

一种多功能的膳食纤维添加剂

郑建仙 丁霄霖

(华南理工大学) (无锡轻工业学院)

摘要 由豆渣经特殊湿热处理加工而得的多功能纤维添加剂含有 67.98% 膳食纤维和 19.57% 蛋白质, 是一种良好的蛋白-纤维添加剂。它对面团特性和焙烤品质的影响同时存在“改良”与“恶化”两种对立的趋势, 综合影响取决于两种趋势的相对强弱及面团本身的品质。较小添加量的多功能纤维添加剂可望在提高中或低筋力面粉品质上发挥作用。

关键词 多功能纤维添加剂; 面团特性; 焙烤品质; 改良

0 前言

通常的食用纤维添加剂加入面粉中, 由于稀释了蛋白含量弱化了面筋网络结构从而恶化面团流变学特性, 继而影响焙烤品质。因此, 随着纤维添加的同时尚需补充些活性面筋粉, 以弥补可能出现的面团特性与焙烤品质的恶化情况。

但是, 对于经过特殊湿热处理的活性大豆纤维来说, 情况有所不同。由于该纤维粉中含有 2%~10% 的水溶性果胶类物质和 13%~18% 的水不溶性戊聚糖(阿拉伯木聚糖)^[1], 它们均是已知的面团品质改良剂, 这就使得活性纤维粉对面团特性和焙烤品质的影响变得复杂起来。本文要报道的是一种非常实用而又非常有效的多功能纤维添加剂(Multi-functional Fibre Additive, 简称 MFA)。

1 材料与方法

1.1 仪器与设备

粉质仪(810104)、拉伸仪(DM90-40)、求积仪(HAFF317)、面筋测定仪(2100) 德国 Brabender 公司生产。

面包体积测定仪、面机(Hobart-120)、转动电烤箱(Partlow) 美国 National Mfy 公司生产。

收稿日期: 1994-07-05

面条切片机(Safety-Sucer) 美国 Oliver Machinery 公司生产。

流变仪(NRM-3002D) 日本不动产工业株式会社生产。

面条烘干机 上海产 30A 型调温调湿箱仪改装而成。

1.2 面团流变学特性分析

粉质曲析,按 AACC 54-21 进行;拉伸曲线,按 AACC 54-10 方法进行^[2]。

1.3 焙烤试验

面包基础配方 面粉(14%水分)100g,干酵母 1.5g,盐 2g,糖 5g,猪油 2g,水依面团吸水率而定。添加纤维时,分别以 0~15%的 MFA 置换等量的面粉。随着 MFA 的添加,加水量根据其吸水率作适当的调整。

面包生产工艺 在 Hobart 和面机内将原料慢速和面 1min 再中速和面 3min。之后在 30℃,相对湿度 75%的环境中发酵 90min。分割切坯后在 30℃,75%湿度条件下醒发 30min 以使面团充分松弛,整形入模后在 40℃,85%~90%湿度环境中终醒 70min。最后在 230℃下烘烤 10min,自然冷却后即是。添加 MFA 的试样,每增加 3%MFA 和面时间延长 1min。其余工艺参数基本相同。

1.4 面条试验

面条制作工艺 称取一定量的面粉,倒入 Brabender 粉质仪的小和面机内,加入定量水,和面 10min,静止熟化 10min 后再慢速和面 5min。取出经两道压延切割成型,置于烘干机烘干即成。之后以 0~6%的 MFA 置换等量的面粉依上法制作,加水量适当增加,和面时间也作适当调整。

面条的强度,包括湿或干面条的抗拉断、抗挤压成弯曲强度,是在日本不动产株式会社 NRM-3002D 型流变仪上测定^[3]。

面条的烹煮品质,依烹煮重量和烹煮损失评定,测定方法见文献[3]。

1.5 饼干试验

基础配方 面粉 100g,盐 2g,糖 15g,起酥油 10g,大豆磷脂 2g,NaHCO₃ 0.5g,NH₄CO₃ 0.5g,水适量。分别以 0~20%的 MFA 置换等量的面粉制作纤维饼干,随着 MFA 的添加膨化剂的用量适当增加,最终增至 1.5%。

制作工艺 所有面粉倒入 Hobart 和面机内,慢速和面 3min 后中速和面 2min。静止熟化 10min 后经饼干机冲印成型,置于 260℃烤炉中烘烤 3.5min。取出自然冷却即是。添加 MFA 时,和面时间适当延长 1~2min,加水量也适当增加,其余同上。

2 结果与讨论

2.1 MFA 的制备及成分分析

MFA 是以不剥皮大豆磨制的鲜豆渣为原料,经特殊湿热处理、脱腥、干燥和粉碎而成,外观呈乳白色,粒度相似于面粉,这种纤维粉包含有豆皮成分。

MFA 的常规化学成分分析结果如表 1 所示,其主要成分是蛋白质与膳食纤维,它的总膳食纤维干基含量(67.98%)要比西方国家最常用的小麦麸皮纤维(干基含量为 47.09%)高出很多,且还含有 19.57%(干基)的优质植物蛋白,将之添加到食品中既有利于提高膳食纤维含量又有利于提高优质植物蛋白含量。所以,更确切地说应称为“蛋白-纤维粉”。表 2 为

其氨基酸自动分析结果。

表 1 两种食用纤维粉的常规化学成分 (%)

试样	水分	灰分	脂肪	蛋白质	总膳食纤维
MFA	10.02	3.5	7.7	17.61	61.17
麸皮纤维粉	12.31	5.9	/	16.74	41.30

表 2 MFA 的氨基酸自动分析结果 (%)

氨基酸	Asp	Thr	Ser	Glu	Gly	Ala	Cys	Val	Met
含量	9.98	4.58	5.46	14.66	5.82	4.46	0.66	5.54	1.46
氨基酸	Ile	Leu	Tyr	Phe	Lys	His	Ary	HPr	Pro
含量	4.08	8.5	2.40	5.12	5.42	3.02	5.04	2.04	4.82

取 1g 有代表性的 MFA 及供对照用的小麦麸皮纤维粉放入量筒中,加入 20℃ 的水使总体积达到 20ml,分别过 0.5,1,2,12 和 24h 观察量筒中物料的毫升数,结果如表 3 所示。MFA 的膨胀力要比麸皮纤维的膨胀力大。

膳食纤维的持水力是这样测定的:分别用 20℃ 的水饱和纤维粉 1h,将之放在滤纸上滤干,把保留在滤纸上结合了水的纤维转移到一表面皿中称量,测出膳食纤维的水结合力,结果如表 4 所示。由于 MFA 的总膳食纤维含量要比麸皮纤维来得大,故其持水力明显较大。

表 3 两种食用纤维粉的膨胀能力 (ml)

试样	0.5h	1h	2h	12h	24h
MFA	6.5	7	7	7	7
麸皮纤维粉	4	4	4	4	4

表 4 两种食用纤维粉的持水能力

试样	最初重量(g)	称样重量(g)	水重量(g)	比值
MFA	4	32	28	7:1
麸皮纤维粉	4	20	16	4:1

2.2 MFA 对面团流变学特性的影响

面团流变学特性包括粉质特性与拉伸特性,MFA 对粉质特性的影响情况如表 5 所示。添加了 MFA,面团吸水率增大,形成时间延长、稳定时间显著延长、衰落值减小、综合指标“评价值”逐渐增大。相比于面包专用粉、富强粉与上白粉三种不同筋力的面粉,MFA 对筋力相对较低的富强粉与上白粉的改良效果较对高筋力面包粉的效果来得明显。随着 MFA 添加量的增大,粉质曲线稳定性、评价值等指标的改良效果越明显,但也带来“终稠度”下降这一负影响。

表 5 MFA 对面团粉质曲线特性的影响

面粉	添加量 (%)	吸水率 (%)	面团形成时间(min)	面团稳定时间(min)	衰落值 (Bu)	终稠度 (Bu)	评价值
面包专用粉	0	61.4	5	7	70	45	60
	2	65	6	10	50	45	61
	3	66.8	6	10	45	45	62
	4	69.1	6.5	10.5	40	45	62
	6	73	7	14	30	45	65
	8	77	8	14.5	30	40	69

续表 5

面粉	添加量 (%)	吸水率 (%)	面团形成时间 (min)	面团稳定时间 (min)	衰落值 (Bu)	终稠度 (Bu)	评价值
富强粉	0	63.6	2.2	2	120	35	38
	2	67	2.7	3	110	35	45
	3	68.9	2.7	3	90	30	46
	4	70.5	3	3.5	85	30	47
	6	72.8	3	4.5	85	25	49
	9	76.2	4.5	5	80	20	55
上白粉	12	78.8	5	12	20	20	66
	0	63.4	2.2	2	140	25	38
	3	68	2.7	3.8	80	25	48
	6	73.4	3.5	4.5	80	25	52
	9	77.2	5	4.8	70	20	56
	12	78.8	6	10	30	30	64

* 湿面筋 36%

评价面团拉伸曲线的特性有四个指标:粉力、抗拉阻力、延伸性与拉力比数,在一定范围内这4个参数的数值越大则表明面团的拉伸特性越好。从表6的结果可知,添加MFA所引起面团拉伸特性的变化总趋势是:(1)抗拉阻力和拉力比数增大,说明强化了面团筋力;(2)粉力与延伸特性变小,这又说明是恶化了面团特性。因此,MFA对面团拉伸特性的影响存在双重性,综合效果取决于两种对立的变化程度的相对强弱,同时还与面粉的筋力有关。

表6 MFA对面团拉伸曲线特性的影响

面粉	添加量 (%)	保温 45 min				保温 90 min				保温 135 min			
		粉力 (cm ²)	抗拉阻力 (Bu)	延伸性 (cm)	拉力比数	粉力 (cm ²)	抗拉阻力 (Bu)	延伸性 (cm)	拉力比数	粉力 (cm ²)	抗拉阻力 (Bu)	延伸性 (cm)	拉力比数
面包专用粉	0	190	380	22.5	16.9	192	400	22	18.2	193	410	21.5	19.1
	2	146	360	19.6	18.4	176	410	20.3	20.2	156	420	18.2	23.1
	3	132	390	18.8	20.8	165	425	18	23.6	167	460	18	25.6
	4	120	375	17.2	21.8	126	445	16.2	27.5	164	530	17	31.2
	6	106	370	15.8	23.4	124	520	14.6	35.6	128	540	13.8	39.1
	8	100	400	15.2	26.3	113	520	13.5	38.6	126	680	12.5	54.4
富强粉	0	62	240	15.8	15.2	73	280	15.2	18.4	78	330	14	23.6
	3	60	290	14.7	19.7	75	360	14.5	24.8	80	450	13.7	32.9
	6	60	325	14.2	22.9	78	455	13	35	81	550	12	45.8
	9	60	380	12.5	30.8	74	515	12.2	41.2	75	580	11	52.7
	12	53	360	11.2	32.2	57	510	10	51	56	560	8.5	65.9
面包专用粉	0	60	240	15.3	15.7	72	290	15.2	19.1	75	330	14.5	22.8
	3	60	265	13	20.4	78	350	12.6	27.8	85	390	12.2	32
	6	53	300	11.5	26.1	69	410	11	27.3	78	500	10.5	47.6
	12	48	410	7.8	52.6	62	530	7.3	72.6	64	620	6.5	95.4

对于面包粉面团来说,即使是添加2%~3%的MFA也会造成粉力的严重下降,这时虽有拉力比数与抗阻力两个指标局部增加而产生对拉伸曲线的改良效果,但也难以弥补由于粉力和延伸性下降所造成的恶化影响。总的来说,MFA的添加还是恶化了面包粉力面团的拉伸特性。

对于本身筋力相对较弱的富强粉与上白粉来说,情况有所不同。在少量添加范围内(3%),粉力并没有显著下降而是基本保持不变,这时由于抗阻力与拉力比数的增大所产生的改良效果,有可能使综合影响是正效果。但随添加量的增大,粉力下降与延伸性减小越明显,此时的综合影响很可能是负影响。

综观三种面团的粉质与拉伸试验,表明MFA对面团流变学特性的影响具有双重性,即同时出现“改良”与“恶化”两种对立的结果。究竟其综合影响最终是“改良”还是“恶化”,这要看同时存在的两种趋势何种占上风,同时还与面团本身的品质有关。

就面包粉来说,面粉本身的筋力较强,由于MFA的添加而引起粉质特性改良程度不明显但引起拉伸特性(特别是粉力与延伸性)的恶化程度却比较严重,这样综合效果只能是恶化作用,且添加量越大恶化程度越严重。对富强粉和上白粉来说,面粉本身的筋力较弱;在一定添加范围内由MFA所引起粉质特性的改良效果非常明显,此时拉伸特性综合影响也是改良作用,最终结果当然是改善了面团特性;但随MFA添加量的增大,虽然面团粉质特性的改良效果更加显著,但同时面团拉伸特性的恶化程度也越加严重,最终结果很可能是负影响。

2.3 MFA对面包烘烤品质的影响

为避免其它因素的干扰,本试验力求最简单的配方。表7为MFA对面包烘烤品质的影响结果。

表7 MFA对面包烘烤品质的影响

面粉	添加量 (%)	湿面筋含量 (%*)	吸水率 (%)	面包体积 (cm ³)	比容 (cm ³ /g)	总评价
面包专用粉	0	36	61.4	750	5.0	好
	2	35.3	65.1	740	4.9	好
	3	34.9	66.8	730	4.9	好
	6	33.8	73	735	4.8	好
	9	22.8	78.5	700	4.7	较好
	12	31.7	83.5	640	4.2	较好
富强粉	15	30.6	89	580	3.8	差
	0	30	63.6	500	3.35	好
	2	29.4	67	525	3.38	好
	3	29.1	68.9	550	3.60	好
	4	28.8	70.5	500	3.32	较好
	6	28.2	72.8	475	3.24	较好
	9	27.3	76.2	350	2.35	差

注:* 除了原面粉外,其余的均为计算值

对以富强粉为原料粉制作的面包,添加少量的MFA能增加产品的体积,如添加3%能

使面包比容增大7.5%，这结果与上述面团试验结果完全一致。但当添加量超过4%时面包比容开始下降，至6%下降了3.3%，至9%时下降了30%。因此，在不考虑使用其它品质改良剂情况下，MFA在以富强粉为原料面包生产中其最大添加量不宜超过6%。

对面包粉来说，前面分析表明添加MFA很可能会造成负影响，焙烤结果证实了这一点。即是少量的添加(3%)也不能增大产品体积，而且随着添加量的增大产品体积逐渐减小。在6%范围内面包比容变化不大，但至9%时比容开始明显减小。因此，MFA的最大添加量以12%为限。

为了不使面包体积因MFA的大量添加而大幅度下降，可适当添加品质改良剂。由于纤维的添加稀释了面团的面筋含量，添加活性面筋粉成了提高纤维面包体积最直观的方法，此外还可选用一些氧化剂与乳化剂等。以12%MFA和88%面包粉组成的混合粉为基础，添加2%、3%和5%的面筋粉能使面包体积由原来的640cm³分别提高到670、690和735cm³，即添加5%面筋粉能使高纤维面包体积恢复到原来未添加纤维时的体积。然而，添加一种复合品质改良剂KS(由两种成分组成)，也能起到类似的效果。这样由于面筋粉成本较高，所以可不加或少加。

2.4 MFA对面条烹煮品质的影响

上述面团与焙烤试验均表明，少量的MFA对中等筋力或低筋力面粉有良好的强化作用，这里以面条试验予以进一步证实。

MFA对面条强度的影响如表8所示，添加MFA后湿面条的抗拉断应力增大，干面条的抗挤压与抗弯曲应力均增大。增大幅度以3%以内的添加量最明显，超过3%时增加幅度明显减小。与拉伸试验结果相同，在面条强度增大的同时，面条的延伸性变差，面条发脆。

表8 MFA对面条强度的影响

面粉	添加量 (%)	湿面条			干面条			折断指数* cm
		水分 (%)	抗拉断应力 (10 ³ N/m ²)	延伸性 (cm)	水分 (%)	抗挤压应力 (10 ³ N/m ²)	抗弯曲应力 (10 ³ N/m ²)	
富强粉	0	32.1	52.4	16.4	13.2	40.2	20.4	5.8
	2	32.0	59.7	15.8	13.2	50.2	24.2	6.2
	3	32.1	66.8	15.4	13.1	54.3	25.8	6.8
	4	31.9	68.3	15.1	13.3	55.7	26.4	6.7
	6	31.7	71.3	14.3	13.3	57.4	26.9	6.7
上白粉	0	32.2	51.3	16.3	13.3	37.3	18.7	5.3
	2	32.1	59.6	15.7	13.2	48.1	23.4	5.8
	3	32.3	67.2	15.5	13.3	51.8	24.8	6.2
	4	31.9	68.4	14.9	13.1	52.9	25.3	6.2
	6	31.8	71.3	14.1	13.1	54.8	25.9	6.0

注：* 折断指数以弥高表示，测定方法是，从样品中取出10根分别单独地放在有刻度的平板上，用手捏住两端，向上缓缓弯曲成弧形，直至弯断为止。

从表9的烹煮试验结果看，添加MFA会使面条烹煮损失减少，表明烹煮品质得以改善。但由于纤维强烈的持水性，使得面条烹煮重量也有所增加，这在3%添加范围内表现不明显。

表9 MFA 对面条烹煮品质的影响

面粉	添加量 (%)	烹煮 10 min		烹煮 20 min		总体评价
		烹煮重量 (g/10g)	烹煮损失 (%)	烹煮重量 (g/10g)	烹煮损失 (%)	
富强粉	0	24.5	10.3	32.4	14.2	好
	3	25.0	9.8	32.9	13.6	很好
	6	25.6	9.1	34.1	13.1	较好
上白粉	0	24.9	10.2	33.2	14.8	好
	3	25.4	9.8	34.1	14.2	很好
	6	26	9.2	35.7	13.8	较好

2.5 MFA 对饼干品质的影响

由于饼干原料用粉对面筋数量与质量的要求很低,故 MFA 可按较大数量地添加在饼干(包括酥性与韧性饼干)生产上,在 0~20% 添加范围内未发现任何工艺操作困难,产品质量也不受影响。唯一变化的是,因纤维的持水性大故在配料时应多加些水,且和面时间也应适当延长。

在实际生产的纤维饼干时,可用低能量的或具有某种生理功能的甜味剂代替蔗糖,这样就可更大程度地发挥膳食纤维的生理功能。可选用的低能量甜味剂包括纯结晶果糖,二肽甜味剂和三氯蔗糖等^[4],可选用的功能性甜味剂包括寡糖(如大豆低聚糖和蔗果三糖等)和多元糖醇(如乳糖醇与木糖醇等)两大类^[5]。另外,最好用功能性油脂或油脂替代品代替通常配料中的脂肪成分^[5]。因为从营养学角度出发,高纤维食品最好同时是低脂肪、低胆固醇与低能量食品,这方面在选择配料时应予以充分考虑。这样,所得产品就具十分明显的生理功能,可作为糖尿病人或老年人专用的功能性食品加以推广。对于纤维面包来说,这方面的情况完全一样。

2.6 对 MFA 影响面团特性、焙烤与面条品质的原因解释

蛋白质是面粉最重要的成分之一,蛋白水化形成的面筋是面团的框架结构,它对面包体积、质构及面条强度、烹煮品质等起决定性作用。任何能引起面包体积变化、面条品质变化的成分,必定与小麦面筋存在某种联系。

通常认为,一切能助于加强面筋网络结构的成分均可改良面团特性,而一切能破坏或冲散面筋网络的成分均会恶化面团品质。将 MFA 这种“异物”添入面粉中,由之引起的第一种影响便是稀释了面粉蛋白含量、减少了面团中能形成网络结构的面筋含量,这当然只能恶化面团流变特性与焙烤品质,特别是添加量较大时恶化程度尤为明显。此时,如果添加物中还含有能明显有助于加强面筋网络结构的成分,就有可能抵消或掩盖由于面筋稀释而产生的恶化作用,使得综合结果表现出改良作用。MFA 正是属于这类添加物。

化学分析表明,MFA 中含有阿拉伯半乳聚糖、阿拉伯聚糖、酸性果胶类物质及半乳糖甘露聚糖等,这些组分均属于凝胶体^[1]。它们由于主链间的氢键等非共价作用力能形成具有一定粘弹性的一种连续的三维凝胶网络结构,当它们添到面粉中去这种凝胶网络结构起着类似面筋网络结构的功能,因此能改良面团特性。世界上有一种无面筋面包,这种面团的组织结构实质上就是靠凝胶体网络结构及表面活性剂来维持。

MFA 还含有半纤维素阿拉伯木聚糖^[1],这是一种不溶性戊聚糖,也是已知的面团品质改良剂。戊聚糖改良面团特性的原因在于它通过酚酸(阿魏酸)的活性双键与面粉蛋白质结合成更大分子的网络结构^[6],从而强化面团,所以改善焙烤特性与面条品质。

在添加量较小时,MFA 中所含的凝胶体与戊聚糖对面团改良作用能掩盖甚至超过由于面筋稀释所带来的恶化作用,此时 MFA 对面团特性、焙烤与面条品质呈改良作用。当添加量较大时,由于面筋被过分稀释,凝胶体与戊聚糖的改良作用无法敌过稀释面筋的恶化作用,综合效果就是负影响。

3 结 论

通过上面的试验与分析,我们可以得出以下结论:

1) MFA 的总膳食纤维干基含量为 67.98%,比常用的麸皮纤维粉的纤维含量高很多,同时还含有 19.57%的优质植物蛋白,因此可称为蛋白纤维添加剂。MFA 的持水力与膨胀力也较麸皮纤维来得大,对防治便秘与预防结肠癌的发生可能更有利。

2) MFA 对面团流变学特性的影响同时存在“改良”与“恶化”两种对立的趋势,综合效果取决于两种趋势的相对强弱及面团本身的性质。对高筋力富强粉与上白粉的综合影响在添加量较小时呈现出较明显的改良效果,但随添加量增大“影响”朝恶化方向发展。在面包、面条中添加 MFA 所产生的影响情况与之相似,较小添加量的 MFA 可望在提高中或低筋力面粉品质上发挥作用。

3) MFA 是一种多功能纤维添加剂,它的多功能特性体现在:含有 19.57%的蛋白质,添入食品中可同时提高膳食纤维与蛋白含量;较小添加量的 MFA 对中或低筋力面粉来说是一种很实用的品质改良剂。

参 考 文 献

- 1 郑建仙. 活性多糖化学与工艺学的研究:[博士论文]. 江苏:无锡轻工业学院食工系, 1987
- 2 商业部谷化所译. 美国谷物化学家协会审批方法(第8版). 1987
- 3 郑建仙等. 中国粮油学报, 1992.(1~2)
- 4 郑建仙等. 甜菜糖业, 1990.(5)
- 5 郑建仙等. 谷物食品加工工艺学. 轻工业出版社, 1994
- 6 Hosney R C, et al. Cereal. 1981,58:421

A Multi-funtional Additive of Dietary Fibre

Zheng Jianxian

Ding Xiaolin

(South China Univ. of Technology) (Wuxi Inst. of Light Ind.)

Abstract Multi-functional fibre additive (MFA) produced from soybean residue after special thermal treatment contained 67.98% (db.) of total dietary fibre and 19.57% of protein, so it is a good protein-fibre additive. Dough rheological and baking properties were affected by MFA with two sharply contrasting trends of "improving" and "weakening". The composite effect depended on the relative strength of the above trends and dough properties itself. Adding small amount of MFA would improve the properties of flour with middle or weak gluten network.

Key-words Multi-functional fibre additive (MFA); Dough rheological property; Baking property; Improvement