进行附加的 2 小时。在这些干燥步骤的过程中湿度从大约 29% 减少至大约 19%。所述面食制品继续经过稳定步骤, 其中炉温在此步骤的过程中 0.5 小时的时间内从 195° F 降至大约 167° F。对于长的通心粉, 在稳定步骤所述面食制品花费大约 3 小时, 而且对于短的通心粉则为按比例较短的时间。在稳定步骤的一开始所述面食制品通常为大约 15% 水份, 而且在此步骤的结束时通常为大约 12.5% 水份。然后所述产品进入冷却步骤, 其中其温度降至大约 82.5° F。干燥后最终产品水份为 11.5% -12.0%。将所述产品包装在单位一磅的盒子中出售。

[0340] 实施例 4 : 可消化性降低的碳水化合物重构的稻

[0341] 配方 :

[0342] 细长粒米粉 -84.30%

[0343] 单硬脂酸甘油酯 (Glycerol Monostearate) -0.75%

[0344] 黄原胶 -1.30%

[0345] 高甲氧基果胶 -0.80

[0346] 葡粉 (CLR) -6.50%

[0347] 山梨糖醇 -6.20%

[0348] 氯化钾 -0.20%

[0349] 步骤:将所述干的成分在 V 粉末混合器中混合 5.0 分钟。计量所述干的成分进入预-调节器。在所述预-调节器中加入蒸汽和水以将加入至挤压机的加料物质的水含量变为多达大约 38% 及温度达 88°C。将预-调节的产品加料入 Wenger TX-52 双螺杆挤出机,其中所述产品的温度保持在 88°C 至 92°C 的范围内。在将所述产品通过模具之前,所述螺杆结构提供良好的混合,所述的模具已经配备成在该模具上进行切割后提供有代表性的米粒形状。保持低压以获得好的产品形状。将温度保持在 100°C 以下以避免产品的膨胀。所述挤出机中的停留时间是大约 2 分钟。所述模具上的水含量为 35% 至 36% 的范围。将所述产品在面食制品-型干燥器中在大约 60°C 和大约 70% 的相对湿度干燥。将所得的产物干燥至接近 12% 水份。测定得到的重构的稻米,每 56 克供应物具有 12 克的可消化的碳水化合物。常规的重构的稻米通常每 56 克供应物具有 42-45 克的可消化的碳水化合物。

[0350] 实施例 5:可消化性降低的碳水化合物重构的炸薯条 (French fry)

[0351] 根据实施例 4 中描述的方法,使用下面显示的成分制成可消化性降低的碳水化合物马铃薯产品。来自 RDO Foods 的马铃薯面粉是可利用的。瓜尔豆胶如 TIC Prehydrated NT 是可利用的。来自 TIC Gums 的 Kappa 角叉藻聚糖也是可利用的。HM 果胶是高甲氧基果胶,可利用的如来自 CP Kelco 的 Kelco 150B Rapid Set。葡粉为 Frutafit[®] HD,可由 Sensus America 得到。山梨糖醇可由 Roquette 得到。豌豆内部纤维 (pea inner fiber) 可由 Norben Company 得到。白色小麦纤维可由 International Fiber Fillers 得到。大豆面粉可由 Cenex HarvestStates 得到。甲基纤维素可由 FMC Corp 得到。

[0352] 配方:

[0353] 马铃薯面粉 -85.50%

[0354] 甲基纤维素 -2.00%

[0355] 白色小麦纤维 -2.00%

[0356] 大豆面粉 -2.00%

[0357] 豌豆内部纤维 -1.00%

[0358] 瓜尔豆胶 -1.00%

[0359] Kappa 角叉藻聚糖 -0.50%

[0360] 高甲氧基果胶 -0.30%

[0361] 葡粉 (HD) -4.00%

[0362] 山梨糖醇 -1.00%

[0363] 氯化钾 -0.20%

[0364] 氯化钙 -0.50%

[0365] 步骤:所述成分的均质的干混合物通过在 V-混合器中混合 5 分钟制成。以中剪切力混合时将冷水 (50-63° F) 加入该干混合物以产生冷的糊状物 (coldmash),其比例为 170 份水比大约 100 份干的改性面粉重量。所得到的冷的糊状物通过包含合适模具的低压立式压力机挤压,所述的模具具有需要的形状,并使用旋转切割工具切割所得的线料长度。在法式炸薯条的情况下,将所得的炸薯条置于热油烹调篮 (cooking basket) 中或在植物油中在 356-365° F 烹调 90 秒用于立即食用,或 30-45 秒和快速冷冻用于预煮的炸薯条。在 tator tot 的情况下,将所述糊状物压成形并烹制为法式炸薯条。在土豆煎饼的情况下,挤

压操作得到的细线料形成小馅饼。在重构的炸马铃薯条的情况下,将所述冷的糊状物放置在模具中并烘烤至松脆。

[0366] 实施例 6:可消化性降低的碳水化合物玉米饼

[0367] 根据实施例 5 中描述的方法,使用下面显示的成分制成可消化性降低的碳水化合物面粉玉米饼。硬的红色春小麦面粉由 Cenex Harvest States 得到。来自 TIC gums 的黄原胶如 Prehydrated NT 是可利用的,而且来自 CP Kelco 的 HM 果胶如 Kelco 150B Rapid Set 是可利用的。来自 Sensus America, LLC 的葡粉如 **Frutafit**[®] HD 是可利用的。来自 MGP Ingredients 的活性小麦谷蛋白和改性的小麦谷蛋白是可利用的;所述改性的小麦谷蛋白如 **Arise**[®] 6000。山梨糖醇由 Roquette America 得到。丙酸钙是无尘的来自 ADM。来自 ADM 的硬脂酰乳酸钠 (Sodium stearoyl lactylate) 如 **Paniplex**[®] SK 是可利用的。来自 ADM 的甘油单-二酯 (Mono-diglyceride) 如 **Panolite**[®] 90-03 也是可利用的。

[0368] 配方:

[0369] 硬的红色春小麦面粉 -53.96%

[0370] 黄原胶 -1.00%

[0371] 高甲氧基果胶 -0.30%

[0372] 葡粉 (HD) -3.00%

[0373] 山梨糖醇 -2.50%

[0374] 活性小麦谷蛋白 -0.60%

[0375] 改性的小麦谷蛋白 -0.90%

[0376] 氯化钾 -0.30%

[0377] 盐 -1.23%

[0378] 发酵粉 -0.28%

[0379] 山梨酸钾 -0.05%

[0380] 丙酸钙 -2.35%

[0381] 硬脂酰乳酸钠 -1.55%

[0382] 甘油单-二酯 -0.38%

[0383] 通用的植物油制的起酥油 -5.42%

[0384] 水 -31.67%

[0385] 步骤:将所述的干成分在 V- 粉末混合器或其他适当的混合器中混合 5 分钟。当在常规的滚筒或桨式混合器中以高速混合 2 分钟时,将植物油制的起酥油加入所述干混合的混合物。当在滚筒或桨式混合器中以低速混合时加入 82-86° F (28-30°C) 的水。混合持续额外的 2 分钟。将得到的面团分开并制成相等重量部分的球状,所述的重量取决于所制备的玉米饼的大小,即 8 英寸、10 英寸、12 英寸等。允许所分割的面团球在醒发器中醒发 5-10 分钟。使用常规的玉米饼压制机将醒发的面团球压成玉米饼至大约 0.008-0.10 英寸厚。然后将玉米饼在 500° F (260°C) 直接-火焰烤炉中烘焙 30 秒或直到煮熟。烘焙的玉米饼在冷却骨料运输机胶带上冷却 3 分钟至大约 30% 的最终水份和低于 90° F (32°C)。测定得到的玉米饼每 61 克供应物具有 6-9 克的可消化的碳水化合物。常规的面粉玉米饼通常每 61 克物供应具有 28-32 克的可消化的碳水化合物。

[0386] 实施例 7:增塑剂对于食物薄膜的机械性质的影响

[0387] 为了测试增塑剂水平对于薄膜的机械性质的影响,制备包含不同增塑剂水平的 HM 果胶 / 淀粉薄膜和黄原胶 /kappa 角叉藻聚糖 /HM- 果胶薄膜。制备三种 HM- 果胶 / 淀粉薄膜。制备了 100% HM 果胶、95/5-HM- 果胶 / 淀粉比例和 85/15HM- 果胶 / 淀粉比例,每种包含 9%或 26%甘油作为增塑剂。只包含 HM- 果胶薄膜的薄膜和那些包含淀粉的薄膜,其不具有任何增塑剂,具有 < 100%的断裂伸长率而且具有 $0.5-2.0 \times 10^1$ 达因 / cm^2 的低断裂强度,而包含 9%甘油的薄膜具有大约 100%的断裂伸长率和大约 1.5 至 2.0×10^2 达因 / cm^2 的较高的断裂强度。包含大约高 3- 倍增塑剂水平 (26%甘油) 的薄膜具有大约 3.5 至 4.0×10^8 达因 / cm^2 的断裂强度 (比 9%甘油 - 处理的薄膜高几个数量级而且显著高于无增塑剂加入的 HM- 果胶薄膜)。所述 26%处理的 HM- 果胶薄膜也具有大约 150-200%的断裂伸长率。不加增塑剂的纯 HM 果胶和 HM 果胶 / 淀粉混合物显示 E' 和 E'' 的形变随温度增加较小。然而,使用增塑剂随温度增加,尤其是超过 185°C 显著地降低 E' 和 E'' 。

[0388] 在其他实施例中,制成可用于与受保护的碳水化合物产生面食制品的薄膜,其包含 (按重量计) 1.2%黄原胶、1.0% kappa 角叉藻聚糖、0.6% HM- 果胶、12%多分散的葡粉、4%山梨糖醇、0.2%氯化钾和 81%水的预-水合的组合物。所述薄膜组合物含有大约 15%结构的 / 粘性的可醒发的材料和大约 85%增塑剂。断裂强度和断裂伸长率值分别为大约 5.25×10^5 达因 / cm^2 和 150%,这表示良好的总薄膜柔性和强度。

[0389] 在另一个实施例中,制成包含 (按重量计) 0.4%胞外多糖胶、1.2% kappa 角叉藻聚糖、1.0%瓜尔豆胶、12%短链葡粉、3.8%山梨糖醇、0.1%柠檬酸钠、0.1%氯化钾和 81.4%水的预-水合组合物的薄膜。与大约 14%的不同的水结合结构的成膜成份和 85%混合的增塑剂的干重组合物一致的断裂强度和断裂伸长率值,分别为大约 7.2×10^5 达因 / cm^2 和 75%。

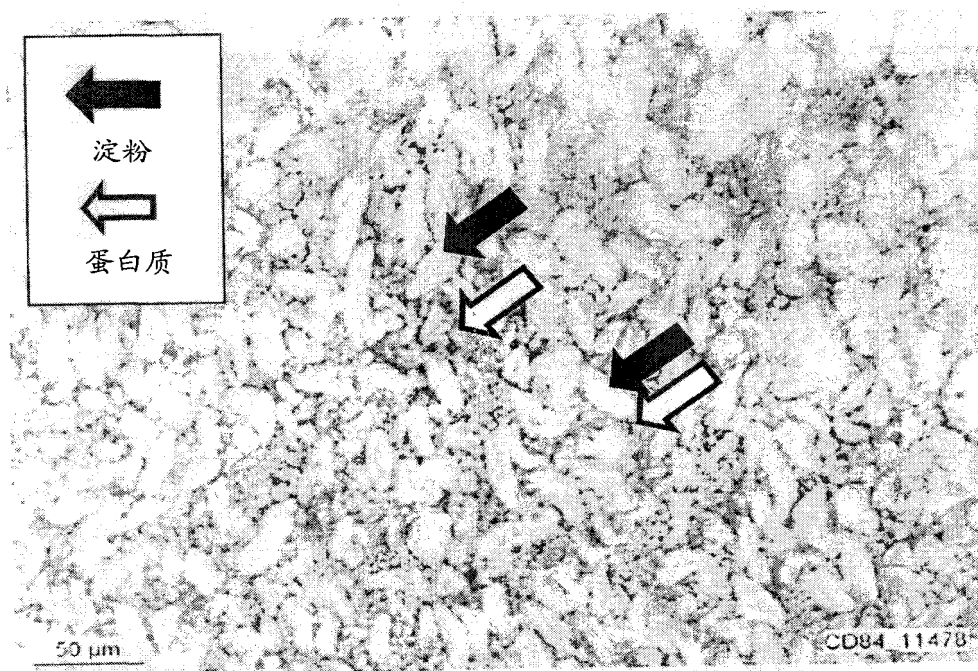


图 1

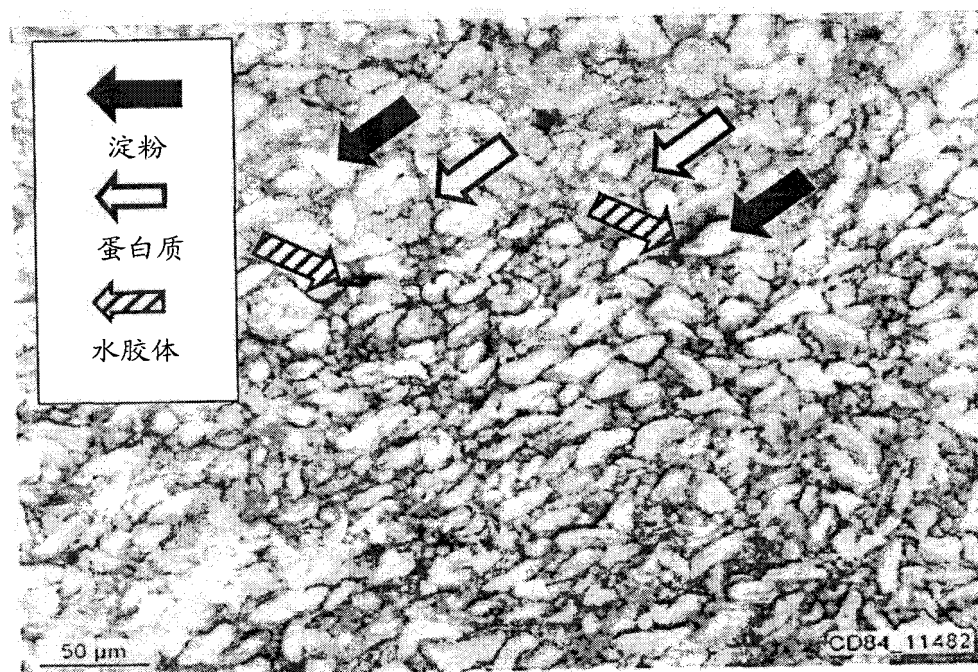


图 2

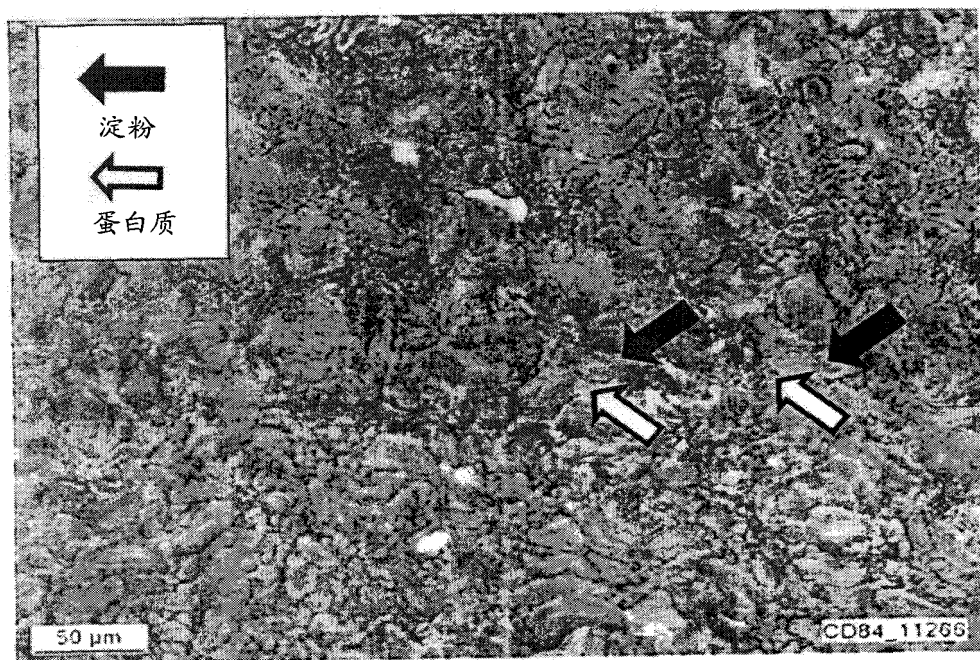


图 3

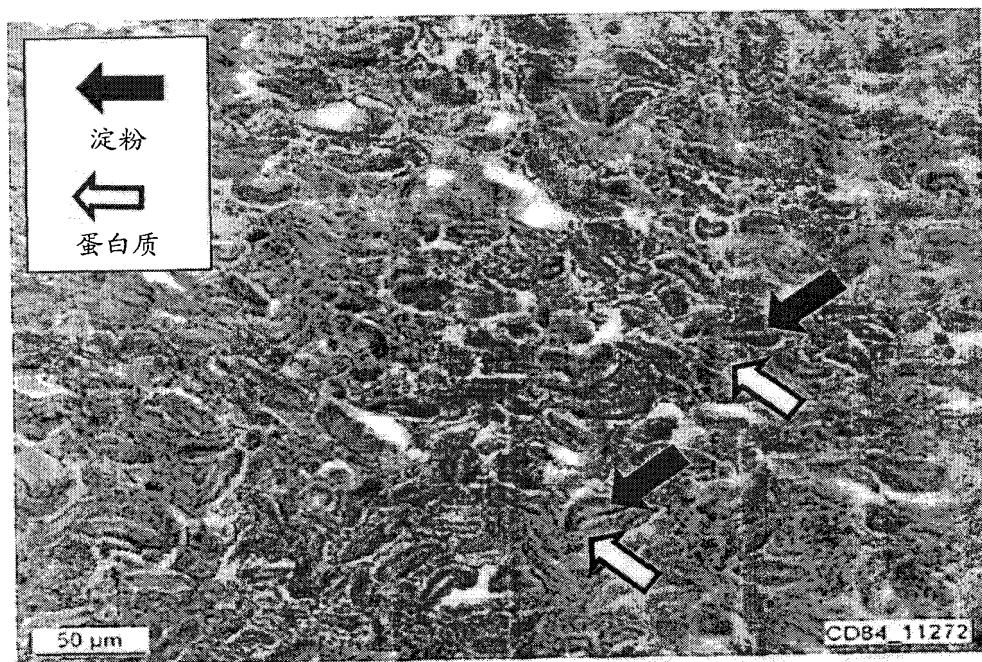


图 4

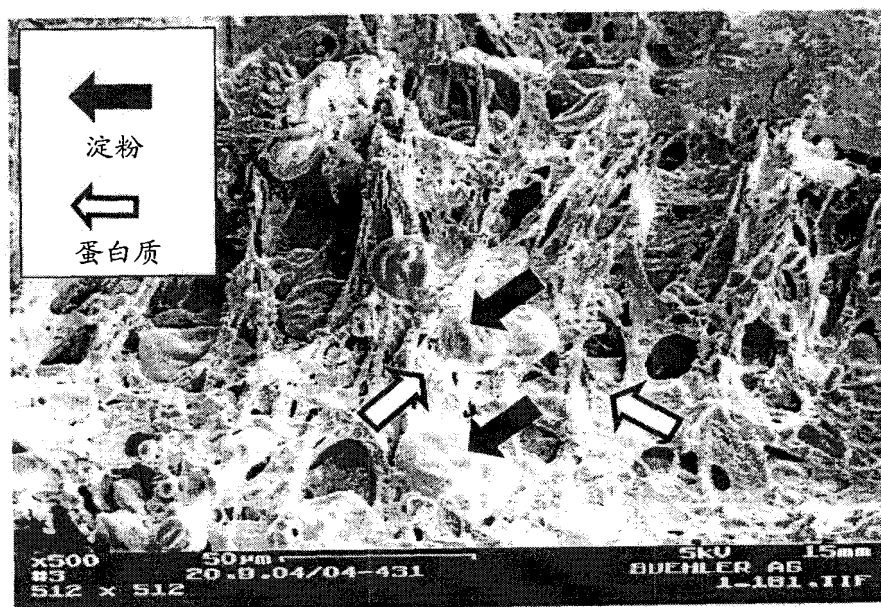


图 5

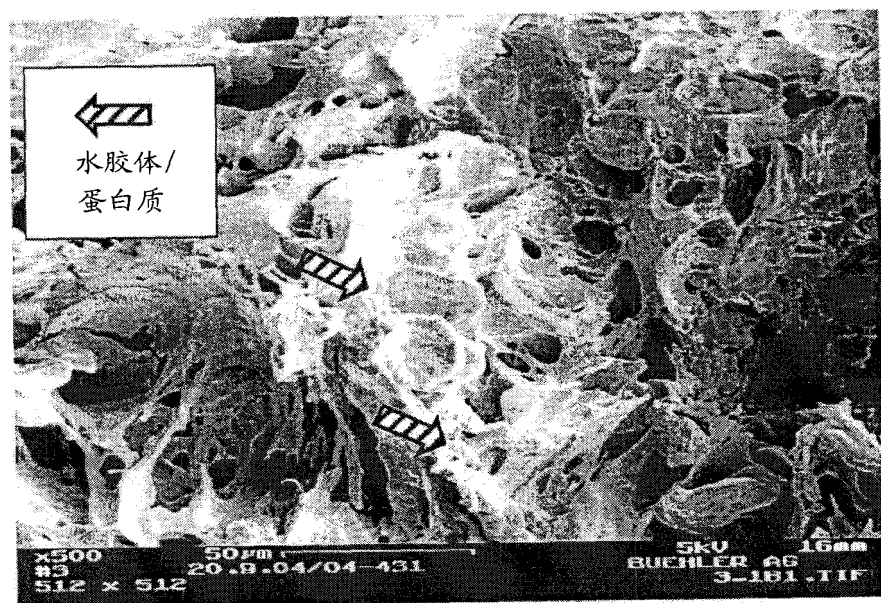


图 6