

豌豆苗膳食纤维的添加对面团和面包物性的影响

明建, 宋欢, 赵国华*

(西南大学食品科学学院, 重庆 400716)

摘要: 将粗提取的豌豆苗膳食纤维添加到面粉中制作面团, 结果发现, 随添加量的不断增大, 面团的黏度逐渐增大, 回复性有所降低。但弹性和咀嚼性无明显变化。添加豌豆苗膳食纤维对面包的体积膨胀有抑制作用, 同时使面包皮的硬度和脆性降低, 面包心的硬度在一定加入量范围内也降低。贮藏实验表明, 添加豌豆苗膳食纤维(<15%)对防止面包的老化有积极意义。该研究为今后膳食纤维在面制品中的强化应用提供了实验依据。

关键词: 豌豆苗; 膳食纤维; 面团; 面包; 物性

Effects of Addition of Pea Sprouts Fiber on Dough Texture and Bread Quality

MING Jian, SONG Huan, ZHAO Guo-hua*

(College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400716, China)

Abstract: Pea sprouts fiber was added in to flour to make dough. The effects of its addition on dough texture and bread quality were investigated in this study. With the increase of the fiber added into flour, the viscosity of the dough increases gradually, but the resilience decreases, and no significant changes are observed on its springiness and chewiness. The addition of the fiber brings into negative effect on bread volume expansion, and decreases hardness and fracturability of bread crust. A slight decrease in hardness of bread crumb is observed as fiber addition amount in a certain range. A significant prevention of bread aging is achieved by adding the fiber. A experimental basis for enrichment of dietary fiber into bread product was built in this study.

Key words: pea sprouts; dietary fiber; dough; bread; texture profile analysis

中图分类号: TS213.21

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2008)10-0067-04

膳食纤维是能抗人体小肠消化吸收的, 而在人体大肠能部分或全部发酵的可食用的植物成分、碳水化合物以及其相似物质的总和, 包括多糖、寡糖、木质素以及相关植物物质等。虽然膳食纤维不为人体提供能量, 但其生理功能对人体有着重要的作用, 研究已证明膳食纤维对许多慢性疾病(如糖尿病、冠心病、癌症等)有很大的预防作用, 如图1所示。

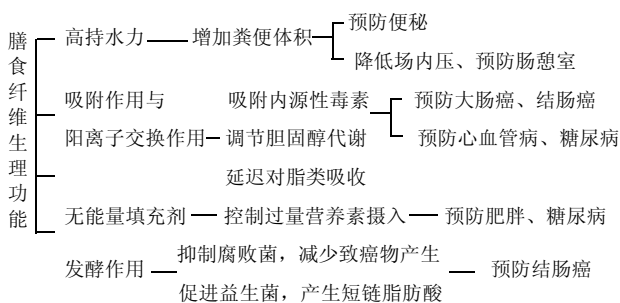


图1 膳食纤维生理功能及其对疾病的预防作用

Fig.1 Physiological and precautionary function of dietary fiber

近年来, 由于饮食结构的改变, 世界许多国家的居民已经出现了膳食纤维摄入不足的现象, 膳食纤维强化成为当今重要的研究课题。目前已有许多在食品中强化膳食纤维的报道^[1-5], 其中面包是膳食纤维强化的很好载体, 许多学者对此进行了研究^[6-9]。大多研究显示, 膳食纤维的添加会对面团发酵特性和面包的品质产生负面影响^[10-13], 其主要问题是体积与质地的劣变, 但也有部分研究表明, 适量的添加某些膳食纤维可提高面包的综合评分^[14]。

豌豆苗又名寒豆苗、豆苗, 为一年生豆科植物豌豆的嫩苗, 在我国各地普遍栽培, 其味清香, 营养丰富, 含钙质、多种人体必需氨基酸和较多膳食纤维, 有止泻和助消化的作用, 受到大多数人的青睐, 是一种优质的膳食纤维来源。

本实验的目的是研究豌豆苗膳食纤维(WDF)的添加对面团和面包物性的影响, 同时也对面包的感官和贮藏

收稿日期: 2007-11-27

基金项目: 重庆市自然科学基金项目(CSTC2006BB1320)

作者简介: 明建(1972-), 男, 副教授, 研究方向为食品化学和营养学。E-mail: mingjian1972@163.com

* 通讯作者: 赵国华(1971-), 男, 教授, 研究方向为食品科学。E-mail: zhaoguohua1971@163.com

特性进行了研究。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

本实验所用面粉为市售面包粉(深圳,映山红)。糖、盐、酵母、鸡蛋及改良剂均为市售。豌豆苗膳食纤维由实验室制备,工艺为:新鲜豌豆苗→清洗→低温烘干(50℃)→粉碎机粉碎→过100目筛→WDF。

1.2 仪器与设备

TA-TX2i 物性测定仪 英国 Stable Micro Systems 公司;电子天平 HANGPING 公司;HL-2DW 远红外电热烤箱 广州番禺成功烘焙设备有限公司;高级发酵箱 顺德市北滘镇龙通一达电器厂;粉碎机 Philips 公司。

1.3 方法

1.3.1 原料的主要化学成分分析

水分测定:直接干燥法(GB/T 5497-85);灰分测定:高温灼烧法(GB/T 5009.4-85);粗脂肪测定:凯氏定氮法(GB/T 14772-93);粗蛋白测定:索氏抽提法(GB/T 5009.5-85);膳食纤维测定:中性洗涤剂测定法(GB/T 12394-90)。

1.3.2 面团的制备

面团配方参照 GB/T14611-1993,成分配方如表1所示。

表1 面团的制备配方
Table 1 Dough composition

成分	面粉	水	酵母	盐	糖	鸡蛋	改良剂
面粉基数(%)	100	60	1.6	1.5	6	18	0.5
含量(g)	300	180	4.8	4.5	18	54	1.5

注:膳食纤维添加后取代相应面粉,并调整加水量。

将以上干物质混匀后,加入鸡蛋,最后加入温水(30℃左右)搅拌,成型后揉面30min,静置20min。之后将面团置于数个直径为38mm,高20mm的小容器中,并放入发酵箱(温度38℃,湿度>85%)待用。

1.3.3 面包的制备

将揉好的面团静置20min后,将其分割成100g左右的面团,置于发酵箱(温度38℃,湿度>85%)发酵2h,置于远红外烤箱(底火180℃,面火200℃)烘烤20min,室温冷却待用。

1.3.4 面团物性测定

面团的物性测定,包括硬度、弹性、黏性、咀嚼性、回复性等,用TA-XT2i型质构仪进行测定。测定方法参考 Angioloni A 的方法^[15],将准备好的面团置于质构仪,采用 texture profile analysis(TPA)模式、P5探头、启动速度2mm/s,测试速度1mm/s、回收速度10mm/s、距离10mm、力60g。为避免黏度的干扰采用

两次测定法,第一次测定时在面团上覆盖一层薄膜以忽略黏度,第二次测定时为不加膜的面团,统计时将两次数据综合。

1.3.5 面包物性测定

面包的物性测定分为面包皮和面包芯,将冷却后的面包切成片状,每片厚度25mm左右,用小刀将其皮剥下,用质构仪分别进行测定。测定指标包括面包皮脆性,面包芯硬度、弹性、咀嚼性、回复性。之后每隔24h测定一次。设置参数如下:面包皮采用P5探头,面包芯采用P36R探头,其余参数相同采用TPA模式、启动速度2mm/s、测试速度1mm/s、回收速度10mm/s、距离50%、力60g。

1.3.6 面包感官分析

对面包评分参照 Anil M 的方法^[16],评分标准为:体积(15分)、面包皮色泽(5分)、质地(5分)、对称性(5分)、均一性(5分)、面包芯颜色(10分)、纹理(15分)、质地(15分)、口感(15分)、香气(10分),总分100分。以7人(22~30岁,其中女性3名)组成评分小组,于室温下进行评价。

2 结果与分析

2.1 小麦粉和WDF的主要成分分析

从表2可以看出,WDF含有的膳食纤维远高于面包粉,而面包粉的蛋白质含量要高于WDF。

表2 面粉和WDF的主要成分
Table 2 Main ingredients of flour and WDF

成分	水分(%)	灰分(%)	脂肪(%)	蛋白质(%)	总膳食纤维(%)
面粉	13.03	1.20	1.65	14.15	3.42
WDF	14.23	8.56	4.12	3.92	32.40

2.2 WDF的添加对面团发酵过程中物性的影响

由表3可以看出,不同膳食纤维添加量的面团在2h发酵过程中各种物性的变化。面团在发酵过程中硬度的变化有一定的往复性,即先减小然后增大再减小这样的趋势,而WDF的添加延缓了这种趋势,而且随着添加量的增加,可以降低面团的硬度,其主要原因是膳食纤维具有较强的持水力,在高湿度条件下吸收了更多的水分。在表3中最为明显的是面团黏度的变化,随着发酵的进行,面团的黏度逐渐增大,膳食纤维从0~15%的添加使面团黏度分别增加了92.5%、87.1%、76.6%和75.3%。面团的黏度主要受面筋的影响,而膳食纤维的添加稀释了面筋,且面筋与纤维物质的相互作用阻碍了面筋的形成。其次可以看出膳食纤维的添加使面团的回复性有所降低,而对弹性和咀嚼性并无太大影响。总的来说WDF的添加对面团的发酵有一定的抑制作用,

表3 WDF的添加对面团发酵过程中物性的影响
Table 3 Effects of WDF addition on dough texture

添加量(%)	时间(h)	硬度	黏度	弹性	咀嚼性	恢复性
0	0	-2.69 ± 0.43	-70.53 ± 4.12	0.87 ± 0.03	-0.57 ± 0.83	0.10 ± 0.00
	0.5	-3.19 ± 0.71	-38.98 ± 5.19	0.83 ± 0.01	-1.57 ± 0.31	0.19 ± 0.01
	1	-3.96 ± 0.63	-33.65 ± 3.48	0.72 ± 0.03	-1.28 ± 0.59	0.26 ± 0.00
	1.5	-2.51 ± 1.24	-15.84 ± 0.91	0.67 ± 0.05	-0.64 ± 0.39	0.21 ± 0.02
	2	-2.73 ± 0.53	-5.26 ± 0.86	0.66 ± 0.05	-0.65 ± 0.37	0.21 ± 0.00
5	0	-2.91 ± 0.86	-64.96 ± 2.86	0.86 ± 0.03	-1.67 ± 0.27	0.07 ± 0.00
	0.5	-3.73 ± 0.64	-36.61 ± 1.36	0.82 ± 0.01	-1.81 ± 0.28	0.13 ± 0.00
	1	-2.74 ± 0.53	-18.49 ± 3.08	0.68 ± 0.03	-0.80 ± 0.27	0.17 ± 0.01
	1.5	-2.92 ± 0.55	-14.17 ± 2.23	0.68 ± 0.02	-0.88 ± 0.24	0.19 ± 0.01
	2	-4.60 ± 0.97	-8.40 ± 1.29	0.62 ± 0.03	-1.18 ± 0.03	0.19 ± 0.02
10	0	-2.14 ± 0.45	-83.24 ± 4.12	0.88 ± 0.01	-1.13 ± 0.55	0.08 ± 0.00
	0.5	-3.41 ± 0.69	-46.35 ± 3.71	0.82 ± 0.01	-1.56 ± 0.29	0.13 ± 0.01
	1	-4.72 ± 0.72	-23.73 ± 2.67	0.69 ± 0.03	-1.61 ± 0.52	0.18 ± 0.01
	1.5	-4.42 ± 0.65	-20.92 ± 1.42	0.56 ± 0.04	-1.17 ± 0.72	0.15 ± 0.01
	2	-5.70 ± 0.60	-19.48 ± 1.20	0.60 ± 0.06	-1.65 ± 0.58	0.11 ± 0.06
15	0	-2.96 ± 1.23	-120.22 ± 2.71	0.84 ± 0.02	-2.06 ± 0.70	0.07 ± 0.00
	0.5	-3.80 ± 1.29	-64.86 ± 3.03	0.86 ± 0.00	-1.46 ± 0.85	0.11 ± 0.00
	1	-4.21 ± 0.57	-43.82 ± 2.99	0.71 ± 0.01	-1.57 ± 0.33	0.13 ± 0.00
	1.5	-4.87 ± 0.75	-36.81 ± 3.45	0.67 ± 0.05	-1.72 ± 0.40	0.10 ± 0.00
	2	-4.02 ± 0.64	-29.59 ± 5.71	0.62 ± 0.04	-0.72 ± 0.51	0.10 ± 0.01

注：数值表示 $\bar{x} \pm s(n=3)$ ，下同。

当添加量大于5%时，其表现更为明显。

2.3 WDF的添加对面包物性的影响

按照面包的基本配方和面，分别添加5%、10%和15%的WDF，测试面包的各项指标，结果如表4。

由表4可以看出，添加了膳食纤维的面包与对照相比，面包皮和面包芯的硬度都有所降低，且随着添加量的增加而降幅增大。与普通面包相比，添加5%的WDF可以增加面包的柔软度，这可能与膳食纤维的持水性有关，但随着添加量的增加会使硬度增加，因为其阻碍了面筋的形成。由于硬度的变化还引起了面包咀嚼性的改变，而其他参数与普通面包基本一致。

2.4 面包感官评分

对面包性状的影响可以从表5看出，添加不同量的WDF会使面包的组织、结构、口感等发生变化。从面包性状评分来看，随着膳食纤维从0~15%的添加，面包的体积是不断缩小的，此结论与Sangnark A实验添加甘蔗渣实验结果相同^[8]。其中当添加量为5%时，体

积仅减少2%，无显著差异。添加5% WDF的面包与普通面包相比，纹理结构得到了改善，除色泽外其余指标与普通面包相差不大，由于膳食纤维的添加使面包的综合品质得到了提升。但是当添加量大于5%时，对面包的品质产生了副作用，表现为体积急剧减少，面包纹理结构变差，质地和口感都明显下降，可能是由于过多膳食纤维的添加影响了面筋的形成所致。

2.5 WDF的添加对面包储藏性能的影响

由图2~4可以看出，随着贮存时间的延长，面包芯的硬度、咀嚼性逐渐增加，回复性逐渐降低，说明面包逐渐老化。但除15%的添加量外，WDF的添加可以明显抑制面包硬度的增加，说明短期贮存时，添加WDF有利于延缓面包的老化，其原因可能是由于膳食纤维中有大量的亲水基团，具有良好的亲水性和持水性及乳化功能，它能与面团中的淀粉对结合形成较为稳定的复合物，延缓了淀粉从无序态向有序态(即 β 化)的进程，从而使面包的保鲜期延长。

表4 面包物性测试结果
Table 4 Effects of WDF addition on bread texture

添加量 (%)	面包皮				面包芯			
	硬度	脆性	弹性	咀嚼性	硬度	弹性	咀嚼性	回复性
0	742.87 ± 33.92	6.26 ± 1.55	0.77 ± 0.04	231.85 ± 14.33	1075.30 ± 18.45	0.81 ± 0.02	459.21 ± 12.62	0.36 ± 0.02
5	649.60 ± 29.54	4.98 ± 0.95	0.79 ± 0.00	263.44 ± 40.51	1025.37 ± 20.34	0.74 ± 0.02	362.63 ± 15.45	0.30 ± 0.07
10	247.45 ± 11.42	4.18 ± 0.06	0.85 ± 0.02	116.55 ± 10.80	1320.58 ± 31.16	0.79 ± 0.02	505.46 ± 14.00	0.27 ± 0.00
15	325.86 ± 27.03	4.36 ± 0.31	0.81 ± 0.00	143.00 ± 11.14	2850.19 ± 31.67	0.80 ± 0.02	1070.65 ± 25.99	0.26 ± 0.00

表5 面包的感官评分
Table 5 Sensory scores of bread supplemented with WDF

添加量 (%)	面包皮					面包芯					总分(100)
	面包体积(15)	色泽(5)	结构(5)	对称性(5)	均一性(5)	整体色泽(10)	纹理(15)	质地(15)	口感(15)	香气(10)	
0	13.36±0.56	3.43±0.45	3.50±0.41	3.64±0.38	3.21±0.27	8.57±0.35	13.79±0.27	13.50±0.41	13.71±0.39	7.79±0.49	84.50±1.50
5	13.07±0.34	3.21±0.26	3.57±0.53	3.07±0.34	3.14±0.24	4.29±1.04	13.43±0.45	13.14±0.48	12.29±0.81	7.14±0.75	76.36±1.03
10	11.64±0.55	2.21±0.39	2.29±0.48	2.50±0.40	2.29±0.39	3.43±0.67	11.79±0.64	12.79±0.49	11.14±0.63	6.86±0.48	66.93±1.90
15	10.21±0.75	1.93±0.34	1.86±0.47	2.07±0.53	2.07±0.34	2.29±0.39	10.57±0.45	10.36±0.69	10.07±0.53	5.36±0.38	56.79±2.02

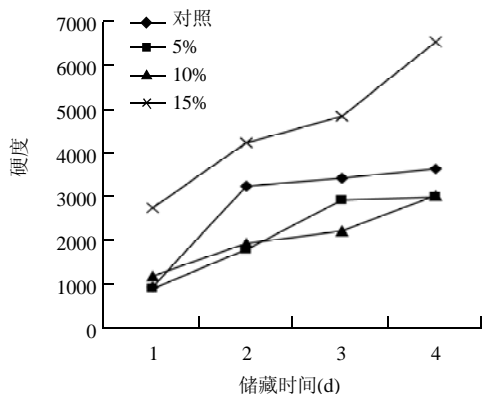


图2 WDF的添加对面包芯硬度的影响
Fig.2 Effects of WDF addition on bread hardness

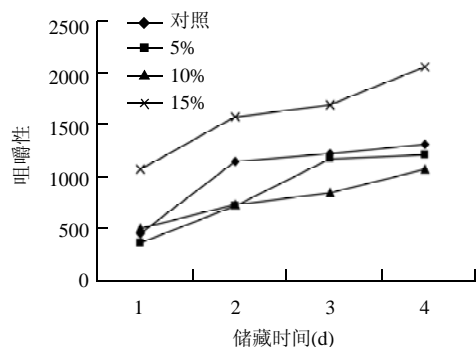


图3 WDF的添加对面包芯咀嚼性的影响
Fig.3 Effects of WDF addition on bread chewiness

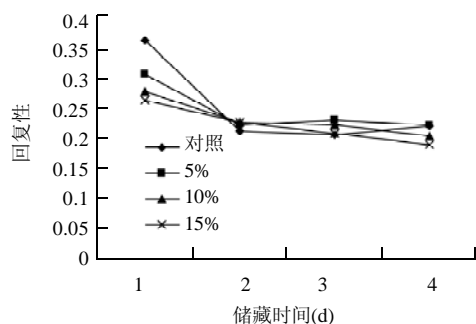


图4 WDF的添加对面包芯回复性的影响
Fig.4 Effects of WDF addition on bread resilience

3 结论

3.1 膳食纤维替代部分面粉后,面团的物性发生了一定变化,这些变化是双向的,一方面增加了面团的持

水力,使面团软化,另一方面,膳食纤维阻碍了面团中面筋的形成,对面团的发酵性能产生了一定的影响。但同时发现在5%的添加范围内劣变程度不明显。

3.2 添加WDF对改善面团的操作耐性和吸水性,延缓面包的老化等方面效果显著,在10%的添加范围内,虽然对面包比容和口感有一定的影响,但其综合品质得到了加强,以5%左右的添加量为宜。

参考文献:

- [1] TRINIDAD T P, MALLILLIN A C, VAIDEI D H, et al. Dietary fiber from coconut flour: a functional food [J]. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2006, 7(4): 309-317.
- [2] RODRIGUEZ R, JIMENEZ A, FERNANDEZ-BOLANOS J, et al. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients [J]. *Food Science and Technology*, 2006, 17(1): 3-15.
- [3] BILGICLI N, IBANOGLU S, HERKEN E N. Effect of dietary fibre addition on the selected nutritional properties of cookies [J]. *Food Engineering*, 2007, 78(3): 86-89.
- [4] MASOUD L F A, CHAUHAN G S. Use of apple pomace as a source of dietary fiber in wheat bread [J]. *Food Processing and Preservation*, 1998, 22(4): 255-263.
- [5] MANOHAR R S, RAO P H. Interrelationship between rheological characteristic of dough and quality of biscuits: use of elastic recovery of dough to predict biscuit quality [J]. *Food Res Int*, 2002, 35(9): 807-813.
- [6] LAZARIDOU A, DUTA D, PAPAGEORGIOU M, et al. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations [J]. *Journal of Food Engineering*, 2007, 79(3): 1033-1047.
- [7] SIVARAMAKRISHNAH H P, SENGE B, CHATTOPADHYAY P K. Rheological properties of rice dough for making rice bread [J]. *Journal of Food Engineering*, 2004, 62(11): 37-45.
- [8] SANGNARK A, NOOMHORM A. Effect of dietary fiber from sugarcane bagasse and sucrose ester on dough and bread properties [J]. *Swiss Society of Food Science and Technology*, 2004, 37(7): 697-704.
- [9] DOBRASZCZYK B J, MORGENTHAU M P. Rheology and the breadmaking process [J]. *Cereal Sci*, 2003, 38: 229.
- [10] DOXDSTAKISA G, ZAHIRIADIS I, IRAKLI M, et al. Lupin soya and triticale addition to wheat flour doughs and their effect on rheological properties [J]. *Food Chemistry*, 2002, 77(2): 219-227.
- [11] SUDHA M L, VETRIMANI R, LEELAVATHI K. Influence of fibre from different cereals on the rheological [J]. *Food Chemistry*, 2007, 100(4): 1365-1370.
- [12] PITEIRA M F, MAIAB J M, RAYMUNDO A, et al. Extensional flow behaviour of natural fibre-filled dough and its relationship with structure and properties [J]. *Non-Newtonian Fluid Mech*, 2006, 137: 72-80.
- [13] WANG J S, ROSELL C M, CARMEN B B, et al. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality [J]. *Food Chemistry*, 2002, 79(2): 221-226.
- [14] GOMEZ M, RONDA F, BLANCO C A, et al. Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality [J]. *Eur Food Res Technol*, 2003, 216(1): 51-56.
- [15] ANGIOLONI A, DALLAROSA M. Effects of cysteine and mixing conditions on white/whole dough rheological properties [J]. *Food Engineering*, 2007, 80(1): 18-23.
- [16] ANIL M. Using of hazelnut testa as a source of dietary fiber in breadmaking [J]. *Food Engineering*, 2007, 70(1): 61-67.