营养强化素对馒头粉加工品质影响的初步研究

王学东，李庆龙，夏文水，沈 炯，陈 虎，辛 峰
(武汉工业学院食品学院，湖北 武汉 430023)

摘 要：通过流变学试验、馒头制作试验和馒头芯质构测试，探讨了外源添加$CaCO_3$、$FeSO_4 \cdot 7H_2O$、$ZnSO_4 \cdot H_2O$、维生素B_1、维生素B_2、尼克酸、叶酸等营养强化素对馒头粉加工品质的影响。结果表明，面粉中添加$CaCO_3$有提高馒头粉品质的作用；而添加$FeSO_4 \cdot 7H_2O$对面团有一定弱化作用，但对馒头粉综合品质无明显负面影响；添加维生素B_2对馒头色泽略有影响；其它营养素对馒头粉品质影响不明显。

关键词：营养强化素；馒头粉；加工品质；流变学品质；质构测试

Initial Study on the Effects of Food Enrichments on Processing Quality of Steamed Bread Flour

WANG Xue-dong, LI Qing-long, XIA Wen-shui, SHEN Jiong, CHEN Hu, XIN Feng
(Department of Food Science and Technology, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

Abstract: Effects of exogenous $CaCO_3$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $ZnSO_4 \cdot H_2O$, VB_1, VB_2, niacinamide and folic acid on the processing quality of steamed bread flour was studied by rheology test, steamed bread-braising experiments and texture analysis.

收稿日期：2005-06-25
作者简介：王学东(1975-)，男，博士，研究方向为谷物科学。

(V/V)和1%的苯甲酸钠1、2、3、4、5ml，用蒸馏水补足至10ml(CK加蒸馏水)，混匀后静置10min进行光谱扫描(结果见表6)。

表6 添加剂对商陆果色素稳定性的影响
Table 6 Effect of additive on the stability of pokeberry fruit pigment

		CK	1ml	2ml	3ml	4ml	5ml
葡萄糖	λ_{max}(nm)	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0
	A_{max}	0.874	0.874	0.868	0.868	0.869	0.859
蔗糖	λ_{max}(nm)	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0
	A_{max}	0.874	0.870	0.872	0.867	0.870	0.862
麦芽糖	λ_{max}(nm)	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0	531.0
	A_{max}	0.874	0.878	0.874	0.873	0.877	0.875
苯甲酸钠	λ_{max}(nm)	531.0	531.5	531.5	531.0	531.0	531.0
	A_{max}	0.874	0.870	0.872	0.876	0.881	0.880
乳酸	λ_{max}(nm)	531.0	531.5	531.5	531.0	531.0	531.0
	A_{max}	0.807	0.737	0.723	0.719	0.736	0.735
柠檬酸	λ_{max}(nm)	531.0	531.5	531.5	531.0	531.0	531.5
	A_{max}	0.807	0.749	0.737	0.737	0.737	0.738

从表6可知，各种添加剂的加入，最大吸收峰位置没有改变。蔗糖、葡萄糖、麦芽糖和苯甲酸钠对商陆色素吸光度无明显影响，但柠檬酸、乳酸会引起吸光度的轻度减小，说明这些添加剂对商陆色素稳定性影响不大。可溶性淀粉的加入使色素液的颜色呈现胭脂色，但放置一定时间后，淀粉沉淀，又恢复为紫红色。

3 结 论

3.1 商陆色素在可见光范围内的531.0nm处有最大吸收峰。

3.2 商陆色素在4～6的pH环境条件下稳定，但对氧化剂、还原剂和温度变化反应敏感。

3.3 室内散射光对商陆色素稳定性影响较小，但日光照射对其稳定性的破坏严重。

3.4 不同添加剂对商陆色素稳定性影响不大，但Cu^{2+}、Fe^{3+}等离子的存在会破坏其稳定性，因此商陆色素应尽量避免与铜、铁接触。

参考文献：

[1] 江苏新医学院. 中药大辞典(下)[M]. 上海科学技术出版社, 1990. 2245-2246.
[2] 李国选, 等. 花色苷类物质稳定性的最新进展[J]. 食品科学, 1989, (7): 36-41.

万方数据

The results indicated that $CaCO_3$ could improve the quality of the test flour, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ weakened the dough, but had no notable negative effect on the general quality of the flour, while, VB_2 showed a slight effect on the colour of the steamed bread, and for the other food enrichments, no significant influence was observed.

Key words: food enrichment; steamed bread flour; processing quality; rheology property; texture analysis

中图分类号: TS218 文献标识码: A 文章编号: 1002-6630(2005)09-0107-05

随着面粉加工精度的提高，原来小麦籽粒中所含的多种维生素及微量营养素在加工过程中大部分被损失掉，维生素B_1、维生素B_2、尼克酸和Zn均有70%以上的损失，叶酸也有40%损失。2004年10月公布的第四次全国营养调查结果显示，我国居民营养状况虽然有所改善，但仍然面临着营养缺乏与营养失衡的双重挑战，饮食中钙、铁等矿物质以及维生素A、维生素B_2等缺乏现象仍很严重。通过主食营养强化来缓解上述营养素缺乏的矛盾是一种简单而有效的做法[1,2]。为此，我国自2002年8月开始开展面粉营养强化的试点工作，开展好此项工作有许多任务要完成，其中探讨外源营养素对面粉加工品质的影响是其中需要研究的问题之一。但目前，国内相关的研究还很少[3,4]。

本文以硫酸锌、硫酸亚铁、碳酸钙作为矿物质强化剂，以维生素B_1、维生素B_2、尼克酸、叶酸为维生素营养强化剂，通过流变学试验、馒头制作试验和馒头芯质构测试，探讨了上述营养素单体及复合物对馒头粉加工品质的影响，为实施面粉营养强化积累了一些技术资料。

1 材料与方法

1.1 材料

试验面粉 市售馒头专用粉，水分13.6%，蛋白质12.8%，灰分0.55%，湿面筋29.1%；活性干酵母 安琪牌；食盐、蔗糖 市售食品级；$CaCO_3$、$FeSO_4 \cdot 7H_2O$、$ZnSO_4 \cdot H_2O$、VB_1、VB_2、尼克酸、叶酸 均为市售食品级添加剂。

1.2 仪器与设备

粉质仪 BRABENDER(T150E)，FARINOGRAPH；拉伸仪 BRABENDER(T150E)，FARINOGRAPH；醒发箱 中国上海生产；物性测试仪 TA,XT2I(英国SMS公司)。

1.3 测定方法

1.3.1 面团粉质测定 国标法测定GB/T14614-93。

1.3.2 面团拉伸测定 国标法测定GB/T14615-93。

1.3.3 馒头制作试验

营养素的添加方法：先将营养素用试验用馒头粉稀释一定倍数，然后按试验要求的比例添加到馒头粉中。

馒头制作方法：

原料(馒头粉 100%，酵母1%，水48%)→手工和面→成型→38℃醒发25min→汽蒸20min→冷却

1.3.4 馒头品质评定

馒头体积测定 菜籽置换法，并求得：比容=体积/质量。

馒头感官评定标准如表1所示。

表1 馒头感官评分标准

Table 1 The criterion of sensory evaluation of steamed bread

项目	外部评分(35)			内部评分标准(65)			
	比容	外观形状	色泽	结构	弹韧性	粘牙	气味
分值	20	15	10	15	20	15	5

1.3.5 馒头芯质构测试

在馒头出笼后1.5h后进行馒头芯质构指标测定。

馒头芯样品的制作方法 如图1所示，先从馒头顶部居中纵向切出厚度为2.5cm的半圆形馒头片，然后再如图2所示，在所取馒头片中部切出长宽均为3.6cm的馒头块即为测试用样品。注意在切割的时候，馒头块各边需铅锤。

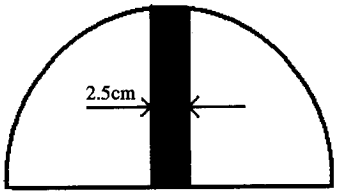

图1 从馒头中切取半圆形馒头片(阴影部分)

Fig.1 To cut a semicircular slice from steamed bread (The shaded part)

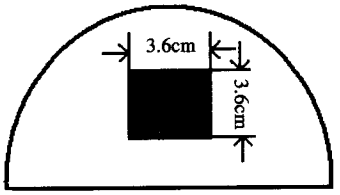

图2 从馒头片中切取测试用馒头块(阴影部分)

Fig.2 To cut a sample piece from the steamed bread slice (The shaded part)

2 结果与分析

2.1 营养强化素对面团流变学特性的影响

营养强化素对面团粉质特性的影响见表2。

万方数据

表2 添加营养素对面团粉质特性的影响

Table 2 Effects of food enrichments on the farinograph parameters of test dough

添加水平($\times10^{-6}$)		吸水率(%)	形成时间(min)	稳定时间(min)	弱化度(FU)
0(对照组)		58.2	3.2	4.5	110
$CaCO_3$	500	57.8	3.2	4.3	112
(按钙元素计。下同)	1000	58.0	3.0	4.3	113
	2000	57.9	2.7	4.0	118
$FeSO_4\cdot7H_2O$	20	58.0	3.2	4.5	110
(按铁元素计。下同)	40	57.9	2.8	4.3	113
	80	57.7	2.6	4.3	113
$ZnSO_4\cdot H_2O$	12.5	58.2	3.2	4.5	110
(按锌元素计。下同)	25	58.0	3.3	4.4	112
	50	57.9	3.2	4.5	109
维生素B_1	1.75	57.9	3.2	4.4	112
	3.5	58.2	3.1	4.6	107
	7.0	57.7	3.3	4.4	114
维生素B_2	1.75	58.1	3.2	4.5	110
	3.5	57.7	3.1	4.5	109
	7.0	57.9	3.1	4.6	112
尼克酸	17.5	58.3	3.3	4.3	110
	35	57.6	3.1	4.4	112
	70	57.9	3.2	4.5	109
叶酸	1	58.2	3.2	4.4	111
	2	58.3	3.4	4.3	108
	4	57.8	3.3	4.4	112
复合矿物质		57.9	3.0	4.2	117
复合维生素		58.1	3.3	4.5	111
多维多矿复合营养素		58.0	3.0	4.3	118

注：1、各单体营养素均设计高、中、低三个试验剂量，其中中等剂量均为国家公众营养与发展中心推荐的最低剂量，然后按中等剂量的50% 和200%分别设置低剂量组和高剂量组。下同。

2、复合矿物质组中，钙、铁、锌均按单体试验的中等剂量添加；复合维生素组中，维生素B_1、维生素B_2、尼克酸、叶酸均按单体试验的中等剂量添加；多维多矿复合营养素组同时添加上述剂量的复合维生素和复合矿物质。下同。

由结果可见，各单体营养素中，$CaCO_3$对面团的粉质影响较大，且随着添加量的增加，面团的形成时间和稳定时间逐渐降低，而弱化度略有增大；$FeSO_4\cdot7H_2O$对面团粉质也显现了一定的弱化作用，当铁的剂量为40×10^{-6}或80×10^{-6}时，面团的形成时间和稳定时间均较对照组有所下降，弱化度也略有增大。试验条件下，$ZnSO_4\cdot H_2O$及各维生素单体对粉质指标没有明显影响。

复合营养素各组对粉质指标的影响综合体现了各单体的作用。其中复合矿物质组和多维多矿复合营养素组中，因同时含有中等剂量的$CaCO_3$、和$FeSO_4\cdot7H_2O$，所以形成时间、稳定时间较同等剂量的其中某一种单体有进一步的下降，而弱化度则较同等剂量的其中某一种单体略有增大。复合维生素组对面团粉质无明显影响。

营养强化素对面团拉伸特性的影响见表3。

表3 添加营养素对面团拉伸特性的影响(醒发90min)

Table 3 Effects of food enrichments on the extensograph parameters of test dough

添加水平($\times10^{-6}$)		最大抗拉力(Eu)	延伸性(mm)	最大拉力比	粉力(cm^2)
0(对照组)		322	152	2.1	70
$CaCO_3$	500	334	155	2.2	71
	1000	354	161	2.2	74
	1500	388	158	2.5	83
$FeSO_4\cdot7H_2O$	20	311	150	2.1	67
	40	300	158	1.9	69
	80	292	162	1.8	68
$ZnSO_4\cdot H_2O$	12.5	315	148	2.1	68
	25	328	155	2.1	71
	50	320	156	2.1	70
维生素B_1	1.75	332	155	2.1	71
	3.5	324	148	2.2	68
	7.0	328	153	2.1	70
维生素B_2	1.75	315	150	2.1	66
	3.5	319	161	2.0	69
	7.0	327	154	2.1	68
尼克酸	17.5	315	148	2.1	68
	35	328	155	2.1	71
	70	320	156	2.1	69
叶酸	1	328	156	2.1	71
	2	314	159	2.0	68
	4	329	150	2.2	70
复合矿物质		338	162	2.1	76
复合维生素		320	154	2.1	70
多维多矿复合营养素		335	158	2.1	74

由表3可见，各单体营养素中，仍然是$CaCO_3$和$FeSO_4\cdot7H_2O$对面团拉伸特性产生影响，但两者的作用却不同。前文显示$CaCO_3$降低了面团的粉质特性，但拉伸结果表明$CaCO_3$对面团的拉伸指标表现出了改良作用，随着$CaCO_3$添加水平的增加，面团的抗拉力逐渐增大，而延伸性也呈现出增加的趋势，拉力比逐渐增大，粉力也逐渐增加，其中2000×10^{-6}组($83cm^2$)较对照组($70cm^2$)的粉力增加了$13cm^2$。$FeSO_4\cdot7H_2O$则仍对面团显现出弱化作用，随着其添加剂量的增加，面团的抗拉力逐渐降低，而延伸性呈现出增大的趋势，拉力比逐渐降低，粉力由于受抗拉力和延伸性的双重影响，较对照组仅略有降低，且随$FeSO_4\cdot7H_2O$添加量的增加，显现出回升的趋势。其中80×10^{-6}铁剂量组粉力值仅比对照组低$1cm^2$。$ZnSO_4\cdot H_2O$及各维生素单体对面团拉伸指标影响不明显。

复合营养素各组对拉伸指标的影响也综合体现了各单体的作用。其中复合矿物质组和多维多矿复合营养素组中，因含有中等剂量的$CaCO_3$和$FeSO_4\cdot7H_2O$，使得抗拉力和粉力指标值均介于两单体单独添加时对应的指标值之间，而延伸性则均高于两单体单独添加时对应的指标值。复合维生素组对面团的拉伸指标无明显影响。

万方数据

表4 添加营养强化素对馒头品质的影响

Table 4 Effects of food enrichments on the quality of steamed bread

添加水平(×10^{-6})		外部评分			内部评分				总分
		比容	外观形状	色泽	结构	弹韧性	粘牙	气味	
0(对照组)		19	13	8.0	12.5	16.0	12.5	4.0	85.0
$CaCO_3$	500	19	13	8.2	13.0	16.0	12.8	4.2	86.2
	1000	20	13.5	8.5	13.2	17.6	13.0	4.0	89.8
	2000	20	14.0	9.0	13.8	18.0	13.0	4.0	91.8
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	20	19	13.2	8	13.1	16.0	12.0	4.0	85.3
	40	18	12.5	7.6	12.5	17.6	12.3	4.1	84.6
	80	18	12.3	8.0	12.3	18.0	11.6	4.0	84.2
$ZnSO_4 \cdot H_2O$	12.5	19	13.0	8.1	12.2	16.3	12.5	4.0	85.1
	25	19	13.5	8.0	12.5	15.8	12.0	4.0	84.8
	50	19	13.1	7.7	12.3	16.2	12.2	4.2	84.7
维生素B_1	1.75	19	13.1	8.2	12.3	16.0	12.5	4.2	85.3
	3.5	19	13.2	8.1	12.7	16.3	12.6	4.3	86.2
	7.0	19	13.0	8.0	12.0	16.0	13.0	4.0	85.0
维生素B_2	1.75	19	13.0	8.0	13.1	16.0	12.0	4.0	85.1
	3.5	19	12.8	7.5	12.5	16.4	12.3	4.1	84.6
	7.0	19	12.6	7.1	12.5	16.3	11.6	4.0	83.1
尼克酸	17.5	19	13.0	7.8	12.2	16.3	12.5	4.0	84.8
	35	19	13.2	8.2	12.5	15.7	12.8	4.0	85.4
	70	19	13.2	7.9	12.3	16.2	12.2	3.8	84.6
叶酸	1	19	12.8	8.0	12.0	16.8	12.5	4.0	85.1
	2	19	13.0	8.0	12.5	15.8	12.0	4.0	84.3
	4	19	13.3	8.0	12.5	16.2	12.5	4.0	85.5
复合矿物质		20	13.5	8.3	13.0	17.2	12.8	4.0	88.8
复合维生素		19	13.0	7.4	12.5	15.8	12.7	3.8	84.2
多维多矿复合营养素		20	13.5	8.0	12.7	17.0	13.0	4.0	88.2

陈革等(2004)研究了几种按国家公众营养与发展中心推荐标准复配的市售商品复合营养素对小麦粉品质的影响，结果显示，添加复合营养素后，面团的稳定时间略有降低的趋势，而抗拉力和延伸性均有一定增大。其研究结果与本研究基本一致[3]。

2.2 添加营养强化素对馒头品质的影响

添加营养强化素对馒头品质的影响见表4。

由表4可见，各单体营养素组中，$CaCO_3$对馒头品质的影响最明显，随着$CaCO_3$添加剂量的增加，馒头评分也逐渐升高，其中2000×10^{-6}组(91.8分)较对照组(84.0分)馒头评分提高了6.8分。感官评分显示，与对照组比较，添加$CaCO_3$后馒头的比容增加，内部组织结构更细腻，面包芯更柔软。分析其原因，虽然$CaCO_3$对面团粉质有一定弱化，但它同时提高了面团的强度和延展性，所以综合起来对馒头品质体现出提高的作用。添加$FeSO_4 \cdot 7H_2O$组馒头的评分与对照组很接近。从各项感官评分可见，由于$FeSO_4 \cdot 7H_2O$在流变学测定中显示出弱化面团的作用，因而其比容和外观评分有所降低，但同时$FeSO_4 \cdot 7H_2O$增加了面团的延伸性，制得的馒头柔软度增加，故弹韧性评分得到提高。以添加40×10^{-6}铁的组为例，该组的比容和外观两项评分较对照组共降低了1.5分，而其弹韧性评分较对照组增加了1.6分，其总分则与对照组很接近，仅相差0.4分。另外，维生素B_2是否会影响面制品色泽是许多人关心的问题，试验中经仔细观察评分，发现添加维生素B_2在3.5×10^{-6}以上时，对馒头色泽会略有影响，3.5×10^{-6}组和7.0×10^{-6}组色泽评分分别较对照组降低了0.5分和0.9分。$ZnSO_4 \cdot H_2O$及维生素B_1、尼克酸、叶酸等单体未对馒头品质表现出明显影响。

复合营养素各组综合体现了上述单体的影响，其中复合矿物质组馒头总评分较对照组提高了3.8分；复合维生素组总评分较对照组降低了0.8在分；多维多矿复合营养素组总评分较对照组提高了3.2分。

支国安与王登辉(1999)研究了生物碳酸钙对馒头品质的影响，结果显示，每公斤小麦粉添加8 g生物碳酸后(约相当于添加3040×10^{-6}水平的钙元素)，馒头的总评分较对照组提高了3分。其研究结果与本研究基本相符[4]。

2.3 添加营养强化素对馒头芯质构的影响

表5列出了添加中等剂量各单体营养素及添加复合营养素对馒头芯部分质构参数影响的结果。图3和图4分别是对照组和多维多矿复合营养素组的典型质构图。

对发酵面制食品而言，硬度和咀嚼性是衡量制品品质的两个重要指标，在一定范围内，硬度和咀嚼性越小，表明制品越柔软，适口性更好，老化速度较慢。

万方数据

表5 添加营养素对馒头质构指标的影响(Mean ± SD)

Table 5 Effects of food enrichments on the texture analyses parameters of steamed bread (Mean±SD)

营养素	添加水平	硬度(g)	弹性	粘结性	咀嚼性
0(对照组)		3385.72±53.45	0.913±0.013	0.769±0.016	2377.10±43.22
$CaCO_3$	1000	3089.93±63.22	0.915±0.004	0.753±0.010	2128.95± 50.37
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	40	3106.38±65.76	0.914±0.010	0.765±0.011	2172.01± 57.84
$ZnSO_4 \cdot H_2O$	25	3247.88±88.34	0.903±0.006	0.779±0.005	2284.68±60.02
维生素B_1	3.5	3285.47±62.36	0.906±0.015	0.762±0.007	2268.20±43.05
维生素B_2	3.5	3206.43±24.78	0.910±0.013	0.768±0.023	2240.91±17.46
尼克酸	35	3198.84±32.60	0.902±0.010	0.782±0.014	2256.35±24.27
叶酸	2	3211.92±54.811	0.911±0.017	0.780±0.006	2282.33±37.29
复合矿物质		3005.45±70.45	0.916±0.004	0.759±0.008	2089.52±47.89
复合维生素		3180.37±53.21	0.909±0.008	0.779±0.013	2252.05±32.44
多维多矿复合营养素		2929.83±72.48	0.906±0.012	0.780±0.017	2070.45±59.33

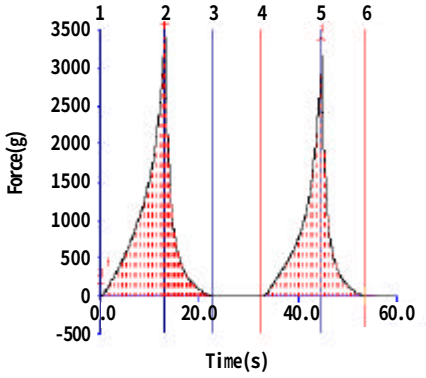

图3 对照组的质构图

Fig.3 Texture analyses curve of control group

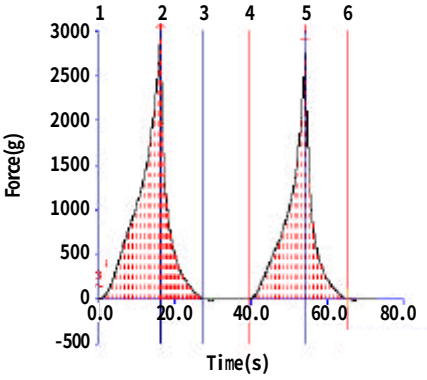

图4 多维多矿复合营养素组质构图

Fig.4 Texture analyses curve of multivitamin/multimineral compound enrichment group

由结果可见，各单体中，仍以$CaCO_3$和$FeSO_4 \cdot 7H_2O$对上述两指标的影响较大，两者均能降低馒头芯的硬度和咀嚼性指标，从而改善馒头品质。在本试验条件下添加1000 × 10^{-6}钙组的效果略优于添加40 × 10^{-6}铁组的效果。这与前文馒头感官评定结果基本一致。$ZnSO_4 \cdot H_2O$及各维生素单体对馒头芯硬度和咀嚼性无明显影响。

弹性和粘结性指标受各营养素的影响不明显。

复合营养素组仍综合体现了出上述各单体营养素的协同作用，其中复合矿物质组和多维多矿复合营养素组的硬度和咀嚼性均较对照组明显降低，而复合维生素组对各质构指标无明显影响。

3 结 论

3.1 矿物质营养素中，$CaCO_3$虽然对面团粉质指标有一定负面影响，但能增加面团的抗拉力和延伸性，因而提高了馒头粉的综合品质；$FeSO_4 \cdot 7H_2O$对面团有一定的弱化作用，但同时提高了面团的延伸性，综合来看对馒头品质未造成明显负面影响；$ZnSO_4 \cdot H_2O$对馒头粉品质无明显影响。上述矿物营养素均为符合国家卫生标准的无机矿物质，其价格低廉，且复合添加时对馒头粉品质有一定提升作用，因而适合对馒头粉进行营养强化。

3.2 维生素B_1、维生素B_2、尼克酸和叶酸四种维生素制剂中，除维生素B_2对馒头色泽略有负面影响外，其他各维生素对馒头粉品质未见明显影响。

3.3 添加复合营养素对馒头粉的影响综合体现了各营养素单体的协同效果。

3.4 本试验中，按国家公众营养与发展中心推荐的标准添加七种多维多矿复合营养素后，馒头粉综合品质有所提高。

参考文献：

[1] 张元培. 营养强化造福人民[J]. 粮食与饲料工业, 2003, (12):18-21.

[2] 吕艳燕. 小麦粉的营养强化[J]. 粮食科技与经济, 1999, (6): 30-31.

[3] 陈革, 刘景尧, 苏红. 营养强化小麦粉的研究[J]. 粮油加工与食品机械, 2004, (4): 48-50.

[4] 支国安, 王登辉. 强化生物碳酸钙的小麦粉的品质研究[J]. 粮食与饲料工业, 1999, (1) : 14-15.

万方数据