

苹果纤维对面粉持水性能力及蛋糕品质的影响

杨锦健 鲍建国

(食品科学与工程系)

摘要 将苹果渣和苹果纤维添加至焙烤蛋糕的面粉中,测定了蛋糕粉湿面筋含量和浆料粘度的变化。探讨了对蛋糕的比容及老化的影响,结果表明:苹果渣和苹果纤维会引起面粉持水性的改变。苹果纤维同面粉混合后的总持水性,常温下为两者的线性之和;纤维的添加能导致湿面筋含量的下降,下降幅度同纤维的含量有关。表观粘度系湿面筋的形成能力与纤维持水性两者的综合效应。该结果有助于进一步研究纤维同小麦面筋之间的相互作用并为蛋糕品质的改善提供了实验依据。

关键词 苹果;纤维;持水性;蛋糕

0 前 言

膳食纤维是指食物中不能被消化吸收的纤维,其中纤维素,半纤维素,木质素等。膳食中缺乏纤维会导致便秘等,有可能引发肠癌等疾病^[1]。苹果渣是生产苹果汁的副产品,主要成分为粗纤维,果胶,蛋白质,碳水化合物等,可用作发酵生产乙醇,柠檬酸的原料,动物饲料和提取果胶等^[2]。苹果渣中有总量14%~30%的纤维,其中纤维素31%~47%,半纤维素30%~30%,木质素9%~15%,持水性为自重的10倍左右^[3]。持水性对于食品质构的改善,货架寿命的延长,成本的降低,都有很重要的作用。Tree Top Inc. 曾将苹果渣加工成褐色,无异味的粉末,可直接加到面包中以增加纤维含量^[4],过去二十年多年里,在如何制备高纤维含量的焙烤食品方面,已做了大量的工作,但真正形成销售市场的产品却不多。Gadden 等列举了各种来源的纤维对焙烤食品的持水,质构,搅拌时间,体积,内表现,感官等的影响^[5]。Dubios 认为,纤维的加入,往往需要对焙烤制品的原料,配方,工艺作相应的更改,才能得到高质量的产品,一般地纤维的含量在7%以上会引起面包体下降,通常解释是部分地由于面筋的相对含量下降,削弱了网状结构的形成和气体的维持能力^[6]。Pomeranz 等认为还可能是纤维与原料如小麦面筋粉之间发生了相互作用^[7]。Chen 的研究报告则认为是两者的综合作用^[8]。

收稿日期:1992-12-31

膳食纤维加入蛋糕的尝试,1962年 Bayfield 使用 CMC 延长蛋糕的货架寿命^[9]。Brochmale 和 Zabik 探讨了小麦麸皮对蛋糕感官指标的影响,蛋糕浆料的粘度随麸皮量的增加变大而蛋糕体积下降^[10]。Springsteem 得到了类似的结论,并指出麸皮对蛋糕内部气泡的均一性影响很大^[11]。Jettema 和 Zabik 则研究了谷类和豆类纤维对蛋糕质量的影响并给出了相应的系列数学关系式^[12],从而可以根据外加纤维的来源和数量来预测蛋糕的质量指标,过去的研究集中在谷类和豆类来源的纤维,其它纤维来源的研究比较少。

鉴于持水性是食品原料的重要物理性质,是食品成分和成分之间相互作用的表现体现,反应了物质内在结构的特点,另外,在制备较高含量纤维的蛋糕时,其浆料中的湿面筋含量和物理性质对蛋糕的品质有重要的影响,本研究的目的在于:(1)比较苹果渣和苹果纤维持水性及探讨两者导致面粉在持水性上的差异;(2)观察高纤维蛋糕浆料的湿面筋含量,表现粘度的变化及对蛋糕比容和老化的影响。

1 材料与方法

1.1 材料

苹果渣是从市场采购的苹果,经切块,压榨,烘干,粉碎而成。其中果胶 15.88%。粗纤维 15.20%,灰分 2.78%。苹果纤维则参照 Walter 使用的方法^[13],由苹果渣经碱液处理,脱色,干燥,粉碎而成,其中粗纤维 75.40%。灰分 4.53%。面粉为市售精白粉。

1.2 实验方法

1.2.1 样品制备 过 100 目或 60 目筛的苹果渣和苹果纤维以总重 2%,4%,6%,8%,10%的比例同面粉混合均匀后,置于清洁,干燥的试剂瓶中备用。

粘度测定时,将粉状料用水调成浆状,固形物含量为 12.5%。

1.2.2 分析方法 水分,粗纤维,灰分,果胶均按“食品物理与化学分析法”^[14]测定。

持水性 一份样品加 25 份水,在 25℃下高速搅拌 1min。浆料倒入 50ml 离心杯,离心 15min。离心沉淀物于 70℃真空烘箱中干燥 24h。持水性(WHC)单位用重量(g)/干基重(g)表示,取三次平均值。

剪切速率和粘度用 Haake 粘度计,湿面筋含量用洗涤法^[15],蛋糕的比容用填充法^[14],以上均取两次平均值。

硬度试验 采用流变仪(R-ODJ-DM RHEO METER)测定蛋糕的硬度。将蛋糕从中间纵向切厚度为 1cm 的薄片,测定压缩样品 4mm 所需的力 F 。用弹性模量 K 表示蛋糕的硬度。在室温下测定,每个样品测定三次,取平均值,最后的单位换算成(g/cm²)。

1.2.3 数据处理 根据配对实验方法^[16],当两组试验具有相同的实验次数,只有一个条件不同,欲判定该条件对实验结果有无影响时,可以先求得它们的差值,然后,在假设差值为零的条件下进行 t 检验,如果 t 值小于确定置信度下的 t_0 ,则表明两组实验结果没有显著差异,数据处理程序是用 basic 语言自行编程并在 IBM-PC/XT 计算机上完成的。

2 结果与讨论

2.1 苹果渣和苹果纤维持水性

所谓持水性是指在水过量的情况下,单位干物质所能达到的最大持水量。苹果渣和苹果纤维比较,前者的持水性稍大些,100目的苹果渣为7.98g/g,60目为7.63g/g,100目的苹果纤维为4.24g/g,60目为3.82g/g。化学组成对持水性的重要影响,可能是由于其含有较多的蛋白质和果胶的缘故,它们均可以通过和水分子的相互作用吸引更多的水,从成本和持水性考虑,苹果渣比苹果纤维适宜。不过,食品加工往往还要考虑其它方面,苹果渣没有经过脱色过程,颜色为深褐色,应用有局限性,但苹果香气浓,苹果纤维呈淡黄色,几乎没有气味,对食品外观,风味影响甚微,苹果渣和苹果纤维良好的持水性,可用于改善食品体系的功能性如粘度等。

按照 Labuza 的观点^[17],持水性的形成的原因之一与毛细管结构中的表面张力有关,粘度同表面张力的结果密切。粘度小,比表面积增加,纤维颗粒表面对水的吸附能力会增加,但本实验结果显示,100目和60目的粘度差异对持水性影响不大,在应用时,可以根据食品体系对粘度的要求选择。

2.2 从持水能观察苹果渣和苹果纤维同蛋糕粉之间的相互作用

纤维加入面粉后,两者之间的相互作用是非常重要的问题,研究手段有衍射,扫描电镜等较为复杂的技术手段。Chen 等人认为,如果纤维和面筋粉之间没有相互作用的话,则两者混和后的总持水性是两者的线性相加^[8],反之,则相互作用不成立。

$$\text{WHC} = \% \text{面筋粉} / 100 \cdot \text{面筋粉的 WHC} + \% \text{纤维素} / 100 \cdot \text{纤维素的 WHC}$$

Labuza 认为,持水性还可以是水通过氢键或共价键与食品其他成分之间的相互作用所致^[11]。显然,纤维和面筋粉之间的任何作用不可能不对持水性产生影响。所以观察持水性是比较简单且直观的实验方法,本实验利用苹果渣和苹果纤维比较其两者面粉之间的关系。结果如表 1。

表 1 面粉添加苹果渣和苹果纤维持水性实测值与计算值⁽¹⁾

添加量 (%)	苹果纤维						苹果渣					
	100目			60目			100目			60目		
实测值	计算值	误差 (%)	实测值	计算值	误差 (%)	实测值	计算值	误差 (%)	实测值	计算值	误差 (%)	
2	0.566	0.566	0.00	0.566	0.566	0.00	0.566	0.566	0.00	0.566	0.566	0.00
4	0.6745	0.7138	-5.51	0.6883	0.6962	-1.13	0.7098	0.8624	17.69	0.7529	0.8486	11.28
6	0.7892	0.7876	0.20	0.7629	0.7612	0.22	0.7501	1.0108	25.79	0.8634	0.9898	12.77
8	0.8218	0.8615	-4.61	0.8309	0.8263	0.56	0.8214	1.1591	29.13	0.9443	1.1371	16.96
10	0.9659	0.9354	3.26	0.8916	0.8914	0.02	0.9087	1.3074	30.50	1.0281	1.2724	19.20
12	0.9784	1.0093	-3.06	0.9701	0.9565	1.42	0.9696	1.4557	33.39	1.1487	1.4137	18.75
t ⁽²⁾ 值	1.13			0.7018			5.72*			5.65*		

(1):表内的实测值均为三次测定的平均值

(2): $\alpha=0.01$ 时, $t_{\alpha}=4.60$

t 检验表明,无论是100目还是60目,苹果纤维和面粉之间混合后总的持水性系两者的线性相加,且符合较好。苹果渣则不然,线性关系不成立,其差异应归咎于其组成苹果渣中的成分复杂,有淀粉,低聚糖,果胶,蛋白质等,它们同面粉中的小麦蛋白的作用抑制了苹果纤维对水分子的吸附,从组成上来看,果胶的影响很大,而且,计算值和实测值的差异随苹果渣

添加量的增加而增加。虽然迄今还缺乏面粉原料持水性同蛋糕质量之间的实验结果,勿容置疑的是,高温作用所引起的相互作用会更加复杂化。

2.3 苹果渣和苹果纤维影响面粉的湿面筋形成

面粉中的酪元蛋白是湿面筋形成的重要原因,其含量愈高,湿面筋的含量愈大,对于面包,面筋形成的网络结构可以使面包富有弹性,网络内部的微小孔囊包含了酵母发酵所产生的气体,增加面包的体积,因此面包制作的面粉有较高的蛋白质含量,而蛋糕则期望含量低些,以保持蛋糕具有疏松的质构及均匀的切面。添加了纤维之后,湿面筋的生成下降了,按照Chen^[8]的观点,这既有谷蛋白被冲稀的原因,又有纤维同面筋之间的作用,如果单从湿面筋含量的角度来看,纤维加的愈多,对蛋糕制作愈有利,但实际情况并非如此,蛋糕浆料的粘度同样制约着蛋糕的体积,而浆料中纤维的含量对粘度的影响还是很大的。

苹果渣和苹果纤维相比,前者对湿面筋的形成影响要大,同持水性一样,两者在组成上的差异,特别是渣中大量存在的多糖和蛋白质,对湿面筋的形成的影响更为复杂。从图1可以看出,加入纤维的下降幅度要稍小些,总体而言,两者的添加量对湿面筋形成相差不是太大。

2.4 蛋糕浆料的流变学性质

图2为空白浆料流变图,在剪切力为零时,浆料有一定的屈服应力,流体表现出剪切变稀的特征,剪切速率较小时,以淀粉为主的连续相包含的空气泡处于混乱的状态,表观粘度大,随着剪切速率的增加,混乱程度变低,成为定向的排列状态,表观粘度下降,对蛋糕体积的增加是有利的。

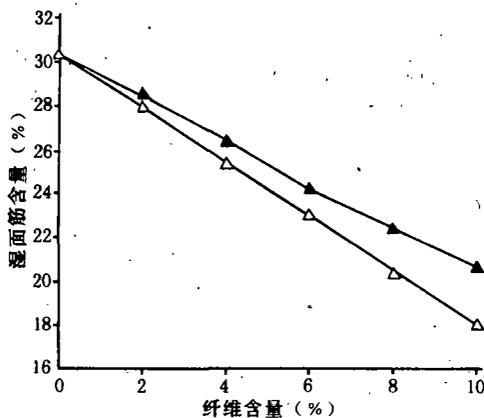


图1 纤维含量同湿面筋含量

—△— 苹果纤维
—▲— 苹果渣

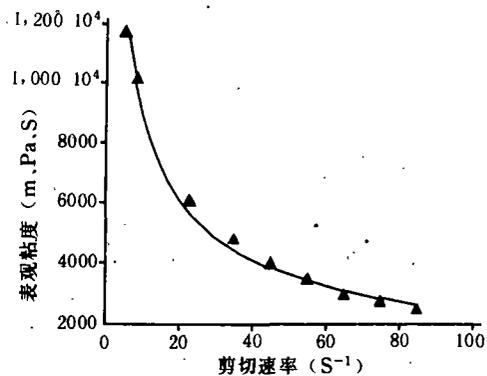


图2 空白浆料的流变图

(固形物 12.5%)

当苹果纤维量增加后,表观粘度呈下降后上升的趋势(图3),实际上,表观粘度的大小受到了湿面筋和纤维的双重影响,换言之,一方面,纤维含量的增加,如前所述,影响了湿面筋的形成,湿面筋量的下降,浆料的表观粘度下降,另一方面,纤维含量增加,本身提高了面粉的持水性,浆料的表观粘度有上长的趋势。当纤维含量低于4%时,粘度的下降是主要的,湿面筋含量下降的影响是主要的。高于4%时,粘度则持续上长,纤维的影响占了上风,表观粘度大的蛋糕浆料,固然可以提高蛋糕的持气能力,蛋糕由于浆料较强的持水性导致淀粉不能完

全糊化体积而受到了影响^[18]。

2.5 蛋糕的比容

比容系单位质量蛋糕所占有的体积是衡量蛋糕的重要指标。图4为添加苹果渣和苹果纤维蛋糕的比容,两者均在6%时最大,同空白相比,苹果渣的增加率为3%,纤维的增加率为10%。如前所述,粘度下降有利于蛋糕体积的增加,然而,表观粘度的最低点并不意味着此时的体积最大,表观粘度4%时最小,比容则在6%时呈最大值,单用表观粘度不足以判定蛋糕的最大体积的纤维的添加量。

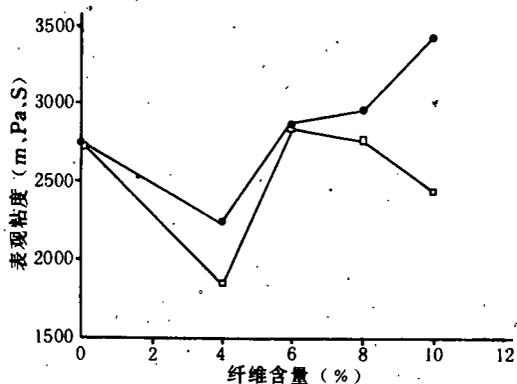


图3 纤维含量同表观粘度

● 苹果纤维
□ 苹果渣

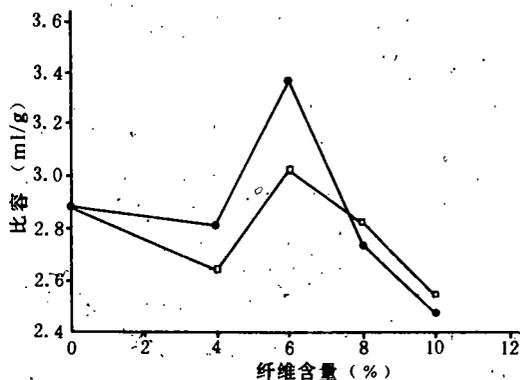


图4 纤维含量与蛋糕比容

● 苹果纤维
□ 苹果渣

2.6 蛋糕在储存期间的老化

蛋糕在储存期间老化的直观表现是硬度的变化,弹性模量是判断硬度的仪器指标。6%的添加量弹性模量始终低于空白,8%则高出空白许多,老化速度加快。老化是由于水分的散失和迁移而导致的。纤维有较好的持水性,能延迟蛋糕的老化,但如果纤维含量过高,蛋糕的体积变小,随着储存期间水分的散失,弹性模量会很快增加,对蛋糕的货架寿命不利(见图5)。

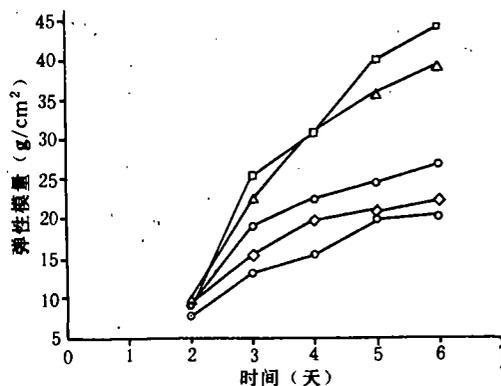


图5 蛋糕储存期间的硬度

● 6%纤维 ■ 8%纤维
○ 空白 □ 6%渣
△ 8%渣

3 结 论

苹果渣和由苹果渣制备得到的苹果纤维,不仅是很好的膳食纤维来源,而且在食品的功能性上,特别是在其持水性上有着广泛的应用,加入苹果纤维后,面粉的持水性符合线性相加公式,而苹果渣则不符,该结果有助

于进一步研究纤维同小麦面筋之间的相互作用,纤维降低了面粉的湿面筋的生成量,可以利用纤维的添加量调节蛋糕浆料的粘度,增加蛋糕的体积,推迟老化时间,延长货架寿命,高纤维含量的蛋糕有益于人体健康,至于高纤维含量的蛋糕在表观光滑性和内部气孔的均匀性方面,还有待于更进一步的研究。

参 考 文 献

- 1 Peterson S. Martin, Johnson, H. Arnold. Encyclopedia of Food Science. The AVI publishing company, Inc. 1978; 256~257
- 2 Donald L D. Processed Apple Products. Van Nustrand Reinhold. 1980; 370
- 3 Mcconnell A A et al. Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. J. Sci. Fd. Agric. 1974; 25: 1457~1467
- 4 Morris C E. Apple and pear fiber. Food Eng. 1985; 57(1): 72
- 5 Cadden A M et al. Physiological responses of rats to high fiber bread diets containing several sources of hulls or bran. J. Food Sci. 1983; 48: 1151~1156
- 6 Dubois D K. The practical application of fiber materials in bread production: Bakers Dig. 1978; 5(2): 30~33
- 7 Pomeranz Y et al. Fiber in breadmaking effects on functional properties. Cereal Chem. 1977; 54: 25
- 8 Chen H et al. Effect of Apple Fiber and Cellulose on the Physical Properties of Wheat Flour. J. Food Sci. 1988; 53: 304~305
- 9 Bayfields E G. Improving white layer quality by adding CMC. Baker Dig. 1962; 36: 50~54
- 10 Brockmloe C L, Zabik M E. Wheat bran and middling in white layer cakes. J. Food Sci. 1976; 41: 357~360
- 11 Springsteen E et al. Note on layer cakes containing 30 to 70% wheat bran. Cereal Chem. 1977; 54(1): 193~198
- 12 Jeltema M S et al. Fiber components quantitation and relationship to cake quality. J. Food Sci. 1979; 44: 1732~1735
- 13 Walter R H et al. Edible Fibers from Apple Pomace. J. Food Sci. 1979; 44: 1732~1735
- 14 刘福岭, 戴行均. 食品物理与化学分析方法. 轻工业出版社, 1987
- 15 吴孟. 面包生产技术. 轻工业出版社, 1986
- 16 Montgomery D C. Design & Analysis of Experiment. Second Edition. John Wiley & Sons. New York. 1984; 32~33
- 17 Labuza T P. Sorption phenomenon in foods. Food Tech. 1968; 22(3): 215
- 18 Dreher M I. Handbook of Dietary Fibre. Marcel Dekker. Inc. , New York. 1987; 406

The Effect of Apple Fiber on the Water Holding Capacity of Wheat Flour and the Cake Quality

Yang Jinjian Bao Jianguo

(Dept. of Food Sci. and Eng)

Abstract After apple pomace and fiber were added into wheat-flour for making cake, the viscosity and gluten contents were measured, and their influence on cake volume and aging were studied. Those results suggested that the apple pomace and fiber could change the WHC of wheat flour. The total WHC for wheat—flour mixed with apple fiber is the sum of WHC of two materials; The added fiber could lower the formation of gluten which is related to content of fiber. The apparent viscosity is composite effect of gluten-forming ability and WHC. Those results are of help to the further study on the interaction between fruit fiber and wheat gluten, and providing experimental data for the improvement of the cake quality.

Key-words Apple; Fiber; Water holding capacity; Cake