

即食沙河粉品质与原料物化性质的关系

(江南大学食品学院, 无锡 214036) 向传万 马晓军 姚惠源

摘要:对六个大米样品的理化性质及凝胶质地进行了分析,并对这些性质与河粉质地之间的相关性进行了分析。直链淀粉含量与膨润力($r=-0.69, P<0.05$)、河粉硬度($r=0.89, P<0.01$)、弹性($r=-0.79, P<0.01$)、胶弹性($r=0.77, P<0.01$)具有很高的相关性。米粉溶解性与蒸煮损失($r=0.64, P<0.05$)、河粉胶弹性($r=0.77, P<0.01$)、咀嚼性($r=0.65, P<0.05$)正相关。米粉膨胀体积与河粉硬度($r=-0.69, P<0.05$)负相关;布拉班德糊化数据和凝胶质地参数与河粉质地参数有很高的相关性,在河粉原料选择时可作为快速、简便、准确预测河粉品质的方法。

关键词:即食沙河粉, 米粉理化性质, 质地, 蒸煮品质

Abstract: Six rice samples were evaluated for their physicochemical and gel textural properties, and the correlations between these properties and resulting HeFen texture were analysed as well. The amylose content of rice flours was highly correlated with swelling power ($r=-0.69, P<0.05$), HeFen hardness ($r=0.89, P<0.01$), springness ($r=-0.79, P<0.01$) and guminess ($r=0.77, P<0.01$). Rice flour solubility was positively proportional to cooking loss ($r=0.64, P<0.05$), HeFen guminess ($r=0.77, P<0.01$) and chewiness ($r=0.65, P<0.05$). Flour swelling volume was negatively correlated with HeFen hardness ($r=-0.69, P<0.05$). The textural parameters of gels formed in canister and general Brabender gelatinizational parameters were well correlated with actual HeFen texture and can be used as a rapid, convenient, and accurate method for predicting HeFen quality in selecting of HeFen raw materials.

Key words: instant ShaHeFen; rice flour physicochemical properties; texture; cooking quality

中图分类号: TS217 文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2004)02-0072-04

即食沙河粉(以下简称河粉)是以大米为原料的方便食品,因起源于广东沙河镇而得名。其复水速度快、口感细腻爽滑、呈大米特有清香味的特点深受广大消费者的喜爱。由于大米蛋白缺乏面筋形成交联结构的功能,为形成连续基质,让大米淀粉颗粒包埋

其中,通常的作法是先使一部分米浆糊化,直链淀粉溶出,结晶形成网状结构,从而获得河粉所需要的优良质地特征。因而配浆在河粉制作工艺中具有十分重要的作用,它是把生浆和已糊化的熟浆按一定比例混和均匀。对已选定的原料,生熟浆的比例将决定最终成品的质地特征,在本实验中配浆比例采用10%^[1]。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验中使用了六种大米原料,其中四种购自广西,分别是珍桂、双桂、杂优和水黄;另两种是无锡市售大米,在此分别简称为市售一和市售二。

1.2 直链淀粉含量测定

直链淀粉含量按照 Mcgrance 的方法测定^[2]。精确称量米粉 0.1g,在 10mL 二甲亚砷中加热到 85℃保温 15min 溶解,定容到 25mL 容量瓶中。取 1mL 溶液用 50mL 去离子水稀释,加入 5mL 碘液(0.0025mol/L),在 600nm 处测吸光度。以马铃薯直链淀粉作标准曲线。

1.3 米粉膨润性质

米粉膨胀体积的测定在 Crosbie 等人的方法上加以改进^[3]。0.4g 干基米粉与 12.5mL 蒸馏水在 20mL 具塞刻度试管中混和。先在 25℃平衡 5min,加热到 92.5℃保温 30min 后冰浴 1min,再在 25℃平衡 5min,在 1000×g 的转速下离心 15min。从试管上读出沉降凝胶体积,除以米粉干基质量得到米粉膨胀体积(FSV, mL/g)。

小心移去上清液,在 105℃烘箱中蒸发过夜,称重,溶解性(SOL, %)以上清液中干物质与干基的比值确定。膨润力(SP, g/g)以离心沉降物的质量除以米粉干基质量。

1.4 DSC 分析

热性质分析采用 DSC (Pyris 1 analyser)。精确称量米粉 3.0mg,直接放入配衡铝钳锅中,然后加入蒸馏水,干物质与水的比例为 1:3 (W/W)。将钳锅密

收稿日期: 2003-05-26

作者简介: 向传万(1975-),男,在读硕士,研究方向:功能食品的研究与开发。

封, 在分析前平衡 1h。样品以 10°C/min 的速度从 30°C 加热到 110°C, 以空钳锅作参比。通过 DSC 配备的数据处理软件分析得到以下数据: 起始糊化温度 (T_0)、峰值温度 (T_p)、糊化终止温度 (T_c) 和糊化焓 (ΔH)。

1.5 米粉糊化性质

米粉糊化性质以布拉班德糊化仪分析。取米粉 43g (干基) 与定量蒸馏水混和, 使总重为 500g, 以 1.5°C/min 的速度升温到 95°C 保温 30min, 降温到 50°C 保温 30min。从糊化曲线上读出以下数据: 峰值粘度 (PV)、95°C 保温 30min 时的粘度 (HPV)、50°C 保温 30min 时的粘度 (CPV)、破损值 (BD)、回值 (SB) 和稠度 (CONS)。

1.6 米粉糊凝胶质地分析

将布拉班德粘度仪分析以后的米粉糊倒入铝盒中 (直径 4.5cm, 高 5cm), 冷却到室温, 然后在 4~5°C 保存 2d。以 GF 流变仪分析凝胶质地, 采用直径 10mm 的不锈钢探头, 以 6cm/min 的速度压缩两次。从记录图纸上得到以下数据: 硬度 (HD)、弹性 (SP)、胶弹性 (GU)、咀嚼性 (CW)。

1.7 河粉的制备

大米冲洗→浸泡 4h→磨浆过 100 目筛→配浆→铺浆→蒸粉→预干燥→静置熟化 2h→切条→干燥

1.8 河粉蒸煮试验

150mL 蒸馏水在 250mL 烧杯中回流煮沸, 加入 5g 2cm 长的河粉。最佳蒸煮时间以挤压试验确定, 蒸煮时间比最佳时间延长 1min。样品捞出沥水 5min, 迅速称重 (W_1 g), 然后将样品在 105°C 烘箱中烘至恒重 (W_2 g)。

蒸煮损失 (CL, %) = $(5 \times DM - W_2) \times 100 / (5 \times DM)$
(DM 代表干物质在米粉中的含量)

膨胀指数 (SI, %) = $(W_1 - W_2) \times 100 / W_2$

1.9 河粉质地分析

河粉质地以 GF 流变仪测定。分析方法如下: 取一根已复水的河粉, 用适当的方法将其固定在测试平台上。直径 3.8cm 的圆柱不锈钢探头, 以 6cm/min 的速度压缩到 75% 的变形率, 连续压缩两次。从记录纸上得到硬度、胶弹性、弹性和咀嚼性的数值。每个样品重复做 7 次测量, 数据取平均值。

1.10 统计分析

用 V8.0 版本 SAS 软件对数据进行相关性分析和显著性检验。

2 结果与讨论

2.1 米粉直链淀粉含量及膨润性质

米粉理化性质数据见表 1, 米粉平均直链淀粉含量范围从珍珠 32.46% 到远安 19.22%。按照 Juliano 等人对直链淀粉的分类, 六个样品中三个是高直链淀粉含量 (>25%), 两个是中等直链淀粉含量 (20.1%~25%), 一个属低直链淀粉含量样品^[4]。

在过量水存在下, 当加热到临界温度以后, 淀粉颗粒就会吸水、膨胀, 一些淀粉溶出到溶液中。膨胀程度和溶解性的大小取决于淀粉颗粒中化学键结合的强度^[5]。直链淀粉对淀粉颗粒的膨胀具有抑制作用, 只有当直链淀粉溶出以后, 淀粉颗粒才能表现出完整的膨胀能力。蜡质淀粉具有更开放的结构, 允许水分迅速渗入, 迅速膨胀和溶解。淀粉膨润力通常是在一个温度范围内测量, 以提供颗粒内部化学键相对强弱的信息。然而, 当测量淀粉与河粉品质的关系时, 在 92.5°C 的膨胀和溶解试验与河粉加工过程具有较好的一致性而被作为快速简便预测河粉食用品质的方法。

平均膨胀体积和膨润力分别是 10.86mL/g 和 10.99g/g, 膨胀体积和膨润力以双桂最低, 最高的是杂优。在淀粉和直链淀粉之间没有明显的相关性, 而膨润力与直链淀粉呈负相关 ($r = -0.69, p < 0.05$)。膨胀体积和膨润力之间高度相关 ($r = 0.98, p < 0.01$), 二者与溶解性负相关 ($r = -0.68$ 和 -0.67), 与 PV、HPV、CPV 负相关。

相关性分析结果表明, 随着 AC 含量的增高, 它抑制淀粉颗粒的膨胀能力, 从而限制淀粉从颗粒中渗出到溶液中。双桂的直链淀粉含量最高, 溶解性也最大, 这说明还有其它因素影响淀粉颗粒的膨胀。Jin 等人指出, 是不可溶直链淀粉而不是所有直链淀粉抑制膨胀^[6], 蛋白质和脂肪对淀粉颗粒的膨胀也有抑制作用^[7,8]。

2.2 米粉的 DSC 分析

6 个米粉样品的糊化温度范围为 64.8~84.5°C。珍珠和双桂的 T_0 、 T_p 、 T_c 和 ΔH 明显低于其它样品。起始糊化温度、峰值温度、糊化终止温度和糊化焓之间呈显著正相关, 它们与 AC、PV、CPV、HPV 负相关。

表 1 米粉样品的理化性质

| 样品 | AC(%) | SOL(g/g) | SP(g/g) | FSV(mL/g) | T_0 (°C) | T_p (°C) | T_c (°C) | ΔH (J/g) | PV(BU) | HPV(BU) | CPV(BU) | BD(BU) | SB(BU) | CONS(BU) |
|-----|-------|----------|---------|-----------|------------|------------|------------|------------------|--------|---------|---------|--------|--------|----------|
| 双桂 | 32.74 | 11.94 | 10.70 | 10.71 | 64.8 | 69.0 | 73.0 | 3.2 | 1000 | 800 | 1900 | 200 | 900 | 1100 |
| 珍珠 | 31.45 | 10.67 | 10.94 | 10.75 | 64.8 | 68.0 | 72.3 | 3.8 | 980 | 810 | 1550 | 170 | 630 | 740 |
| 水黄 | 24.76 | 10.26 | 10.94 | 10.75 | 78.3 | 82.8 | 84.5 | 9.2 | 920 | 600 | 1000 | 320 | 80 | 400 |
| 杂优 | 23.36 | 9.31 | 12.94 | 13.70 | 71.4 | 77.8 | 83.2 | 7.9 | 750 | 520 | 820 | 230 | 70 | 300 |
| 市售一 | 19.02 | 10.65 | 12.19 | 12.02 | 66.0 | 76.8 | 82.1 | 7.0 | 900 | 460 | 760 | 440 | -140 | 300 |
| 市售二 | 30.22 | 9.49 | 11.59 | 11.74 | 73.9 | 78.2 | 83.6 | 7.3 | 940 | 580 | 1100 | 360 | 160 | 520 |

表2 米粉物化性质之间的相关性

| | AC | SOL | SP | FSV | T ₀ | T _p | T _c | ΔH | PV | HPV | CPV | BD | SB | CONS |
|----------------|-------|-------|-------|-------|----------------|----------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| AC | 1.00 | | | | | | | | | | | | | |
| SOL | 0.37 | 1.00 | | | | | | | | | | | | |
| SP | -0.69 | -0.67 | 1.00 | | | | | | | | | | | |
| FSV | -0.56 | -0.68 | 0.98 | 1.00 | | | | | | | | | | |
| T ₀ | -0.21 | -0.63 | 0.09 | 0.12 | 1.00 | | | | | | | | | |
| T _p | -0.63 | -0.65 | 0.39 | 0.35 | 0.88 | 1.00 | | | | | | | | |
| T _c | -0.68 | -0.74 | 0.57 | 0.53 | 0.79 | 0.97 | 1.00 | | | | | | | |
| ΔH | -0.68 | -0.74 | 0.50 | 0.45 | 0.85 | 0.98 | 0.97 | 1.00 | | | | | | |
| PV | 0.65 | 0.71 | -0.91 | -0.93 | -0.33 | -0.53 | -0.62 | -0.63 | 1.00 | | | | | |
| HPV | 0.88 | 0.63 | -0.79 | -0.69 | -0.43 | -0.79 | -0.90 | -0.82 | 0.70 | 1.00 | | | | |
| CPV | 0.88 | 0.75 | -0.77 | -0.67 | -0.50 | -0.81 | -0.88 | -0.87 | 0.74 | 0.95 | 1.00 | | | |
| BD | -0.67 | -0.27 | 0.32 | 0.17 | 0.31 | 0.65 | 0.71 | 0.60 | -0.13 | -0.79 | -0.69 | 1.00 | | |
| SB | 0.87 | 0.70 | -0.69 | -0.57 | -0.52 | -0.83 | -0.90 | -0.88 | 0.64 | 0.96 | 0.98 | -0.79 | 1.00 | |
| CONS | 0.85 | 0.78 | -0.74 | -0.63 | -0.52 | -0.79 | -0.85 | -0.87 | 0.74 | 0.90 | 0.98 | -0.62 | 0.97 | 1.00 |

Champagne 等人报道 淀粉糊化受粉碎程度和米粉样品中非淀粉脂肪含量的影响^[7]。

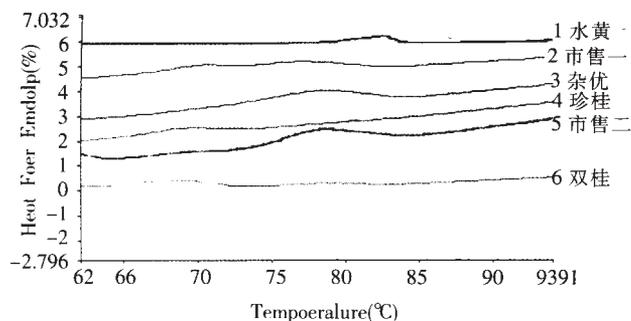


图1 米粉 DSC 分析图

2.3 糊化性质

糊化性质取决于淀粉颗粒的刚性，从而影响颗粒的膨胀能力和直链淀粉的渗出。峰值粘度平均值为 915，以双桂和珍桂最高，分别为 1000 和 980；水黄、市售一和市售二比较接近，杂优最低。热糊粘度珍桂和双桂相差不大，分别为 810 和 800，市售一最低只有 460。热糊粘度受直链淀粉渗出速率、直链淀粉脂肪复合物的形成、淀粉颗粒膨胀以及渗出的直链淀粉与淀粉颗粒竞争自由水等因素的影响。冷糊粘度主要取决于溶出的直链淀粉在冷却过程中的回生趋势。高的热糊粘度通常代表着具有低的蒸煮损失，而高的冷糊粘度则表明具有强抗剪切性^[5]。双桂、珍桂具有较高的 PV、HPV、CPV、SB 和低的 BD 值。市售一、市售二具有较高的 BD 值。AC 被确认对破损值和回值有显著的影响，但杂优的破损值相对较低，这说明还有其它因素影响淀粉颗粒的完整性。Matin 和 Fitzgerald 研究指出，某些具有二硫键的大米蛋白对淀粉在糊化过程中的膨胀具有抑制作用，从而降低了膨胀颗粒对剪切作用的敏感性^[8]。Champagne 发现，脂肪也有类似作用^[7]。如使用纯淀粉代替米粉作试验，可以消除这些因素的影响。但在研究大米性质与河粉品质的关系时，以米粉作实验更接近实际产品的加工过程。

的加工过程。

2.4 凝胶质地分析

质地是河粉的关键质量指标。对河粉品质的评价主要是评价它的质地。质地是一个感官指标，它反映河粉的耐咀嚼性和表面的光滑性。有很多仪器方法被用于代替感官评价质地^[9]，这些方法尽管与感官评价具有很好的相关性，但具有费时和样品尺寸难于标准化的局限性，目前主要用于实验室，在工业生产中很少用到。在本实验中，米粉作布拉班德粘度分析以后，在铝盒中形成凝胶用于质地分析，与成品河粉的质地分析数据具有很好的相关性。在选择河粉原料时，可以此方法预测成品的质量，操作起来相对比较简便。

米粉凝胶的硬度、弹性、胶弹性和咀嚼性与 AC、PV、HPV、CPV 和 SB 正相关，与 SP、FSV、BD 负相关。溶出的直链淀粉数量和淀粉颗粒的破解程度对凝胶质地影响很大。直链淀粉溶出得越多，结晶程度越大，凝胶强度越大^[10]。淀粉颗粒破解程度越低，凝胶的硬度越大^[11]。测得的凝胶质地数据与 AC 正相关与 BD 负相关，与上述观点是一致的。Sandhya Rani 等人发现，高直链淀粉含量的淀粉不易破解，表现出较高的刚性^[11]。

2.5 河粉的蒸煮品质和质地

蒸煮损失和膨胀程度是影响河粉蒸煮品质的主要因素。高的蒸煮损失说明有较多淀粉溶出，使汤变浑，耐煮性差，口感粘糊糊的。另一方面，膨胀能力低，反映吸水能力弱，河粉坚硬，表面粗糙。

蒸煮损失在 6 个样品中的平均值为 4.03%，市售二最高 5.68%，珍桂最低 2.83%。蒸煮损失与米粉的溶解性和 BD 值正相关 ($r=0.64$ 和 0.68 , $p<0.05$)。膨胀指数均比较高，平均值为 244.67%，双桂最高 280%，市售二最低 186%，本实验中没有找到与其显著相关的参数。

河粉的硬度与 AC、PV、HPV、CPV、SB 和 CONS

表3 米粉凝胶质地、河粉质地和蒸煮品质与米粉物化性质的相关性

| | 米粉凝胶质地 | | | | 河粉质地和蒸煮品质 | | | | | |
|------|--------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | HD | SP | GU | CW | HD | SP | GU | CW | CL | SI |
| AC | 0.84 | 0.90 | 0.85 | 0.85 | 0.89 | -0.79 | 0.77 | 0.40 | -0.37 | -0.19 |
| SOL | 0.63 | 0.19 | 0.55 | 0.56 | 0.34 | 0.04 | 0.77 | 0.65 | 0.64 | -0.12 |
| SP | -0.91 | -0.72 | -0.91 | -0.91 | -0.78 | 0.29 | -0.27 | -0.88 | 0.17 | 0.34 |
| FSV | -0.81 | -0.57 | -0.81 | -0.82 | -0.69 | 0.17 | 0.68 | -0.90 | 0.10 | 0.29 |
| PV | 0.75 | 0.57 | 0.74 | 0.74 | 0.68 | -0.26 | 0.75 | 0.84 | -0.06 | -0.01 |
| HPV | 0.94 | 0.71 | 0.94 | 0.94 | 0.92 | -0.70 | 0.77 | 0.44 | -0.49 | -0.04 |
| CPV | 0.90 | 0.70 | 0.87 | 0.87 | 0.80 | -0.57 | 0.77 | 0.52 | -0.26 | 0.08 |
| BD | -0.68 | -0.50 | -0.68 | -0.67 | -0.69 | 0.76 | -0.27 | 0.09 | 0.68 | 0.01 |
| SB | 0.88 | 0.67 | 0.84 | 0.85 | 0.79 | -0.63 | 0.68 | 0.39 | -0.33 | 0.10 |
| CONS | 0.85 | 0.67 | 0.81 | 0.81 | 0.72 | -0.49 | 0.75 | 0.54 | -0.15 | 0.14 |

表4 六个样品所测得的凝胶质地和河粉质地数据

| | 凝胶质地 | | | | 河粉质地 | | | | | |
|-----|-------|--------|--------|-----------|-------|--------|--------|-----------|---------|---------|
| | 硬度(g) | 弹性(mm) | 胶弹性(g) | 咀嚼性(g×mm) | 硬度(g) | 弹性(mm) | 胶弹性(g) | 咀嚼性(g×mm) | 蒸煮损失(%) | 膨胀指数(%) |
| 双桂 | 90 | 0.92 | 37.4 | 34.4 | 923 | 0.84 | 489 | 411 | 4.20 | 280 |
| 珍桂 | 80 | 0.91 | 37.6 | 34.2 | 1017 | 0.76 | 468 | 356 | 2.83 | 235 |
| 水黄 | 65 | 0.91 | 29.9 | 27.2 | 866 | 0.89 | 459 | 409 | 2.85 | 221 |
| 杂优 | 20 | 0.89 | 10.0 | 8.9 | 770 | 0.89 | 331 | 278 | 3.75 | 252 |
| 市售一 | 10 | 0.87 | 4.9 | 4.3 | 710 | 0.93 | 383 | 356 | 5.42 | 294 |
| 市售二 | 42 | 0.92 | 21.0 | 19.3 | 882 | 0.82 | 450 | 369 | 5.68 | 186 |

正相关,与膨润力、膨胀体积和BD负相关;弹性与AC、HPV和SB负相关,与BD正相关;胶弹性与AC、SOL、FSV、PV、HPV、CPV、SB和CONS正相关;咀嚼性与SOL和PV正相关,与SP和FSV负相关;河粉的硬度和胶弹性与凝胶质地都具有显著相关性;河粉的咀嚼性与凝胶的硬度、胶弹性和咀嚼性正相关。

表5 河粉质地与凝胶质地之间的相关性

| 凝胶质地 | 河粉质地 | | | |
|------|------|-------|------|------|
| | HD | SP | GU | CW |
| HD | 0.89 | -0.54 | 0.88 | 0.65 |
| SP | 0.80 | -0.58 | 0.78 | 0.52 |
| GU | 0.93 | -0.59 | 0.88 | 0.62 |
| CW | 0.93 | -0.59 | 0.88 | 0.63 |

3 结论

直链淀粉是影响米粉糊化性质和河粉质地的主要因素,米粉的溶解性和膨胀行为对河粉质地也具有显著的影响。布拉班德分析以后米粉糊在铝盒中形成凝胶的质地与河粉的质地性质具有很高的相关性。米粉膨胀实验和凝胶质地分析在河粉选料时可作为快速、简便、准确预测河粉质地性质和蒸煮品质的方法。为更进一步明确米粉中直链淀粉和其它成分对河粉地质的影响,尚需进一步做实验研究。

参考文献:

[1] 方承志.即食沙河粉生产工艺的研究[J].食品科学,1996,17(6):73~75.
 [2] Scott J Mcgrance, Hugh J Cornell, Colin J Rix, Melbourne. A simple and rapid colorimetric method for the determination of amylase in starch products[J]. Starch, 1998, 50:158~163.

[3] Crosbie, G B, Lambe, W J, Tsutsui, H, Gilmour, R F. Further evaluation of the flour swelling volume test for identifying wheats potentially suitable for Japanese noodles[J]. Cereal Sci, 1992, 15:271~280.
 [4] Juliano, B O, Perez, C M, Kaosa-Ard, M. Grain quality characteristics of export rices in selected markets [J]. Cereal Chem, 1990, 67:192~197.
 [5] Tian, S J, Rickard, J E, Blanshard, J M V. Physicochemical properties of sweet potato starch[J]. Sci Food Agric, 1991, 57:459~491.
 [6] Jin, M, Wu, J, Wu, X. A study on the properties of starches used for starch-noodle making. Pages 488-496 in: Proc, 1994 Int. Symp. and Exhibition on New Approaches in the Production of Food Stuffs and Intermediate Products from Cereal Grains and Oil Seeds. G. Xie and Z. Ma, eds. CCOA/ICC/AACC Meeting. CCOA:Beijing.
 [7] Champagne, E T, Marshall, W E, Goynes, W R. Effects of degree of milling and lipid removal on starch gelatinization in the brown rice kernel[J]. Cereal Chem, 1990, 67:570~574.
 [8] M Martin, M A Fitzgerald. Proteins in rice grains influence cooking properties[J]. Cereal Sci, 2002, 36:285~294.
 [9] Malcolm C Bourne. Food texture and viscosity concept and measurement. ACADEMIC PRESS, 2002.325~344.
 [10] Coats G Biliaderis. Thermal and mechanical properties of concentrated rice starch gels of varying composition [J]. Food Chemistry, 1993, 48:243~250.
 [11] M R Sandhya Rani, K R bhattacharya, Mysore. Microcopy of rice starch granules during cooking [J]. Starch, 1995, 46:334~337.