

油脂对面团特性及微观结构的影响

马传国, 盖争艳*, 娄丽娟
(河南工业大学粮油食品学院, 河南 郑州 450052)

摘 要: 在小麦粉中添加油脂, 对面团流变学特性和微结构进行研究。结果表明: 油脂对面团的形成时间、稳定时间、拉伸阻力等有不同程度的提高, 同时可改善面团的流变学特性, 提高面粉的品质; 观察微观结构发现, 添加油脂的面团中蛋白质颗粒明显增多, 淀粉颗粒表面更加光滑。结合粉质实验和拉伸实验确定油脂在面粉中的最佳添加量为面粉质量的 6%。

关键词: 油脂; 面团; 特性; 品质; 微结构

Effect of Fat and Oil on Rheological Properties and Microstructure of Wheat Flour Dough

MA Chuan-guo, GAI Zheng-yan*, LOU Li-juan
(College of Grain, Oil and Food, Henan University of Technology, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: In order to examine the effect of fat and oil on rheological properties and microstructure of wheat flour dough, wheat flour with added palm stearin was used to prepare wheat flour dough. It was found that palm stearin could increase dough formation time, stability time and stretch resistance, improve dough rheological properties and wheat flour quality. The microscopic structure of wheat flour dough with added palm stearin showed even more protein granules and more smooth surface of starch granules. Collectively, farinograph and tensile tests demonstrated that the optimal content of palm stearin in wheat flour was 6%.

Key words: fat and oil; dough; property; quality; microstructure

中图分类号: TS211.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)11-0043-04

油脂加入到面团中, 分布在蛋白质和淀粉粒周围形成油膜, 限制了面粉吸水, 从而可以控制面团中面筋的胀润性。油脂润滑性与蛋白质的结合也有利于面团的延伸性增加, 从而提高持气能力。另外, 油脂在淀粉和蛋白质之间形成的薄膜能阻止淀粉的回生和干燥, 使产品老化速度减缓^[1]。因此, 油脂不仅能给食品带来良好的口感、风味、改善制品的组织结构等, 而且对食品加工的工艺过程、操作和设备适用性方面的影响也较大。另外, 油脂本身含有油溶性维生素, 加入到食品中, 使食品营养更丰富^[2]。

面粉是面制食品的主要原料, 面粉的性质决定着面制食品质量, 要从事面制食品的研究、开发和生产, 必须对面粉的性质进行全面的了解^[3]。面团的质构、流变特性与面制品的质量之间的关系是当今面团流变学研究的主要内容^[4]。添加乳化剂和油脂也能有效地改善面团的粉质特性和拉伸特性。沈忱等^[5]在高筋粉和低筋粉

面团中, 分别加入面粉质量 1%、1.5%、2%、2.5% 的猪油、大豆色拉油, 发现随着油脂添加量的增加, 面团的黏性、弹性逐渐降低, 面团的韧性逐渐增大。国外研究油脂对面包、糕点等焙烤食品的作用非常广泛, 研究较深, 而我国关于油脂在面制食品中的应用研究较少。因此, 本实验研究油脂对面团特性及微观结构的影响可为应用提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

优麦 2 号粉由河南工业大学小型磨面机磨成; 活性干酵母 安琪酵母股份有限公司; 全精炼棕榈硬脂 中粮(北海)天津粮油工业有限公司。

二甲苯、冰醋酸、福尔马林、碘、KI、无水乙醇均为分析纯。

粉质仪、拉伸仪 北京东方孚德技术发展中心;

收稿日期: 2011-05-15

作者简介: 马传国(1966—), 男, 教授, 博士研究生, 研究方向为油脂化学与工艺学。E-mail: mcg@haut.edu.cn

* 通信作者: 盖争艳(1984—), 女, 硕士, 研究方向为食品专用油脂。E-mail: hnzzssyy@163.com

B5A 钩式和面机 广州威尔宝酒店设备有限公司；MP10001 型电子天平 上海恒平科学仪器有限公司；揉面压皮机 山东章丘市天鹏炊具机械有限公司；XSP-4C 型光学显微镜 上海兴行实业公司；Olympus 数码相机 日本 Olympus 深圳分公司；手摇式切片机 上海医疗器械四厂。

1.2 方法

1.2.1 小麦粉质特性的分析

小麦粉 300g 粉质指标测定参照 GB/T 14614—2006《小麦粉面团的物理特性吸水性和流变学特性的测定 粉质仪法》^[6]。

以含水量 14% 的小麦粉为基准，按照质量分数 2%、4%、6%、8%、10% 的比例将油脂添加到面粉中，进行粉质实验，不加油的面粉作为空白对照组。

1.2.2 小麦拉伸特性的分析

小麦粉 300g 粉质指标测定参照 GB/T 14615—2006《小麦粉面团的物理特性流变学特性的测定 拉伸仪法》^[7]。

以含水量 14% 的小麦粉为基准，按照质量分数 2%、4%、6%、8%、10% 的比例将油脂添加到面粉中，进行拉伸实验，以不加油的面粉作为空白对照组。

1.2.3 面团显微镜制片^[8-9]

1)取材：将面团(馒头)用刀片切成 0.5cm × 0.5cm × 0.5cm 左右的小块；2)固定：将面团(馒头)小块放入 FAA (90% 的 50% 酒精溶液、5% 的冰醋酸、5% 的福尔马林溶液)中浸泡 24h，以使内部成分固定^[10]；3)脱水：将浸泡后的面团取出再用 70% 酒精、无水酒精逐级酒精中浸泡 1h 左右；4)透明：脱水后面团(馒头)小块浸入二甲苯-酒精混合溶液(体积比为 1:1)、二甲苯溶液中各浸泡约 1h；5)透蜡：透明后的面块在已经溶解并置于 40℃ 恒温箱中的石蜡-二甲苯溶液(体积比为 1:1)中浸泡 30min，然后再置于 60℃ 恒温箱中的纯石蜡中约 30min；6)包埋：提前准备一个小纸盒，纸盒内侧涂少许甘油；然后将约 3mm 厚的石蜡溶液倒入纸盒内，稍凝固后将面块放入纸盒中，倒入预先置入 60℃ 恒温箱中石蜡至浸没面块并高出 3mm 左右为止，用预热的针将面块位置拨正，待石蜡表面凝固将纸盒倾斜慢慢浸没于水中，使石蜡冷却；7)修理：将蜡块从纸盒中取出，用刀片小心切成 0.7cm³ 左右的小蜡块，每面均不可露出面块；8)切片：将蜡块固定在手摇式切片机金属柄上切成 15 μm 厚的蜡带；9)展片：涂一层鸡蛋清与甘油体积比为 1:1 的蛋白-甘油于干净的载玻片上，待稍干后滴一滴蒸馏水，将蜡片均匀的放于其上；然后将载玻片置于 40℃ 恒温箱中过夜烤干；10)脱蜡：将载玻片放在二甲苯溶液中浸泡约 15min，待蜡脱尽为止；11)复水：将玻片依次浸入二甲苯-酒精混合溶液(体积比为 1:1)及体积分数

100%、90%、70%、30% 的酒精溶液、蒸馏水中各 1~2min；12)染色：先用 0.1% 亮绿水溶液染色 1min，用蒸馏水冲洗后再用稀释 10 倍的 Lugol 氏碘液(0.33g/100mL 的 I₂，0.67g/100mL 的 KI)染色 1min^[11-12]；13)脱水：将染色片用 70% 的酒精溶液、无水酒精各冲洗 2~3s；14)透明：将玻片浸入二甲苯-酒精混合溶液(体积比为 1:1)中约 2s，然后浸入二甲苯溶液 30s；15)封藏：在载玻片样品边上加一小滴树脂(环氧树脂-650 聚酰胺树脂缓冲液(体积比 1.0:0.6)-二甲苯溶液(体积比 1:1)，马上用盖玻片从一边慢慢地压下，抚平，用滤纸吸去多余的树脂二甲苯溶液，放入 40℃ 干燥箱中干燥 24h；16)将切片放于光学显微镜下于合适的放大倍数观察面团的结构，待调好焦距后用数码相机对准显微镜的目镜，调到相机里的图片清晰后按下快门。

2 结果与分析

2.1 油脂对面粉粉质参数的影响

面团的形成时间、面团稳定时间和面团的粉质指数与粉质特性成正相关，即这 3 个指标的值越大其粉质性能越好；弱化度越低粉质特性越好。添加油脂对面粉粉质特性的影响结果见表 1。

表 1 油脂对面粉粉质特性的影响
Table 1 Effect of palm stearin on farinograph parameters

粉质特性	空白 对照组	油脂添加量/%				
		2	4	6	8	10
吸水率/%	64.8	62.9	62.2	61.5	61	60.4
形成时间/min	2.7	3.1	3.2	4.0	3.7	3.8
稳定时间/min	2.3	3.9	3.9	4.3	4.4	4.6
弱化度/FU	124	77	76	75	72	72
粉质指数	39	66	68	72	74	73

由表 1 可知，与对照组相比，添加油脂使面粉吸水率降低，并且随着添加量的增加吸水率逐渐降低，其原因可能是加入油脂后，油脂在面团形成过程中油脂中的一部分固体脂晶粒吸附在面筋蛋白上，而另一部分形成一层薄膜包裹住了部分淀粉颗粒，使面团吸水能力下降。从而使面团吸水率下降。加入量越大参与吸附和包裹的油脂就越多，因此面团的吸水率随着油脂添加量的增加而降低。

面团形成时间与小麦面筋含量有关系，一般是面筋含量越高，面筋筋力越强，面团的形成时间越长。面粉中的参与面筋形成网络的脂类有两种结合力，一是急性脂类分子的疏水键与麦谷蛋白结合；二是非极性脂类分子通过氢键与醇溶蛋白分子结合，发酵面制品所需的网络结构正是通过这两种结合力形成的。油脂加入到

面粉中,增强了面粉中的蛋白与脂类的结合,使面筋的筋力增强了,从而增加了面团的形成时间。

稳定时间反映了面团的耐搅性和面筋筋力的强弱,一定范围内面团的稳定时间越长,面筋筋力越强,在面团发酵过程中的持气能力就越强,此时做出来的馒头的体积就会比较大,也同时增大了馒头的比容^[13]。

弱化度反映了面团在搅拌后面筋变弱的程度,弱化度越大,面筋越易变弱,面团容易变软发黏,加工出来的面制品的品质也不好。由表1可知,面团的弱化度随油脂的加入而降低,可能是因为油脂的加入使脂类与面筋蛋白的结合能力增强,在面团搅拌过程中面筋的破坏能力降低,因此降低了面团的弱化度。

总之,随着油脂添加量的增加,面团的形成时间、稳定时间和粉质指数均逐渐增加,直到添加量为6%时,继续添加油脂这些指标增加缓慢或略有下降。因此,所以选择添加量为6%为最佳添加量。

2.2 油脂对面团拉伸参数的影响

拉伸曲线反映的是面团形成后的流变学特性,主要有拉伸面积、延伸度和拉伸指数等指标。在一定范围内,这3个指标数值越大,面团的抗拉伸性能就越好。添加油脂对面粉拉伸特性的影响结果见表2。

表2 油脂对面粉拉伸指数的影响
Table 2 Effect of palm stearin on extension index

拉伸指数	空白 对照组	油脂添加量/%				
		2	4	6	8	10
拉伸面积/mm ²	58	59	60	61	62	61
延伸度	212	197	200	197	190	191
拉伸阻力/mm	166	210	217	248	230	218
最大拉伸阻力/mm	189	231	252	289	268	255
拉伸比	0.8	1.1	1.1	1.3	1.2	1.1
最大拉伸比	0.9	1.2	1.3	1.5	1.4	1.3

注:面团醒发时间为45min。

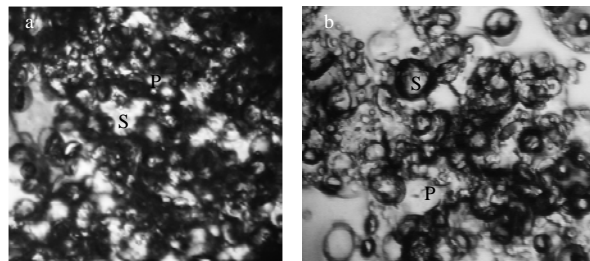
拉伸面积表示面团从拉伸到断裂所需的总能量,一般拉伸面积与面团的筋力成正相关。面团的延伸度反映了面团的可塑性,与面团的成型、发酵过程中面团持气性、以及馒头体积增大有关。面团延伸度大说明面团的筋力弱,容易拉伸发生流变;延伸度小说明面团筋力强不易拉伸流变。拉伸阻力反映了面团的强度和筋力,一般来说面团阻力大,筋力也大,阻力小筋力也小。拉伸阻力也与面团持气能力有关,只有面团有一定的阻力才能保留气体。如果拉伸阻力过低面团中包裹的气体容易冲出气泡形成大气泡或者由面团表面逃出。拉伸比反映了面团的机械特性,是衡量拉伸阻力与延伸度平衡的一个指标。因此拉伸比过大面团中保持气体能力会过强,导致面团发起能力差。

由表2可知,随着油脂加入量的增加,使面粉拉

伸面积增加,面团延伸度略有降低,拉伸阻力增加,拉伸比增加。这可能由于部分脂类与面筋形成脂-蛋白络合物,使面团筋力提高了,还可能是因为油脂的加入提高了面团的持气能力,部分液体脂类在面团搅拌过程中均匀的流动到面团中,同时也包裹住了部分搅入的气泡,增加面团的持气性,进而增大了拉伸面积、降低了面团延伸度、增加了拉伸阻力、增加了拉伸比。

总之,随着油脂添加量的增加面团的拉伸面积、拉伸阻力和拉伸比均逐渐增加,直到添加量为6%时,继续添加油脂这些指标增加缓慢或略有下降。因此,选择油脂添加量为6%油。

2.3 油脂对面团微结构的影响



S.淀粉; P.蛋白质; a.未添加油脂; b.添加6%油脂。

图1 未添加油脂与添加6%油脂面团的显微镜结构

Fig.1 Microscope structure of dough with and without 6% palm stearin

图1中被Lugol氏碘液染成了深蓝色颗粒是淀粉颗粒,颗粒形状较大;淀粉周围的绿色为蛋白质分子,即图中的小颗粒^[14]。图1b与图1a相比,没有加油的面团,蛋白质基本上均匀的分布在淀粉颗粒之间,而且这种情况在和面过程中始终没有发生明显的变化。而添加6%的油脂的面团经搅拌成型后,被亮绿染成绿色的小颗粒形状蛋白质增多了,面团面筋网络结构更加清晰,这说明油脂有利于面筋网络的形成,从而增加面团的稳定时间、形成时间、拉伸面积和拉伸阻力等,改善了面团的流变学特性,提高了面粉的品质;添加油脂的面团淀粉颗粒表面更加光滑,因为油脂均匀的分布在淀粉颗粒之间,降低了淀粉颗粒的摩擦,降低了储能模量,有利于面团的延伸,增加面制品的体积^[15]。

另外,图1b与图1a相比,淀粉颗粒和蛋白质颗粒明显变大呈乳状,分析这种乳状可能是因为油脂与面粉中的脂类结合形成一层乳浊液,乳化了的油脂能被面筋吸收,形成脂-淀粉、脂-蛋白结合体。在馒头蒸煮过程中这种结合体能受热膨胀膨松成泡沫状,使馒头中心形成疏松体,增大了馒头的体积;同时,也保持了馒头内的水分使馒头松软,起到保鲜作用,硬度也相应的减小。

3 结 论

油脂的加入降低了面团的吸水率,增加了面团的形成时间、稳定时间和粉质指数,降低了面团的弱化度;油脂加入到面粉中提高了面团的拉伸面积、拉伸阻力和拉伸比,降低了面团的延伸度。添加面粉质量 6% 的油脂能较好的改善面粉的粉质特性和拉伸特性。

另外, Moore 等^[16]发现面团的延伸能力对气体的保留能力影响很大,面团易于延伸可能阻止气体放出,因此,油脂的加入能够均衡的分布在面团结构及淀粉颗粒表面,使淀粉表面更加光滑,有利于面团的延伸性增加,从而提高持气能力。

参考文献:

- [1] 刘长虹. 蒸制面食生产技术[M]. 北京: 化学化工出版社, 2005.
- [2] 李里特, 江正强. 焙烤食品工艺学[M]. 2 版. 北京: 中国轻工业出版社, 2010: 31-43.
- [3] ARBELBIDE M, BERNARDO R. Mixed-model QTL mapping for kernel hardness and dough strength in bread wheat[J]. Theor Appl Genet, 2006, 112(5): 885-890.
- [4] 吕军仓. 面团流变学及其在面制品中的应用[J]. 粮油加工与食品机械, 2006(6): 66-68.
- [5] 沈忱, 蒋予箭, 林家莲. 油脂对面团物理特性的影响[J]. 食品与机械, 2007, 23(3): 45-47.
- [6] GB/T 14614—2006 小麦粉面团的物理特性吸水量和流变学特性的测定 粉质仪法[S].
- [7] GB/T 14615—2006 小麦粉面团的物理特性流变学特性的测定 拉伸仪法[S].
- [8] 刘长虹, 宋宏光, 刘玉兵. 贮存过程中馒头微观结构的初步研究[J]. 粮油加工, 2005(9): 77-78.
- [9] 杨艳, 王成忠, 于功明. 海藻酸钠对燕麦面团微观结构及面条品质的影响[J]. 粮食与油脂, 2009(11): 46-48.
- [10] 郑国锷. 生物显微技术[M]. 北京: 人民教育出版社, 1982.
- [11] SALMENKALIO-MARTILA M, KATINA K, AUTIO K. Effects of bran fermentation on quality and microstructure of high-fiber wheat bread[J]. Cereal Chem, 2001, 78(4): 429-435.
- [12] HUG-ITEN S, ESCHER F, CONDE-PETIT B. Structural properties of starch in bread and bread model systems: influence of an antistaling α -amylase[J]. Cereal Chem, 1993, 78(4): 421-428.
- [13] 李宁波, 王晓曦. 面团流变学特性及其在食品加工中的应用[J]. 食品科技, 2008(8): 35-38.
- [14] SADOWSKA J, BŁASZCZAK W, FORNAL J. Changes of wheat dough and bread quality and structure as a result of germinated pea flour addition[J]. Eur Food Res Technol, 2003, 216(1): 46-50.
- [15] WATANABE A, LAESSON H, ELIASSON A C. Effect of physical state of nonpolar lipids on rheology and microstructure of gluten-starch wheat flour doughs[J]. Cereal Chem, 2002, 79(2): 203-209.
- [16] MOORE W R, HOSENEY R C. Influence of shortening and surfactants on retention of carbon dioxide in bread dough[J]. Cereal Chem, 1986, 63: 67-70.