



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101068837 B

(45) 授权公告日 2010. 11. 03

(21) 申请号 200580034235. 1

(22) 申请日 2005. 10. 03

(30) 优先权数据

10/961, 383 2004. 10. 08 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007. 04. 06

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2005/035701 2005. 10. 03

(87) PCT申请的公布数据

W02006/041851 EN 2006. 04. 20

(73) 专利权人 泰特 & 莱尔组分美国公司

地址 美国伊利诺斯州

(72) 发明人 E·D·斯坦利 P·A·里士满

W·C·亚凯尔 D·W·哈里斯

T·A·艾勒斯 E·A·马里恩

(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 11038

代理人 李华英

(51) Int. Cl.

C08B 30/18 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1461754 A, 2003. 12. 07, 说明书第 3 页第 4 段.

US 5849090 A, 1998. 12. 15, 说明书第 3 栏第 2-4 段, 第 4 栏第 1, 4, 5 段.

CN 1352652 A, 2002. 06. 05, 说明书第 3 页 17-23 行.

US 5902410 A, 1999. 05. 11, 说明书第 3 栏第 3 和 4 段, 第 4 栏 59 至第 5 栏第 12 行, 第 5 栏第 2 段, 实施例 8.

EP 1088832 A1, 2001. 04. 04, 说明书第 0039 段, 实施例 4.

CN 1334273 A, 2002. 02. 06, 权利要求 1.

审查员 田振

权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 5 页

(54) 发明名称

抗酶淀粉及其生产方法

(57) 摘要

利用水性的食品组合物生产抗酶淀粉的方法, 所述组合物包括 (i) 包含至少约 50% 重量比的直链淀粉的淀粉, (ii) 水和 (iii) 醇。食品组合物中淀粉的浓度在约 5% 和约 50% 重量比之间, 并且食品组合物的 pH 在约 3.5 和约 6.5 之间。在第一个加热步骤中, 将该食品组合物加热至约 130-170 摄氏度之间的温度约 0.1-3.0 小时。该食品组合物冷却至约 4-70 摄氏度之间的温度约 0-6.0 小时。在第二个加热步骤中, 将该食品组合物加热至约 110-150 摄氏度之间的温度约 0.1-10.0 小时。从将淀粉与大部分水和醇分离并且干燥。



1. 用于生产包含抗 α -淀粉酶组分的淀粉的方法,包括:
 - (a) 提供水性的食品组合物,其包括 (i) 包含至少 50%重量比的直链淀粉的淀粉, (ii) 水,和 (iii) 醇,其中该食品组合物中淀粉的浓度在 5%和 50%重量比之间,并且其中该食品组合物的 pH 在 3.5 和 6.5 之间;
 - (b) 在第一个加热步骤中将该食品组合物加热至 150℃的温度 0.1-3.0 小时,该温度高于淀粉的凝胶化温度,由此破坏淀粉天然的分子结构;
 - (c) 将该食品组合物冷却至 4-70℃之间的温度 0.1-6.0 小时;
 - (d) 在第二个加热步骤中将该食品组合物加热至 110-150℃之间的温度 0.1-10.0 小时;
 - (e) 将淀粉与大部分水和醇分离;和
 - (f) 干燥淀粉。
2. 权利要求 1 的方法,其中步骤 (a) 的食品组合物中淀粉的浓度在 8%和 25%重量比之间。
3. 权利要求 1 的方法,其中步骤 (a) 的食品组合物的 pH 在 4.7 和 5.3 之间。
4. 权利要求 1 的方法,其中:在步骤 (c) 中将食品组合物冷却至 35-45℃之间的温度 1.0-4.0 小时;以及在步骤 (d) 中将食品组合物加热至 120-140℃之间的温度 1.0-5.0 小时。
5. 权利要求 1 的方法,其中在步骤 (d) 中将食品组合物加热至 130-140℃之间的温度 1.0-5.0 小时。
6. 权利要求 1 的方法,其中食品组合物中的淀粉包含至少 65%重量比的直链淀粉。
7. 权利要求 1 的方法,其中将步骤 (c) 和 (d) 在步骤 (e) 之前至少重复一次。
8. 权利要求 1 的方法,进一步包括将干燥淀粉的含水量提高至 10-40%重量比并且在 90-150℃之间的温度加热该淀粉 0.5-5.0 小时。
9. 权利要求 8 的方法,其中将干燥淀粉的含水量提高至 17-29%重量比并且将该淀粉在 105-135℃之间的温度加热 0.5-5.0 小时。
10. 权利要求 1 的方法,其中步骤 (e) 中的分离通过过滤或离心的至少一种进行。
11. 权利要求 1 的方法,其中通过该方法生产的淀粉的 82-90%重量比具有小于 350,000 的分子量,并且 20-35%重量比的淀粉具有小于 10,000 的分子量。
12. 包含抗 α -淀粉酶组分的淀粉,通过以下步骤生产:
 - (a) 提供水性的食品组合物,其包括 (i) 包含至少 50%重量比的直链淀粉的淀粉, (ii) 水,和 (iii) 醇,其中该食品组合物中淀粉的浓度在 5%和 50%重量比之间,并且其中该食品组合物的 pH 在 3.5 和 6.5 之间;
 - (b) 在第一个加热步骤中将该食品组合物加热至 150℃的温度 0.1-3.0 小时,该温度高于淀粉的凝胶化温度,由此破坏淀粉天然的分子结构;
 - (c) 将该食品组合物冷却至 4-70℃之间的温度 0.1-6.0 小时;
 - (d) 在第二个加热步骤中将该食品组合物加热至 110-150℃之间的温度 0.1-10.0 小时;
 - (e) 将淀粉与大部分水和醇分离;和
 - (f) 干燥淀粉。

13. 权利要求 12 的淀粉,其中在步骤 (a) 的食品组合物中淀粉的浓度在 8%和 25%重量比之间。

14. 权利要求 12 的淀粉,其中在步骤 (a) 中食品组合物的 pH 在 4.7 和 5.3 之间。

15. 权利要求 12 的淀粉,其中:在步骤 (c) 中将食品组合物冷却至 35-45℃之间的温度 1.0-4.0 小时;以及在步骤 (d) 中将食品组合物加热至 120-140℃之间的温度 1.0-5.0 小时。

16. 权利要求 12 的淀粉,其中在步骤 (d) 中将食品组合物加热至 130-140℃之间的温度 1.0-5.0 小时。

17. 权利要求 12 的淀粉,其中食品组合物中的淀粉包含至少 65%重量比的直链淀粉。

18. 权利要求 12 的淀粉,其中将步骤 (c) 和 (d) 在步骤 (e) 之前至少重复一次。

19. 权利要求 12 的淀粉,进一步包括将干燥淀粉的含水量提高至 10-40%重量比和在 90-150℃之间的温度加热该淀粉 0.5-5.0 小时。

20. 权利要求 19 的淀粉,其中干燥淀粉的含水量提高至 17-29%重量比并且该淀粉在 105-135℃之间的温度加热 0.5-5.0 小时。

21. 权利要求 12 的淀粉,其中步骤 (e) 中的分离通过过滤或离心的至少一种进行。

22. 权利要求 12 的淀粉,其中通过该方法生产的淀粉的 82-90%重量比具有小于 350,000 的分子量,并且 20-35%重量比的淀粉具有小于 10,000 的分子量。

23. 一种食品,其中含有包含抗 α -淀粉酶组分的淀粉,该淀粉通过以下步骤生产:

(a) 提供水性的食品组合物,其包括 (i) 包含至少 50%重量比的直链淀粉的淀粉, (ii) 水,和 (iii) 醇,其中该食品组合物中淀粉的浓度在 5%和 50%重量比之间,并且其中该食品组合物的 pH 在 3.5 和 6.5 之间;

(b) 在第一个加热步骤中将该食品组合物加热至 150℃的温度 0.1-3.0 小时,该温度高于淀粉的凝胶化温度,由此破坏淀粉天然的分子结构;

(c) 将该食品组合物冷却至 4-70℃之间的温度 0.1-6.0 小时;

(d) 在第二个加热步骤中将该食品组合物加热至 110-150℃之间的温度 0.1-10.0 小时;

(e) 将淀粉与大部分水和醇分离;和

(f) 干燥淀粉。

24. 权利要求 23 的食品,其中在步骤 (a) 的食品组合物中淀粉的浓度在 8%和 25%重量比之间。

25. 权利要求 23 的食品,其中在步骤 (a) 中食品组合物的 pH 在 4.7 和 5.3 之间。

26. 权利要求 23 的食品,其中:在步骤 (c) 中将食品组合物冷却至 35-45℃之间的温度 1.0-4.0 小时;以及在步骤 (d) 中将食品组合物加热至 120-140℃之间的温度 1.0-5.0 小时。

27. 权利要求 23 的食品,其中在步骤 (d) 中将食品组合物加热至 130-140℃之间的温度 1.0-5.0 小时。

28. 权利要求 23 的食品,其中食品组合物中的淀粉包含至少 65%重量比的直链淀粉。

29. 权利要求 23 的食品,其中将步骤 (c) 和 (d) 在步骤 (e) 之前至少重复一次。

30. 权利要求 23 的食品,进一步包括将干燥淀粉的含水量提高至 10-40%重量比并且

在 90-150℃之间的温度加热该淀粉 0.5-5.0 小时。

31. 权利要求 30 的食品,其中干燥淀粉的含水量提高至 17-29%重量比并且该淀粉在 105-135℃之间的温度加热 0.5-5.0 小时。

32. 权利要求 23 的食品,其中步骤 (e) 中的分离通过过滤或离心的至少一种进行。

33. 权利要求 23 的食品,其中通过该方法生产的淀粉的 82-90%重量比具有小于 350,000 的分子量,并且 20-35%重量比的淀粉具有小于 10,000 的分子量。

34. 制备抗 α -淀粉酶淀粉的方法,包括:在醇水溶液中加热高直链淀粉至 150℃,该温度高于其凝胶化温度,由此破坏其天然的分子结构;在该温度且在 pH4.6-6.5 维持该混合物直至淀粉的分子量降低到所希望的范围;并且冷却该淀粉。

35. 权利要求 34 的方法,进一步包括将淀粉与醇分离并且用升高的热和水分处理该淀粉以产生 α -淀粉酶抗性。

抗酶淀粉及其生产方法

背景技术

[0001] 淀粉包括两种多糖：直链淀粉和支链淀粉。直链淀粉通常为通过 α 1-4 糖苷键连接的葡萄糖单元的线性聚合物。支链淀粉为分枝聚合物，其中许多葡萄糖单元通过 α 1-4 糖苷键连接，但有些通过 α 1-6 糖苷键连接。

[0002] α -淀粉酶为存在于人体中的酶，并且其水解淀粉中的 α 1-4 键，由此导致淀粉的消化。在某些情况下希望生产抗 α -淀粉酶水解的淀粉，例如降低淀粉的含热量或提高其食用纤维的含量。然而，过去尝试生产这样的淀粉遭遇到一种或多种问题，如方法的复杂性和费用、产物处理的困难或食物系统中的可接受性能。作为一个具体的实例，有些抗 α -淀粉酶的淀粉倾向于包括细微粒，其难以从水相分离。

[0003] 存在对改进的淀粉的需求，其抗 α -淀粉酶并且可经受剧烈的热和剪切的食品加工条件，以及存在对制备上述淀粉的改进方法的需求。

发明内容

[0004] 本发明的一个实施方案为用于生产包含抗 α -淀粉酶组分的淀粉的方法。该方法包括提供水性的食品组合物，其中含有 (i) 包含至少约 50% 重量比直链淀粉的淀粉，(ii) 水和 (iii) 醇。食品组合物中淀粉的浓度在约 5% 和约 50% 重量比之间，并且该组合物的 pH 在约 3.5 和约 6.5 之间，或在某些实施方案中，在约 4.0 和约 6.5 之间。在第一个加热步骤中，将食品组合物加热至约 130-170°C 之间的温度约 0.1-3.0 小时。将该组合物冷却至约 4-70°C 之间的温度约 0.1-6.0 小时。在第二个加热步骤中，将该组合物加热至约 110-150°C 之间的温度约 0.1-10.0 小时。将淀粉与大部分水和醇分离开，并且干燥。

[0005] 本发明的另一个实施方案为包含抗 α -淀粉酶组分的淀粉，其通过上述方法生产。

[0006] 本发明的另一个实施方案为制备抗 α -淀粉酶淀粉的方法，其包括在醇的水溶液中加入高直链淀粉至其凝胶化温度以上的温度，由此破坏其天然的分子结构；维持该混合物在该凝胶化温度或以上直至淀粉的分子量降至所希望的范围；以及冷却淀粉。又一个实施方案为制备抗 α -淀粉酶淀粉的方法，包括用酸水溶液处理高直链淀粉以降低其分子量至所希望的范围；用碱中和该淀粉-水混合物；浓缩或干燥淀粉；将淀粉与醇混合并且加热至足以凝胶化淀粉的程度，由此破坏其天然的分子结构；以及冷却淀粉。还有一个实施方案为制备抗 α -淀粉酶淀粉的方法，包括在醇中在升高的温度下凝胶化高直链淀粉；并将淀粉的温度降至抗性淀粉熔点以下的一段时间足以使分子结构重构而产生 α -淀粉酶抗性以及热和剪切耐受性。在每个这些实施方案中，所述方法可选择性地进一步包括从醇分离淀粉以及用高热和水分处理淀粉以产生 α -淀粉酶抗性。

[0007] 本发明的另一个实施方案为包含抗 α -淀粉酶组分的淀粉，其特征为基本上失去其天然的晶体结构并且获得了新的晶体结构；在约 5-20 焦耳/克的热函具有约 150°C 的差示扫描量热法熔点；以及小于约每克干燥淀粉 3 克水的持水量。约 82-90% 重量比的淀粉具有小于约 350,000 的分子量，并且约 20-35% 重量比的淀粉具有小于约 10,000 的分子量。

在某些实施方案中,淀粉具有至少约 115℃或至少约 130℃的峰熔化温度。在某些实施方案中,淀粉具有至少约 16 焦耳 / 克凝胶化的热,或具有大约 150℃的差示扫描量热法熔点。

[0008] 本发明的另一个实施方案为包含含有抗 α -淀粉酶组分的淀粉的食品。该淀粉如上所述,并且当制备食品时可用作成分。上述食品具体的实例包括焙烤食品和通过挤压或通过尤其包括加热和剪切的方法生产的食品。

附图说明

[0009] 图 1 为显示对 HS-7 高直链淀粉进行差示扫描量热法的结果的温度记录图。该样品包含 20%干的固形物并且用 50%的乙醇水溶液制备。

[0010] 图 2 为适用于本发明方法中的 HS-7 天然淀粉颗粒的透射式电子显微镜照片 (TEM)。

[0011] 图 3 为利用本发明的方法制备的抗性淀粉颗粒的 TEM。

[0012] 图 4 显示根据本发明制备的,在湿热处理前和湿热处理后 HS-7 淀粉和抗性淀粉 (来自下列实施例的样品 4-1) 一系列的 DSC 温度记录图。样品以水中 35%干固形物的浓度测量。

[0013] 图 5 显示 HS-7 淀粉和抗性淀粉 (样品 4-1) 的分子量分布。

[0014] 图 6 指示 HS-7 淀粉和抗性淀粉 (样品 4-1) 关于布拉格角 2θ 的 X 射线散射强度。

具体实施方式

[0015] 水性的食品组合物生产抗 α -淀粉酶淀粉。该食品组合物含有 (i) 包含至少约 50%重量比直链淀粉的淀粉, (ii) 水和 (iii) 醇。在该方法的某些实施方案中,食品组合物中的淀粉包含至少约 65%重量比的直链淀粉。用于食品组合物中的淀粉可来自各种来源,包括获自白齿形玉米、高直链淀粉 ae 遗传玉米 (ae 为玉米繁殖者通常已知的遗传突变的名称并且为“直链淀粉补充剂 (extender)”的缩写)、马铃薯、木薯淀粉、水稻、豌豆、小麦品种的高直链淀粉,以及来自这些淀粉的纯化直链淀粉,和根据国际专利申请 W000/14249 生产的 α -1,4 葡聚糖,其在此通过引用引入本文。

[0016] 化学修饰的淀粉,如羟丙基淀粉、淀粉己二酸盐、乙酰化淀粉和磷酸化淀粉也可用于本发明中以产生抗性淀粉。例如,合适的化学修饰淀粉包括但不限于,交联淀粉、乙酰化和有机酯化淀粉、羟乙基化和羟丙基化淀粉、磷酸化和无机酯化淀粉、阳离子、阴离子、非离子和两性离子淀粉以及淀粉的琥珀酸盐和取代琥珀酸盐衍生物。上述修饰在本领域中已知,例如 Modified Starches: Properties and Uses, Ed. Wurzburg, CRC Press, Inc., Florida (1986)。其他合适的修饰和方法在美国专利 No. 4,626,288、2,613,206 和 2,661,349 中公开,其在此通过引用引入本文。

[0017] 合适的醇包括但不限于,乙醇、甲醇和异丙醇。

[0018] 食品组合物中淀粉的浓度在约 5%和约 50%重量比之间,优选在约 5%和约 40%之间,更优选在约 5%和约 30%之间,或在该方法的某些具体的实施方案中,在约 8%和约 25%重量比之间。组合物中醇和水的比例可以改变,但合适的实例可在约 40%醇 / 60%水至约 70%醇 / 30%水的范围。食品组合物的 pH 在约 3.5 和约 6.5 之间,或在某些实施方案中,在约 4.0 和约 6.5,或约 4.7 和约 5.3 之间。

[0019] 将食品组合物置于压力反应器中。在第一个加热步骤中,将食品组合物加热至约 130–170℃之间的温度约 0.1–3.0 小时,或在某些实施方案中,在约 145–160℃之间约 0.5–2.0 小时。不受理论束缚,认为这第一个加热步骤熔化了一些微晶,通常大多数或所有的微晶,其存在于淀粉中。

[0020] 将该食品组合物随后冷却至约 4–70℃之间的温度,通常从 20 至 70℃约 0.1–6.0 小时,或在某些实施方案中,在约 35–45℃之间约 1.0–4.0 小时。不受理论束缚,认为这冷却步骤促进微晶的形成并且提高组合物中抗淀粉酶淀粉的量。

[0021] 第二个步骤中,将食品组合物加热至约 110–150℃之间的温度约 0.1–10.0 小时,或在某些实施方案中,在约 120–140℃之间约 1.0–5.0 小时,或在约 130–140℃之间约 1.0–5.0 小时。认为这第二个步骤促进微晶的生长。

[0022] 随后冷却反应器的内容物(例如至约 25℃),其现在比该方法开始时包含更高百分比的抗淀粉酶淀粉。从大部分水和醇分离淀粉。在这里“大部分”指超过 50%重量比的水和醇从组合物中除去。在一些实施方案中,超过 80%或甚至 90%重量比的水和醇在该步骤中被除去。可通过过滤、离心、本领域技术人员已知的其他分离技术或上述方法的组合进行分离。

[0023] 随后干燥淀粉。例如,盘式干燥器或闪蒸干燥器可用于从湿淀粉饼除去水分,当然也可使用其他的干燥技术。除水称为脱水,并且醇的除去称为脱溶剂。虽然这些加工步骤可能为两种独立的操作,总起来说其常常称为干燥。去除残留醇至低水平可通过用湿空气通常在大约 100℃处理而完成。可选择性地磨碎干淀粉制品以降低其粒径。本领域技术人员将理解“干淀粉制品”一般不具有 0%的含水量,但为了商业目的,具有认为是“干的”足够低的含水量。

[0024] 选择性地,在从水和醇分离淀粉之前可依次一次或多次重复冷却步骤和第二个加热步骤。

[0025] 作为另一种选择,干淀粉可进一步通过将其含水量提高至约 10–40%重量比和在约 90–150℃之间的温度加热约 0.5–5.0 小时而处理。在该方法的一些实施方案中,干淀粉的含水量增至约 17–29%重量比,并且将该淀粉在约 105–135℃之间的温度加热约 0.5–5.0 小时。

[0026] 通过该方法生产的淀粉通常为非常热-稳定的和剪切-稳定的,其使得淀粉与高温和/或高剪切加工相适应。因此,该淀粉很适合用于食物应用中(如烘焙、油炸和挤压)。此外,该淀粉总膳食纤维(TDF)相对较高。该淀粉具有较低的保水性和较低的黄色指数。此外,通过差示扫描量热法(DSC)与用作该方法中起始材料的高直链淀粉相比,通过该方法生产的淀粉呈现不同的X射线结晶性特征和高熔点温度。

[0027] 抗性淀粉(RS)已被分为四种不同类型:I型由对于 α -淀粉酶在物理上难接近的淀粉产生(例如嵌入蛋白质或纤维基质中的淀粉,如全粒中发现的);II型为完整、天然的淀粉颗粒如未煮过的淀粉,其具有抗消化的物理结构,但一旦蒸煮而凝胶化后为可消化的(例如马铃薯和香蕉淀粉);III型为已蒸煮和凝胶化的、或者否则其天然结构已被破坏的淀粉,并且该淀粉分子在加工期间具有自身再结合以使该淀粉在蒸煮后为抗 α -淀粉酶的;而IV型为淀粉化学修饰的结果,其干涉了 α -淀粉酶的消化。

[0028] 在本发明一个实施方案中的淀粉为III型抗性淀粉。其通过在醇介质中将淀粉加

热至高于其凝胶化温度的温度而因此破坏其天然的分子结构。随后其分子结构通过受控的冷却和加热循环而再结合（选择性地包括在已除去醇后的湿热处理）以产生 α -淀粉酶抗性。

[0029] 注意当化学修饰的淀粉用作起始材料时，产物可以是 IV 型抗性淀粉。

[0030] 单词“天然的”通常在文献中用于淀粉的描述。发明人利用单词“天然的”以指明淀粉的性质，如其存在于收获期的植物中以及经极少的物理处理或化学暴露的植物提取物中。例如，从玉米粒释放淀粉的玉米湿磨需要将谷粒浸于接近 pH 4 并且还包含溶于水的约 1500ppm SO_2 气体的乳酸温水溶液中。该溶液渗透玉米粒并且 SO_2 部分还原结合淀粉的胚乳蛋白质基质中的蛋白质，因此软化胚乳，而淀粉颗粒可在研磨谷粒时释放。由于湿磨操作用来裂开软谷粒，研磨事实上很温和，在不破坏含油胚囊下释放淀粉。研磨期间提取的淀粉颗粒的分子结构、常规形态和形状与研磨之前存在于谷粒中的淀粉事实上没有变化。

[0031] 天然的淀粉常常被认为是颗粒状的，并且单词“颗粒状的”常常在文献中不定义而使用。天然的淀粉颗粒通常具有大致球状体或椭圆体的形状。其还具有包括微晶区域和非晶区域的天然分子结构。天然淀粉的微晶区域产生双折射。许多作者提及天然淀粉的结构为“颗粒结构”或淀粉处于“颗粒状态”。虽然没有标准，对颗粒淀粉的定义意见一致，其为该颗粒的大概形状，此为本专利申请的观点。本专利的发明人在球状或椭圆体形状淀粉颗粒的意义上提及和使用单词“颗粒状的”。“颗粒或颗粒状的”不意味着是指天然的或未煮过的淀粉或非-冷水溶胀淀粉。我们希望区分具有完整的天然结晶性的天然的、未煮过的淀粉和具有相似的形状但已失去大多数或所有其天然的分子结构或天然的微晶结构的其他颗粒状淀粉。非-化学修饰的和某些化学修饰的淀粉，其粘住热轧机并且从滚轧刮掉，通常具有呈现破碎和玻璃状不规则形状的颗粒并且发明人不称为这些淀粉为“颗粒状的”。

[0032] 所期望的是淀粉的天然分子结构在制备本发明的抗性淀粉过程中被破坏。这样使得分子可再结合为产生 α -淀粉酶抗性的有序结构。如通过在差示扫描量热计 (DSC) 中进行加热至 200℃ 所示，其显示熔程（图 1），将淀粉加热至高于其凝胶化温度的约 150℃，导致天然结构的去除。此外，将热淀粉保持在温和的 pH 条件，如 pH 4.6-6.5，慢慢地降低平均分子量。降低的分子量被认为更好地允许分子再结合为抗 α -淀粉酶的优选结构。

[0033] 在本发明的不同实施方案中，淀粉已煮至高于其凝胶化点的温度，并且当其冷却以及分子再结合时，易于聚结为球形，有时如大的球体内部融合的颗粒。聚结的量取决于加工条件以及用于制备该抗性淀粉的淀粉种类。在本专利特定的实施方案中，可通过在重量比 40% 至 70% 醇浓度之间的水-醇溶液中加工而制备 HS-7 高直链淀粉以产生提高的总膳食纤维 (TDF)。然而，聚结的量和得到的平均粒径取决于醇浓度和所破坏的天然分子结构的分子量。

[0034] 在一个实施方案中，通过该方法生产的淀粉的约 82-90% 重量比具有小于 350,000 的分子量，并且约 20-35% 重量比具有小于约 10,000 的分子量。本发明某些具体的实施方案中，淀粉具有约 100,000 至约 250,000、约 160,000-180,000 或有时约 170,000 的重量平均分子量。某些实施方案中，淀粉具有约 250-400 微米或有时约 330 微米的平均粒径。

[0035] 在制备抗 α -淀粉酶淀粉的方法的另一个实施方案中，淀粉在醇的水溶液中加热至高于其凝胶化温度的温度，由此破坏其天然的分子结构。随后将混合物维持在该温度直

至淀粉的分子量降低为所希望的范围,随后在已去除醇后进行单独的受控冷却步骤以及可选择的湿热处理用以产生 α -淀粉酶抗性。

[0036] 在制备抗 α -淀粉酶淀粉方法的另一个实施方案中,高直链淀粉用酸水溶液处理以降低其分子量至所希望的范围,并且随后该淀粉水混合物用碱中和。随后可浓缩或干燥淀粉。酸处理的淀粉随后与醇混合并且加热至凝胶化,由此破坏其天然的分子结构,随后在已去除醇后进行单独的受控冷却步骤和可选择的湿热处理用以产生 α -淀粉酶抗性。

[0037] 在另一实施方案中,淀粉在热醇中凝胶化,随后温度降至抗性淀粉熔点以下足以重构分子结构的一段时间以产生 α -淀粉酶抗性以及热和剪切耐受性。随后将淀粉与醇和水分离,并且可选择地进行湿热处理。

[0038] 通过该方法生产的淀粉可用作食品(如减少了卡路里的烘焙食品)中的膨胀剂或面粉替代品。该淀粉还可用于食品中的膳食纤维强化。淀粉可用于其中的食品的具体实例包括面包、蛋糕、小甜点、克力架、压制点心、汤、冷冻甜食、油炸食品、意大利面制品、马铃薯制品、水稻制品、玉米制品、小麦制品、乳制品、营养条、早餐谷物和饮料。

[0039] 如下所述的测量方法用于随后的实施例中,并且适于结合本发明使用。

[0040] 总膳食纤维, TDF 为指示 α -淀粉酶抗性程度的参数。用于确定 TDF 的方法为 AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 方法 985.29 或 991.43, 并且利用来自 Megazyme International Ireland Ltd 的检测试剂盒进行。以下为 TDF 方法非常简要的描述。通常,在这些方法中淀粉分散在 pH 8.2 的 MES/TRIS 缓冲的水溶液中,其中已添加高温稳定的 α -淀粉酶并且加热至 95-100°C 35 分钟。样品冷却至 60°C 并且添加蛋白酶,处理样品 30 分钟。随后将该溶液改变至 pH 4.1-4.8 并且添加葡萄糖淀粉酶至该溶液。60°C 酶处理 30 分钟后通过添加 95% 的醇沉淀膳食纤维。将沉淀物收集在 Celite 涂布的坩埚上并且干燥过夜。通过重量分析测量干沉淀物的重量,并且根据最初的淀粉干重计算百分比 TDF, 所以 TDF 为折干计算值。

[0041] 由 Englyst (Eur. J Clinical Nut. 1992), 46, (Suppl. 2), S33-S50) 定义的抗性淀粉为淀粉量的度量,该淀粉在 37°C 处理两小时后抗猪胰酶 α -淀粉酶的水解。结果以最初的干淀粉重量百分比给出。

[0042] 通过测量碘吸收后给予所溶解淀粉的蓝色强度的分光光度法测定而确定淀粉中的直链淀粉百分比。

[0043] 采用以调制方式运行的调制差示扫描量热计 TA Instruments DSCQ1000 测量熔化温度以及淀粉结构的热函。

[0044] 采用粉末 X 射线分析确定天然淀粉中和抗 α -淀粉酶淀粉重组的分子结构中不同晶体结构的类型和量。

[0045] 平均分子量为分子结构重要的描述性量度。测量在 Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung, Golm, Germany 进行。摩尔量的测定:

[0046] 溶液的制备

[0047] 样品溶于 0.5% 浓度的 DMSO 中并且在室温下搅拌 24 小时以及在 95°C 搅拌 24 小时。用 5 μ m 的膜过滤溶液。100 μ l 溶液注入 GPC-MALLS 仪器。

[0048] GPC-MALLS

[0049] 通过 GPC-MALLS 测定淀粉的重均和数均摩尔质量, M_w 和 M_n , 以及摩尔质量分布,

MMD。GPC 系统由 600MS 泵模块、717 自动注射器、柱室、折光检测器 410 (均为 Waters Corp.) 和配备 S2 流通池的 MALLS 检测器 Dawn-F-DSP 激光光度计 (Wyatt Technology, Santa Barbara) 以及在 $\lambda_0 = 488\text{nm}$ 处运行的 Ar⁺ 离子激光器组成。在来自 24 至 157° 的 18 个角度可以进行散射光的检测 (但仅在来自 35.5 至 143.4° 的 15 个角度测量)。用包含 0.09m NaNO₃ 的 DMSO 以 $0.5\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$ 的流速以及 60℃ 的温度进行样品的洗脱。MALLS 检测器与折光率检测器 (DRI) 串联连接。在来自 PSS Mainz, Germany 的 20 μm SUPREMA 凝胶柱上进行分离。装置由具有 10^8 – 10^6 (S30000), $2 \cdot 10^6$ – $5 \cdot 10^4$ (S1000), 10^5 – 10^3 (S100) 排阻范围的三个柱和预置柱组成。

[0050] 用 DRI- 检测器测量 RI- 色谱图。从色谱图部分的高度计算该部分中样品的浓度。为了该目的样品的 dn/dc 必须已知并且 RI 检测器的校准常数必须确定。整个色谱图下的面积对应多糖的回收质量。此为从柱洗脱的质量。

[0051] 除对色谱图每部分的测量之外,用 MALLS- 检测器在 15 个角度测量光的散射强度。聚合物的散射强度与摩尔质量和浓度成正比。这意味着两种检测器 DRI 和 MALLS 的结果结合用于摩尔质量分布的计算。

[0052] 洗脱运行期间收集来自 DRI 和 MALLS 检测器的数据并且用 ASTRA 软件 4.70.07 评估以从色谱图的每个部分得到摩尔质量 M_i 和回转半径 R_{gi} 。根据这些 M_i 和 R_{gi} 数据计算摩尔质量和回转半径的重均值和数均值。

[0053] HPSEC-MALLS 的描述由 Wyatt 给出 (Wyatt. Ph. J. Anal. Chim. Acta, 1993, 272, 1–40)。

[0054] 在干粉系统中在 Beckman Coulter 激光分析器, LS13 320 型上测定粒径。

[0055] 用 Hunter Lab ColorFlex 仪器测量颜色并且表示为黄色指数, ASTM E313。

[0056] 面粉或淀粉的水结合力为涉及生面团的流变学和烘焙特征的功能参数。使用的检测为 American Association of Cereal Chemists AACC53-10 和 53-11。结果表示为每克淀粉持有的水的克数。这些方法测量淀粉的碱性水 (碳酸氢钠或碳酸钠的溶液) 持水能力。碱性水持有能力为离心后淀粉持有的碱性水 (溶剂) 重量。其表示为在 14% 温度基础上每一面粉重量持有的水重量比率。持有的碱性水与烤饼涂布有负性相关的关系。

[0057] 实施例 1

[0058] 按表 1 所示比例制备含有高直链淀粉 (HS-7 种类 4200, HonenStarch Co.) (测量为 71% 的直链淀粉、水和变性乙醇) 的浆液。通过将市售乙醇 (其包含 5% 体积的水) 与甲醇以每 100 加仑乙醇五加仑甲醇的比例混合而制备变性的乙醇。表 1 中给出的醇浓度指醇 / 水混合物中的浓度, 包括存在于淀粉中的水分 (即, 排除淀粉中的干固形物)。对于每个实验, 制备 1400g 批量的浆液并且置于配备连接至高压蒸汽源的内加热螺旋的 2 夸脱高压搅拌的高压锅中。密封高压锅, 用氮净化并且加热至所需的温度。将所需的温度维持表 1 中显示的时间 (首先 “温度 1” 对 “时间 1”, 然后 “温度 2” 对 “时间 2”, 且随后 “温度 3” 对 “时间 3”) 并且随后冷却样品至 85℃。利用反应器中的浸入支架移去产物并且置于配备机械搅拌器的 3- 颈圆底烧瓶中, 该瓶置于设置在 85℃ 的水浴中。85℃ 搅拌 1 小时后, 关掉水浴并且允许样品自然过夜冷却至约 30℃。过滤浆液并且用 500g 100% 变性乙醇洗涤。产物在托盘上在室温过夜风干。

[0059] 表 1 的数据表明在少的淀粉固形物以及利用 “温度 2” 和 “温度 3” 柱中所示的成

核和增殖步骤获得改进的膳食纤维水平。另外,如图 4 所示,与天然的 HS-7 淀粉相比已引入接近 150℃的强 DSC 熔点或已提高其热函。

[0060] 对于 1-1 和 1-2 这两个实验,在所述方法中加入在醇水溶液中的退火步骤。来自上述方法的滤渣在醇和水中重新成浆从而获得含 11%淀粉固形物的 70/30 重量比的醇/水。浆液在如上所述高压搅拌的高压锅中再次加热至 170℃ 45 分钟。快速冷却至室温后,移去产物,过滤并且用 100%变性的乙醇洗涤且干燥。该额外的退火步骤没有改进膳食纤维水平或 DSC 熔化温度。

[0061] 表 2 显示另外包括湿热处理的实验,其中作为后序醇蒸煮处理,当在 120℃加热两小时时淀粉的水含量达到 25%。当样品 2-1 的水含量提高至 25%并且其随后加热至 120℃ 2 小时以及随后在 50℃干燥至 5%的水分时,膳食纤维含量从 36%提高到 43%。甚至根据醇蒸煮的不同,在样品 2-2 至 2-6 中发现 TDF 更好的改善。样品 2-2 呈现 75%的 TDF。

[0062] 实施例 2

[0063] 利用中试车间中制备的非-湿热处理的抗性淀粉研究湿热处理的优化,表 3。利用与实施例 1 中大致相同的方法制备材料,但用 100 加仑压力的反应器和 701b 的批量。样品 2-6 在 Western States 篮式离心机中脱水。随后该材料利用 Proctor-Schwartz 盘式干燥器干燥并且脱溶剂至约 5%的水分并且磨碎。大约 30 克干材料的样品在烧杯中与水掺和以达到水分含量的范围。润湿的材料密封在试管中并且在一定的温度变化范围内在烘箱中加热 1 至 2 小时。样品在试管中时冷却,并且随后移去样品,干燥并且研磨,测量 TDF。结果以回归方程分析并且找到湿热的最佳区域。对于样品 2-6,最好的区域为约 25%的水分和 121℃。在更好的条件下 TDF 从醇加工后的 41%提高至湿热处理后的约 65%。

[0064] 实施例 3

[0065] 利用与实施例 1 中大致相同的方法进行中试试验,但用 100 加仑的压力反应器和 701b 的批量。反应器的条件如下面的表 4 中所示。样品 4-1 (和样品 2-6 一样) 在 Western States 篮式离心机中脱水。随后利用 Proctor-Schwartz 盘式干燥器将材料干燥和脱溶剂并且在 Littleford DVT-130 混合器中热处理。样品 4-2 利用如样品 4-1 相同的设备制备,但是利用闪蒸干燥器干燥并且利用松香 (Rosin) 流化剂以使淀粉去溶剂化。

[0066] 图 2 为用作起始材料的 HS-7 天然淀粉颗粒的透射式电子显微镜照片 (TEM)。图 3 为样品 4-1 产物的 TEM。图 3 的样品 4-1 的颗粒形态表明图 2 中所见到的天然颗粒结构被高度破坏,即使不完全破坏。图 4 的 DSC 温度记录图表明醇加工后以及湿热处理前的样品 4-1 在 70-100℃范围失去吸热并且获得在大约 110℃的吸热以及约 150℃的非常大的吸热。湿热处理后吸热存在几度向更高温度的小的移位。在图 5 中举例说明天然 HS-7 淀粉和样品 4-1 抗性淀粉的分子量分布。HS-7 的重量平均分子量为约 4,000,000。样品 4-1 中淀粉的重量平均分子量为约 170,000,或约 95%的降低。HS-7 天然颗粒为双折射的并且在偏振光显微镜中显示马耳他十字形。抗性淀粉颗粒 (样品 4-1) 为双折射的并且在偏振光显微镜中“发光”,但其没有显示特有的马耳他十字形。这些结果表明 HS-7 淀粉为部分结晶的并且其组织成为球晶。抗性淀粉无马耳他十字形的双折射表明该物质为部分结晶的而不组织成为球晶。图 6 显示了 HS-7 淀粉和样品 4-1 的 X 线散射强度。HS-7 具有 B 型结晶性。样品 4-1 具有 B 型和 V 无水结晶性。看图 6 很明显的是 HS-7 和样品 4-1 的晶体结构之间存在差异。而且,样品 4-1 为部分结晶的。HS-7 的平均粒径为约 10 微米并且样品 4-1 抗性淀

粉的平均粒径为 380 微米。

[0067]

表 1												
凝胶化/结晶步骤											DSC	
样品	%固 形物	%醇	温度 1 (°C)	时间 1 (min)	温度 2 (°C)	时间 2 (min)	温度 3 (°C)	时间 3 (min)	% TDF	湿热步骤	峰°C	热函 (J/g)
1-1	8	50	150	60	NA	NA	NA	NA	31.8	170°C45分 钟70%醇	161	9.2
1-2	8	25	150	60	NA	NA	NA	NA	15.6	170°C45分 钟70%醇	149	3.2
1-3	8	50	160	60	100	120	NA	NA	35	无	122 163	2.2 1.0
1-4	8	50	150	60	100	90	150	60	32.2	无	115 152	1.3 9
1-5	8	50	150	60	120	180	NA	NA	31.3	无	123 153	0.47 7.6
1-6	15	50	150	60	85	90	150	60	29.6	无	115 152	1.6 9.9
1-7	15	40	150	60	85	90	150	60	20	无	118 163	1.3 5.3
1-8	15	30	144	60	85	90	145	60	24	无	147	7.2
1-9	8	50	150	60	85	90	150	60	37.6	无	111 157	3.5 5.7
1-10	8	50	150	60	85	150	140	90	39.7	无	155	7.1
1-11	8	60	150	60	85	90	140	60	39.5	无	130	8.0
1-12	8	50	160	60	85	180	140	180	26.6	无	106 118 148	1.8 2.8 3.4

[0068]

表 2
湿热处理的评估

表 2 湿热处理的评估												
	凝胶化/结晶步骤											DSC
样 品	% 固 形物	% 醇	温度 1 (℃)	时间 1 (min)	温度 2 (℃)	时间 2 (min)	温 度 3 (℃)	时间 3 (min)	% TDF	湿热步骤	峰℃	热函 (J/g)
2-1	15	50	150	60	85	90	150	60	36.1	25%水 120℃ 2 小时 43% TDF	156	12.1
2-2	8	50	150	60	40	120	140	180	50.7	25%水 120℃ 2 小时 75% TDF	153	9.7
2-3	8	50	150	15	85	180	140	180	44	25%水 120℃ 2 小时 57% TDF	153	16
2-4	8	50	150	60	40	120	140	180	37	25%水 120℃ 2 小时 59% TDF	151	7.9
2-5	8	50	150	15	40	120	140	180	40	25%水 120℃ 2 小时 60% TDF	151	19.9
2-6	8	50	150	60	40	120	140	300	38	25%水 120℃ 1.5 小时 50% TDF	113 151	5.3 2.4

表 3
 湿热处理对 %TDF 的作用以及用样品 2-6
 抗性淀粉检测的持水量 (最初的 TDF 为 41.0%)

样品	% 水	温度 (°C)	时间 (小时)	TDF %	持水量
3-1	15	200	1.5	44.4	1.63
3-2	15	121	1	45.9	1.48
3-3	15	121	2	46.0	1.44
3-4	15	149	1.5	54.3	1.27
3-5	25	93	1	50.3	1.48
3-6	25	93	2	55.1	1.50
3-7	25	121	1.5	66.5	N/A
3-8	25	121	1.5	60.0	1.40
3-9	25	121	1.5	72.0	N/A
3-10	25	121	1.5	72.0	N/A
3-11	25	121	1.5	68.0	N/A
3-12	25	121	1.5	60.0	N/A
3-13	25	121	2	64.6	1.49
3-14	25	149	1	59.2	1.25
3-15	25	149	2	46.3	1.17
3-16	35	93	1.5	58.0	1.77
3-17	35	121	1	53.5	1.59
3-18	35	121	2	58.5	1.49
3-19	35	149	1.5	38.1	1.41
3-20	35	115.5	1.5	56.9	1.59
3-21	20	115.5	1.5	55.4	1.40
3-22	20	137.8	1.5	66.0	1.29
3-23	27.5	93	1.5	43.2	1.44
3-24	35	137.8	1.5	39.3	1.44
3-25	27.5	137.8	1.5	48.7	1.41
3-26	35	137.8	1.5	54.8	1.39
3-27	35	93	1.5	46.0	1.43
3-28	35	93	1.5	50.5	1.62
3-29	20	93	1.5	53.3	1.63
3-30	27.5	115.5	1.5	67.7	1.50
3-31	20	93	1.5	55.0	1.42
3-32	19	130	1	56.0	N/A
3-33 研磨测试	25	121	1.5	55.1	N/A

[0069]

[0070] N/A = 未获得

[0071]

表4 实施例中所用的产物												
样 品	凝胶化/结晶步骤										峰℃	DSC 热函 (J/g)
	%固形 物	%醇	温度1 (℃)	时间1 (分钟)	温度2 (℃)	时间2 (分钟)	温度3 (℃)	时间3 (分钟)	%TDF	湿热步骤		
4-1	8	50	150	60	40	120	140	300	53	23%水 121℃ 1.5 小时 64%TDF	151	18.75
4-2	8	50	150	60	40	120	140	300	43	27%水 121℃ 1.5 小时 70%TDF	150	12.55
4-3	8	50	150	60	40	120	140	300	41	28%水 121℃ 1.5 小时 63%TDF	150	8.6

[0072] 实施例 4

[0073] 本发明某些抗性淀粉产品的分析显示以下范围的特征。粒径范围在约 100–700 微米之间,更常见在约 150–650 微米之间。平均粒径范围在约 250–400 微米之间,并且在有些情况下为约 330 微米。应当指出这是在任何产物磨碎之前的。粉末密度为约 50–60 磅/立方英尺(填充容积密度),或有时为约 54。

[0074] 抗性淀粉产品在约 5–15J/g 的热函,有时在 10J/g 时大致呈现约 150℃的 DSC 熔点。此外,在有些情况下抗性淀粉产品在约 1–9J/g 的热函,有时在 4.8J/g 时呈现约 108℃的 DSC 熔点。

[0075] 抗性淀粉样品的持水量通常小于约每克干燥淀粉 3 克水,并且多数情况下在每克干燥淀粉 1.3–1.9 克水的范围。黄色指数(YI)在约 11–32 的范围,并且有时在约 13–27,或约 15–23 之间。平均 YI 色为约 19。

[0076] TDF 大于约 50%。有时,TDF 为约 50–70%,约 55–70%或约 60–70%。Englyst 抗性淀粉值在约 28–65 的范围,并且有时为约 35–50,平均约 43。

[0077] 实施例 5

[0078] 用 AACC 53–10 的 50%面粉替代糕点烘焙检测评估样品 4–3 的性能。将样品 4–3 抗性淀粉磨碎并且筛选通过 US Mesh 100 筛网并且收集在 US Mesh 200 筛网上,细粉流过 US Mesh 200 筛网。

[0079] 根据 AOAC 991.43 方法,烘焙之前成分中存在 50.5%的纤维,并且糕点烘焙后,材料的 100%–111%计算为纤维。数据在表 5A、5B 和 5C 中给出。

[0080] 抗性淀粉的存在比对照提高了糕点大小。对照(100% ConAgra WhiteSpray Pastry Flour)的糕点高度大于包含抗性淀粉的糕点。另外,糕点展幅(宽度)对于对照较小而对于抗性淀粉制品较大。更大的展幅和减小的高度是由于抗性淀粉的低持水性质并且表明抗性淀粉在烘焙加工期间没有水合或部分凝胶化,而是维持相对不变。如果抗性淀粉

在烘焙期间改变,其可能增强结晶性质并且生产比预期更高的总膳食纤维。

[0081]

表 5A

[0082]

	糕点形式 “为”		糕点形式 无水分/脂	
	对照	检测	对照	检测
成分	%	%	%	%
脱脂干奶	0.47	0.47	0.72	0.71
盐	0.58	0.58	0.90	0.89
苏打	0.47	0.47	0.72	0.71
细颗粒糖	19.67	19.67	30.39	29.83
脂	18.73	18.73	0.00	0.00
高果糖玉米糖浆 (42%果糖)	0.70	0.70	0.76	0.75
碳酸氢铵	0.24	0.24	0.36	0.36
面粉 (Conagra White Spray Pastry Flour)	47.57	23.46	66.14	32.02
抗性淀粉	0.00	24.11	0.00	34.73
水	11.57	11.57	0.00	0.00

[0083]

表 5B

[0084]

	对照	检测
糕点 % TDF 无脂和水分	3.18	21.09
面粉烘焙前对 TDF 的贡献	0	0
抗性淀粉 (样品 4-3) 烘焙前对 TDF 的贡献	0	17.54
面粉烘焙后对 TDF 的贡献	3.18	1.59
抗性淀粉 (样品 4-3) 烘焙后对 TDF 的贡献	0	19.5
烘焙时抗性淀粉 (样品 4-3) TDF% 的获得		11

[0085]

表 5C		
糕点性能		
糕点	宽度 (4 个糕点的平均值)	高度
所有面粉对照	7.28cm	1.25cm
用样品 2-1 替换 50% 的面粉	8.19cm	1.08cm

[0086] 实施例 6

[0087] 大致如实施例 2 中所述在中试车间按照表 4 中样品 4-3 的参数制备抗性淀粉。湿热处理和干燥后磨碎并且筛分通过 US 60 筛网。筛选的产物为 51.9% 的 TDF。利用 Leistritz ZSE-18/HP 挤压机挤出 25% 的抗性淀粉和 75% 的玉米粉的掺合物。挤出后湿的挤出物在对流烘箱中用热气流在 250 °F 干燥 30 分钟至约 1-2% 的水分。挤出试验表明约 80-85% 的 TDF 与严格的加工后保留的抗性淀粉有关,证实其基本上为抗热和抗剪切的(参见表 6)。

[0088]

表 6				
挤出测试数据				
	玉米粗粉对照	测试 1	测试 2	测试 3
挤压机中的水分, %	18	18	25	21
模压力, PSI	1236	1370	567	822
产物温度, °C	150	156	147	158
KW/Kg	0.084	0.110	0.120	0.142
TDF, %	3.6	12.8	12.2	12.6
抗性淀粉稳定性 %		84	79	83

[0089] 实施例 7

[0090] 在玉米饼薄片组合物中检测抗性淀粉的稳定性。抗性淀粉(样品 4-1),69% 的 TDF,替代 25% 的白色玉米粗粉。获得样品 4-1 并且在实验室装置中在 121°C 25% 的水分下湿热处理 90 分钟用于该检测。根据其说明书,白色玉米粗粉的 TDF 为 8.0%。表 7 显示玉米饼掺合物的干混和成份。该掺合物与水混合以制备生面团,其用 Rondo 可逆压面机切片以制备扁平切片。如表 8 所述切割、烘焙并且油炸切出的切片。油炸的切片用石油醚脱脂随后测量其 TDF。以无脂肪和水分为基础给出 TDF 的结果和分析。表 8 显示与最初的成分和制备的食品的 TDF 比较的 TDF 分析和计算。制备薄片的加工期间,玉米粗粉和抗性淀粉的 TDF 均提高。计算显示抗性淀粉的 TDF 提高 25%,因此抗性淀粉在烘焙和油炸后呈现为 86% 的 TDF。通过该方法制备的抗性淀粉在该应用中稳定,并且可获得该应用的烘焙/油炸中的 TDF。

[0091]

表 7 用于制备玉米饼薄片的干混合物的组合物		
成分	对照 %	测试(用抗性淀粉样品 4-1 替换 25 % 的玉米粗粉), %
白色玉米粗粉, Azeta Milling Co.	93.1	69.83
X-PAND' R® 淀粉, A. E. Staley Manufacturing Co.	4.9	4.9
抗性淀粉(样品 4-1)	0	23.27
盐	1	1
玉米油	0.5	0.5
Centrolex F Lecithin, Central Soya Co.	0.5	0.5

[0092]

表 8 玉米饼薄片组合物和油炸/烘焙结果		
成分	对照	测试 用样品 4-1 替代 25 % 的玉米粗粉
表 7 的干混合物	300 克	300 克
添加水用于切片	250 克	250 克
生面团水分 %	46-48	46-48
生面团特征	粘的, 分层良好	湿的, 不粘
烘焙	450°F, 1.5 分钟	450°F, 1.5 分钟
油炸前预期的水分, %	15-25	15-25
油炸参数	345°F - 350°F, 35-40 秒	345°F-350°F, 35-40 秒
烘焙和油炸后的脂, %	22.6	23.7
脱脂薄片的 TDF %	10.2	27.7
烘焙和油炸前玉米粗粉提供的 TDF %	7.4	5.6
烘焙和油炸前样品 4-1 提供的 TDF %	0	16.0
来自玉米粗粉的 TDF 增加的百分比	38	N/A
以无脂和水为基础烘焙和油炸后组分提供给玉米饼的计算的 % TDF	10.2 (测量的)	7.7 来自玉米 masa 20 来自样品 4-1 (存在差异)
来自抗性淀粉样品 4-1 的 TDF 增加的百分比	N/A	25

[0093] 之前本发明具体实施方案的描述并不试图成为本发明每个可能的实施方案的列举。本领域技术人员将意识到其他的实施方案将在下列权利要求的范围内。

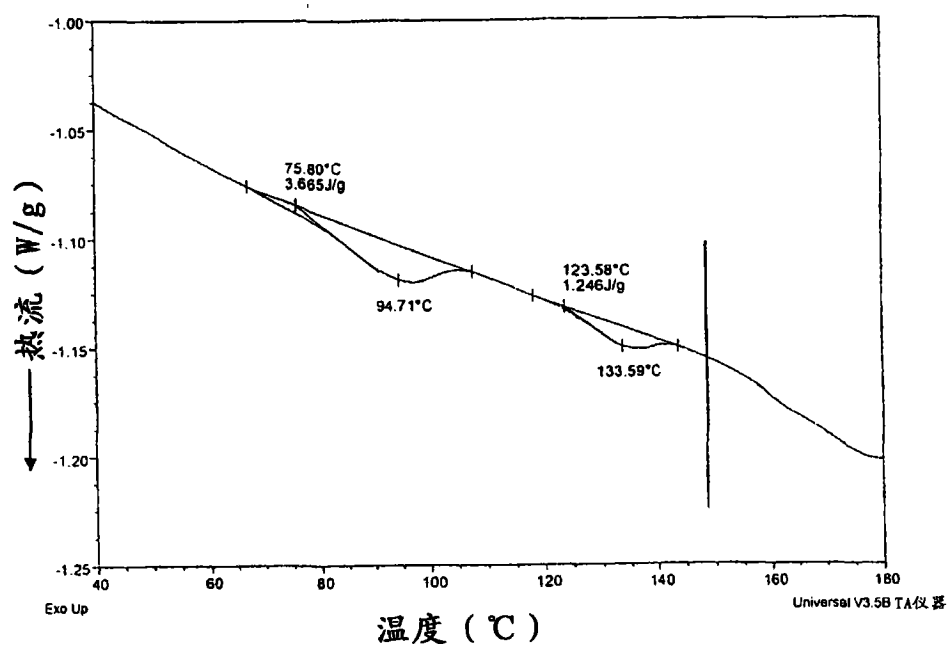


图 1

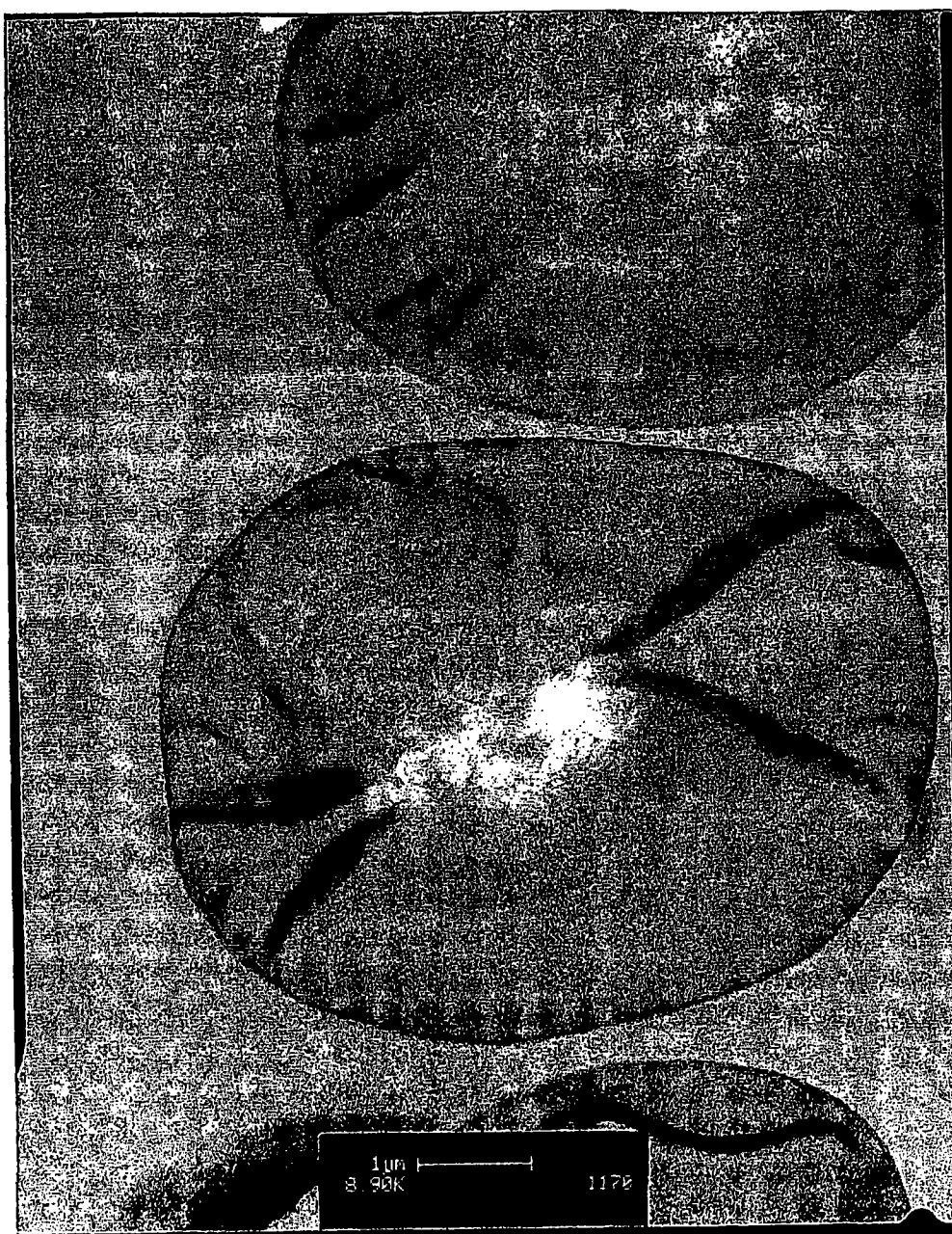


图 2



图 3

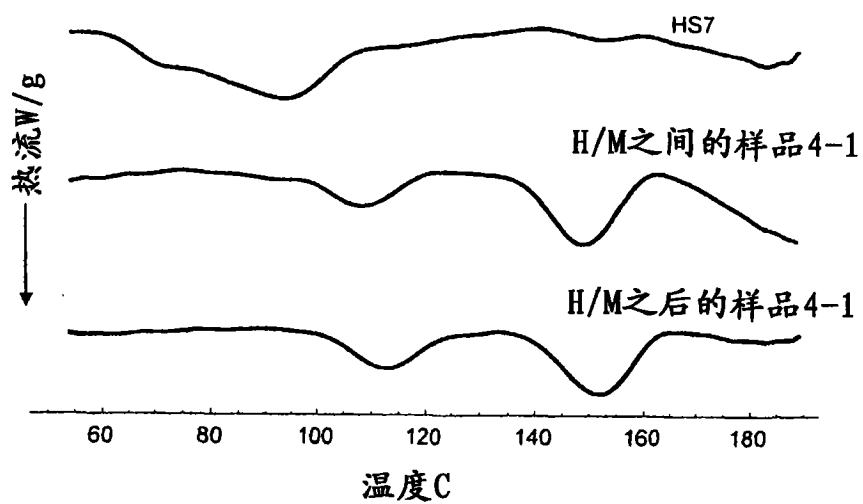


图 4

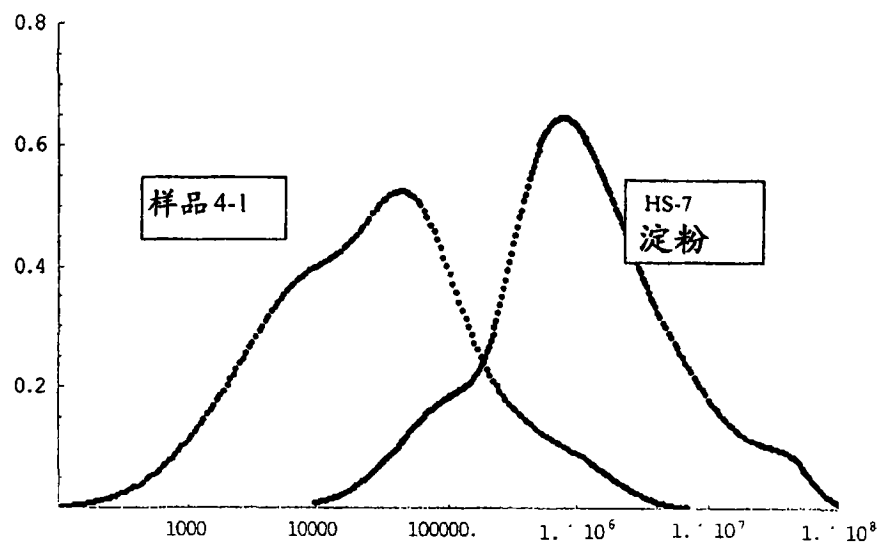


图 5

