



# 混合粉中原料粉含量

## 与混合粉的亨特白度关系分析

朱克瑞, 林金剑, 朱科学, 钱海峰, Philip John Kanu, 周惠明\*

(食品科学与技术国家重点实验室, 江南大学食品学院, 江苏无锡 214122)

**摘要:**通过对不同添加比例混合粉的亨特白度的研究,发现混合粉的亨特白度与原粉的含量百分数成线性关系,这为小麦面粉生产过程中的配粉以及粉状食品及其原料的混配时预测其亨特白度提供了理论依据和现实的指导意义。

**关键词:**混合粉, 线性, 亨特白度

### Study on the relationship of content percentage of initial power and Hunter whiteness of mixed power

ZHU Ke-rui, LIN Jin-jian, ZHU Ke-xue, QIAN Hai-feng, Philip John Kanu, ZHOU Hui-ming\*

(State Key Laboratory of Food Science and Technology, School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

**Abstract:** In this research, it was found that Hunter whiteness of mixed power was linear relationship with content percentage of initial powder. It supplied the base of theory and realistic guide for process of production of wheat flour and to anticipate Hunter whiteness of mixed power of initial powder.

**Key words:** mixed power; linearity; Hunter whiteness

中图分类号: TS211.4\*2

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2008)03-0066-04

面粉白度是小麦磨粉品质的主要指标, 由于其与出粉率、灰分和麸星含量、面粉细度有着内在的联系, 在很大程度上反映了面粉的质量和制粉精度, 因此是面粉分级的重要指标<sup>[1]</sup>。面粉白度不是一个营养品质指标, 而是一个市场品质指标、经济指标, 市场上面粉白度高于 80 以上才易于被消费者接受。目前的高白度小麦品种多为中弱筋小麦品种, 缺乏高白度强筋小麦品种<sup>[2]</sup>。目前研究面粉白度主要集中在蛋白质含量、面团吸水率、籽粒硬度、水分含量、粗细度、灰分含量、破损淀粉含量、多酚氧化酶(PPO)活性及和面时面絮颗粒大小等<sup>[2-7]</sup>对面粉及制品白度产生的影响, 但是关于小麦专用粉和谷物混合粉的白度, 目前鲜有报道。小麦专用粉目前已经逐渐成为主流, 将来小麦面粉与其它植物原料粉之间的混配逐渐成为主流。现在面粉厂还不能从不同磨粉机出粉的白度来预测混合粉的白度, 更加无法预测将来小麦面粉与其它植物原料粉的混配的白度。白度的检测公式目前主要有 CIE 甘茨(Gans)白度公式、亨特(Hunter)完全白度公式、蓝光白度公式。完全白度公式在世界范围内影响较大, 尤其是在美国、日本等国家一直在沿用<sup>[8]</sup>。所以本研

究运用亨特白度计算公式对谷物混合进行研究, 旨在探索混合粉白度与谷物粉含量的内在关系, 以期建立混合粉含量与混合粉颜色的关系的理论, 为面粉企业及其它相关行业提供借鉴。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

面粉 江苏银河面粉有限公司提供; 植物原料粉 实验室自制, 所有粉样均通过 50 目筛。

白度仪 CHROMA METER CR-400/410, KONICA MINOLTA 公司。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 亨特(Hunter)完全白度公式<sup>[8-10]</sup>

$$W_{H10} = 100 - [(100 - L)^2 + a^2 + b^2]^{1/2}$$

式中: L—亨特(Hunter)明度指数; a—亨特(Hunter)色品指数红绿值; b—亨特(Hunter)色品指数黄蓝值;  $W_{H10}$ —亨特完全白度, 值越大表示白色程度越高。

公式是采用色差原理来衡量白度的, 即用距离完全(理想)白点的远近来进行度量。当明度 L 为 100, 色度 a、b 均为 0 时, 其白度值为 100。

1.2.2 数据统计分析 所有的检测数据均检测 10 次, 然后采用 SPSS10.0 对数据进行分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 两种原料混合粉亨特白度与含量的关系

两种原料混合粉亨特白度与配粉中两组分含量

收稿日期: 2007-08-27 \* 通讯联系人

作者简介: 朱克瑞(1972-), 男, 博士研究生, 讲师, 研究方向: 粮食、油脂与植物蛋白。

基金项目: 国家“十一五”项目资助(2006BAD05A09)。

的关系如图 1~图 6 所示。从图中可以看出,两种原料粉占混合粉的百分比与混合粉的亨特白度成线性关系,因此可以得到:

$$Y = a_1 B_1 + b_1 \quad \text{式(1)}$$

式中:Y—混合粉的亨特白度;B<sub>1</sub>—1 号样在 1,2 号混合粉中所占的比例。

令  $X_1 + X_2 = 100$ ,  $X_1, X_2$  分别为原粉 1,2 号样在混合粉中的百分数,  $B_1 = X_1 / (X_1 + X_2)$ , 则  $Y = a_1 X_1 / (X_1 + X_2) + b_1$ , 即可得到  $Y = [(a_1 + b_1) / (X_1 + X_2)] \cdot X_1 + [b_1 / (X_1 + X_2)] \cdot X_2$

当  $X_1 = 0$  时  $X_2 = 100$ , 则  $b_1 = Y_2$ ; 当  $X_2 = 0$  时  $X_1 = 100$ , 则  $(a_1 + b_1) = Y_1$ 。由  $X_1 + X_2 = 100$ , 即得到:

$$Y = (Y_1/100) \cdot X_1 + (Y_2/100) \cdot X_2 \quad \text{式(2)}$$

式中:Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub> 是常数,分别为原粉 1,2 号样的亨特白度。

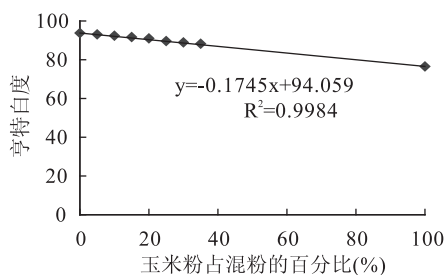


图 1 玉米粉占混合粉百分比与亨特白度关系图

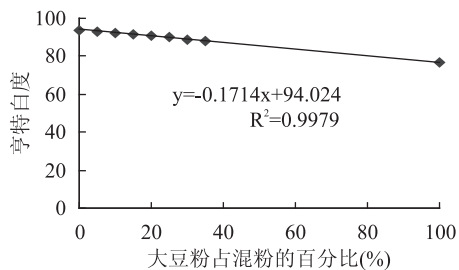


图 2 大豆粉占混合粉百分比与亨特白度关系图

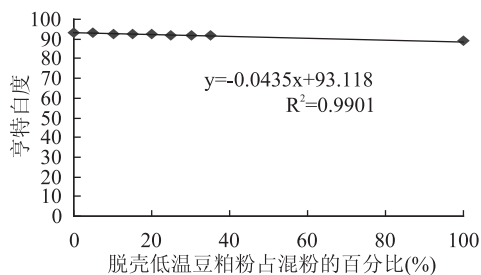


图 3 脱壳低温豆粕占混合粉百分比与亨特白度关系图

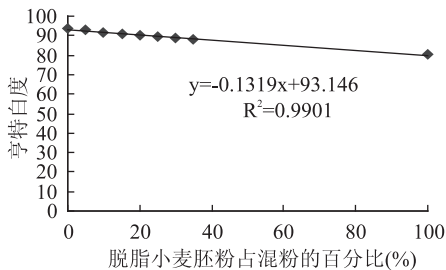


图 4 脱脂小麦胚粉占混合粉百分比与亨特白度关系图

## 2.2 三种原料混合粉亨特白度与含量的关系

对于 1,2 号样混合后再与 3 号样混合,根据式

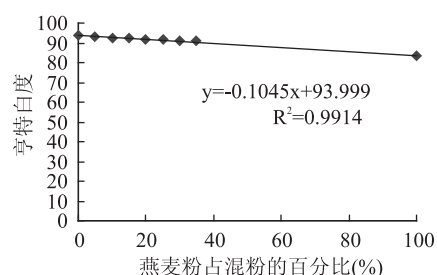


图 5 燕麦粉占混合粉百分比与亨特白度关系图

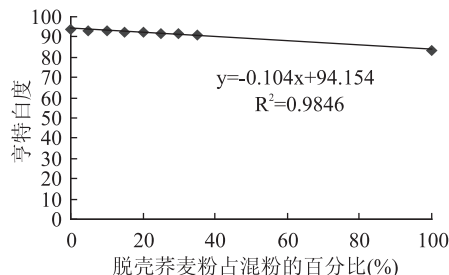


图 6 脱壳燕麦粉占混合粉百分比与亨特白度关系图

(2)得到:

$$Y = (Y_4/100) \cdot A_4 + (Y_3/100) \cdot A_3 \quad \text{式(3)}$$

式中:Y—混合粉的亨特白度;A<sub>4</sub>, A<sub>3</sub>—分别为 1, 2 号样混合粉、3 号样品在混合粉中的百分数,  $A_4 + A_3 = 100$ ; Y<sub>4</sub>, Y<sub>3</sub>—常数,分别为原粉 1,2 样混合粉的亨特白度以及 3 号样品的亨特白度。

根据式(2)也可以得到:

$$Y_4 = (Y_1/100) \cdot A_1 + (Y_2/100) \cdot A_2 \quad \text{式(4)}$$

式中:Y<sub>4</sub>—1,2 号混合粉的亨特白度;A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>—分别为原粉 1,2 号样在混合粉中的百分数,  $A_1 + A_2 = 100$ ; Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>—常数,分别为原粉 1,2 样的亨特白度。

将式(4)代入式(3)得到:

$$Y = [((Y_1/100) \cdot A_1 + (Y_2/100) \cdot A_2) / 100] \cdot A_4 + (Y_3/100) \cdot A_3, \text{即 } Y = (Y_1/100) \cdot (A_1/100) \cdot A_4 + (Y_2/100) \cdot (A_2/100) \cdot A_4 + (Y_3/100) \cdot A_3$$

再由  $A_1 + A_2 = 100$ , 以及  $A_4 + A_3 = 100$  得  $(A_1/100) \cdot A_4 + (A_2/100) \cdot A_4 + A_3 = 100$

令  $X_1 = (A_1/100) \cdot A_4$ ,  $X_2 = (A_2/100) \cdot A_4$ ,  $X_3 = A_3$

所以三种原粉进行混合得到混合粉的亨特白度公式为:

$$Y = (Y_1/100) \cdot X_1 + (Y_2/100) \cdot X_2 + (Y_3/100) \cdot X_3 \quad \text{式(5)}$$

式中:Y—混合粉的亨特白度;X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>—分别为原粉 1,2,3 号样在混合粉中的百分数,  $X_1 + X_2 + X_3 = 100$ ; Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>, Y<sub>3</sub>—常数,分别为原粉 1,2,3 样的亨特白度。

三种原料混合粉的亨特白度理论值和实测值的比较如表 1 所示。理论值与实测值之间绝对值均小于 1%, 有很好的吻合程度。

## 2.3 多种原料混合粉亨特白度与含量的关系模型

按 2.2 中推理,可得多种原料混合粉白度与含量的关系模型:

$$Y = (Y_1/100) \cdot X_1 + (Y_2/100) \cdot X_2 + \dots + (Y_n/100) \cdot X_n \quad \text{式(6)}$$

表1 三种原料混合粉的亨特白度理论值和实测值的比较

三种混合粉	理论值	实测值	$[(\text{理论值} - \text{实测值}) / \text{理论值}] \times 100\%$
	M	N	$T = [(M - N) / M] \times 100\%$
玉米粉:大豆粉:荞麦粉(5:25:70)	81.36	80.72 ± 0.06	0.79
荞麦粉:大豆粉:小麦面粉(20:20:60)	88.31	87.76 ± 0.10	0.62
玉米粉:大豆粉:小麦面粉(15:15:70)	85.16	84.46 ± 0.13	0.82
玉米粉:燕麦粉:荞麦粉(35:25:40)	80.91	80.16 ± 0.09	0.93
燕麦粉:大豆粉:小麦面粉(25:35:40)	85.19	84.73 ± 0.05	0.54
玉米粉:燕麦粉:荞麦粉(10:15:75)	82.66	82.04 ± 0.06	0.75
小麦胚芽粉:大豆粉:脱脂豆粕(20:30:50)	83.51	82.77 ± 0.11	0.88

表2 面粉厂粉管中的面粉亨特白度

粉管名	白度	粉管名	白度	粉管名	白度
CM 上	94.02 ± 0.03	4M2 下	89.43 ± 0.02	2S	92.72 ± 0.15
CM 下	92.31 ± 0.05	5M 上	90.01 ± 0.12	1T 上	87.71 ± 0.07
1Mf 上	93.94 ± 0.10	5M 下	86.82 ± 0.22	1T 下	88.74 ± 0.05
1Mf 下	92.83 ± 0.09	6M	86.74 ± 0.15	2T 上	85.22 ± 0.06
1Mc1 上	94.60 ± 0.16	7M	85.32 ± 0.11	2T 下	84.81 ± 0.12
1Mc1 下	94.64 ± 0.12	8M	84.57 ± 0.11	DF1 上	89.07 ± 0.10
1Mc2 上	94.79 ± 0.08	1B1	91.22 ± 0.09	DF1 下	89.07 ± 0.05
1Mc2 下	94.69 ± 0.07	1B2	91.31 ± 0.05	DF2 上	88.01 ± 0.05
2M1 上	94.11 ± 0.05	1B3	91.74 ± 0.04	DF2 下	87.87 ± 0.09
2M1 下	93.24 ± 0.05	2B1	91.55 ± 0.05	XF 上	91.82 ± 0.07
2M2 上	93.60 ± 0.07	2B2	91.63 ± 0.05	XF 下	91.63 ± 0.11
2M2 下	93.04 ± 0.04	2B3	91.85 ± 0.10	D1 上	90.31 ± 0.13
3M1 上	94.04 ± 0.03	3B1	89.94 ± 0.06	D1 下	90.05 ± 0.14
3M1 下	93.35 ± 0.05	3B2	89.84 ± 0.08	D2 上	91.15 ± 0.11
3M2 上	92.34 ± 0.11	3B3	89.61 ± 0.08	D2 下	90.72 ± 0.12
3M2 下	91.51 ± 0.12	4Bc 上	83.20 ± 0.11	D3	89.60 ± 0.13
4M1 上	93.13 ± 0.09	4Bc 下	82.91 ± 0.07	D4	80.54 ± 0.11
4M1 下	91.01 ± 0.08	4Bf	84.75 ± 0.09	D5	87.03 ± 0.15
4M2 上	90.27 ± 0.14	1S	93.57 ± 0.12		

式中:Y—混合粉的亨特白度; $X_1, X_2, \dots, X_n$ —分别为原粉1,2, $\dots$ ,n号样在混合粉中的百分数, $X_1 + X_2 + \dots + X_n = 100$ ;  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ —常数,分别为原粉1,2, $\dots$ ,n样的亨特白度。

面粉厂粉管中面粉的亨特白度如表2所示,四种小麦面粉配粉模式如表3~表6所示。从结果中可以发现,理论值和实测值之间十分接近,理论值与实

测值之间绝对值均小于1%,有很好的吻合程度。

### 3 结论

混合粉的亨特白度与原粉的含量百分数成线性关系,这为小麦面粉生产过程中的配粉以及粉状食品及其原料的混配预测其亨特白度提供了理论依据和现实的指导意义,其它粉状物质混合后的亨特白度也可以借鉴本文的研究。

表3 小麦配粉面粉模式一

	精白粉	特制粉	精制粉	标粉
提取管道	1Mc/f,2M,3M1,CM 上	3M1 下,3M2,4M1,4M2 上、 5M 上,2B,1S,D1,3B、 CM 下,XF,1T,D2	1B、D1、D3、D4、D5、DF、 5M 下,4M2 下,DF2,6M、 8M,4BF,7M,4MC,2T	8M
提取比例(%)	20~30	25~35	15~25	1~5
理论白度	93.10	89.67	83.78	85.26
实际测定白度	93.84 ± 0.08	90.47 ± 0.05	84.36 ± 0.07	84.57 ± 0.11
T(%)	-0.78	-0.88	0.69	0.82

表4 小麦配粉面粉模式二

	精白粉	多用粉	精制粉 D5 +	标粉
提取管道	1Mc/f,2M,3M1,CM 上	3M1 下,3M2,4M1,4M2 上、 5M 上,2B,1S,D1、 CM 下,XF,D2	1B、D1、D3、D4、D5、DF,5M 下、 4M2 下,DF2,6M,8M,4BF、 7M,4MC,2T,1T,3B	8M
提取比例(%)	20~30	20~30	15~25	1~5
理论白度	93.10	89.14	85.60	85.26
实际测定白度	93.84 ± 0.08	89.97 ± 0.10	85.15 ± 0.09	84.57 ± 0.11
T(%)	-0.78	-0.92	0.54	0.82

表5 小麦配粉面粉模式三

	超级粉	特制粉	精制粉	标粉
提取管道	1Mc/f, 2M, 3M1、 CM 上、4M1、4M2 上	3M1 下、3M2、5M 上、 2B、1S、D1、3B、CM 下、 XF、1T、D2	1B、D1、D3、D4、D5、 DF、5M 下、4M2 下、DF2、6M、 8M、4BF、7M、4MC、2T	8M
提取比例(%)	30~40	10~20	15~25	1~5
理论白度	92.71	89.71	85.20	85.26
实际测定白度	93.32 ± 0.05	90.25 ± 0.10	84.63 ± 0.09	84.57 ± 0.11
T(%)	-0.65	-0.59	0.68	0.82

表6 小麦配粉面粉模式四

	特精粉	特制粉	精制粉	标粉
提取管道	1Mc/f, 2M, 3M1、 CM 上、3M2 上、4M 上	3M1 下、3M2 下、4M1 下、 4M2 上、5M 上、2B、1S、 D1、3B、CM 下、XF、1T、D2	1B、D1、D3、D4、D5、DF、 5M 下、4M2 下、DF2、6M、 8M、4BF、7M、4MC、2T	8M
提取比例(%)	25~35	20~30	15~25	1~5
理论白度	92.59	87.78	86.24	85.26
实际测定白度	93.07 ± 0.05	88.53 ± 0.09	85.64 ± 0.12	84.57 ± 0.11
T(%)	-0.52	-0.84	0.71	0.82

参考文献:

[1] 杨朝柱,张磊,司红起,马传喜. 小麦面粉白度研究进展[J]. 麦类作物学报,2002,22(3):74~77.  
 [2] 胡新中,卢为利,阮侦区,等. 影响小麦面粉白度的品质指标分析[J]. 中国农业科学,2007,40(6):1142~1149.  
 [3] 林作楫,雷振生, Moss H J. 中国挂面品质需求[J]. 作物学报,1996,22: 152~155.  
 [4] Wang Chun, Kovacs M I P, Fowler D B, Holley R. Effects of protein content and composition on white noodle making quality: Color[J]. Cereal Chemical,2004,81: 777~784.  
 [5] Miskelly D M. Flour components affecting paste and noodle color[J]. Journal of Science of Agriculture Food,1984(2): 463~471.

(上接第65页)

采用明胶和阿拉伯胶为壁材,谷氨酰胺转氨酶为固化剂,通过复凝聚法制备肉桂醛微胶囊。在 pH 3.7~4.0,明胶:阿拉伯胶 = 1:1,壁材总浓度 1%,芯壁比 1:1,搅拌速度 400r/min 的条件下可形成壁膜光滑、大小均一的球形多核微胶囊。pH 4.0 时,微胶囊的产率和效率分别为 86.52% 和 92.36%。包埋后肉桂醛的释放速率大大降低,在高温下具有很好的稳定性。

参考文献:

[1] Sebastien Gouin. Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends[J]. Trends in Food Science and Technology,2004,15: 330~347.  
 [2] Cornelus G de Kruif, Fanny Weinbreck, Renko de Vries. Complex coacervation of proteins and anionic polysaccharides[J]. Current Opinion in Colloid and Interface Science,2004,9: 340~349.  
 [3] 许时婴,张晓鸣,夏书芹,等. 微胶囊技术-原理与应用[M]. 北京:化学工业出版社,2006. 53~72.  
 [4] 梁治齐. 微胶囊技术及其应用[M]. 北京:中国轻工业出版社,1999. 39~53.  
 [5] 阮海燕. 肉桂醛在香精香料、日用化学品及食品添加剂行业中的应用[J]. 精细与专用化学品,2005,13(4/3): 9~10.  
 [6] 李光水,夏文水. β-环糊精与肉桂醛包合物的制备及热

[6] Hatcher D W, Symons S J, Anderson M J. Assessment of oriental noodle appearance as a function of flour refinement and noodle type by image analysis[J]. Cereal Chemical,2000,77(2): 181~186.  
 [7] Oh N H, Seib P A, Ward A B, Deyoe C W. Noodles IV. Influence of flour protein, extraction rate, particle size, and starch damage on the quality characteristics of dry noodles[J]. Cereal Chemical,1985,62: 441~446.  
 [8] 王晋海,张新丽. 白度的目视评价和仪器度量[J]. 现代涂料与涂装,2006(6):47~49.  
 [9] 邓文红,黄宏伟. GB/T2015-2005《白色硅酸盐水泥》之白度测定[J]. 广东建材,2006,7:106~107.  
 [10] 刘玉龙. 白度颜色的最新定量评价[J]. 科技情报开发与经济,2005,15:261~262.

分解动力学研究[J]. 食品科学,2005,26(2): 142~145.  
 [7] Ya - I Huang, Yu - Hsiu Cheng, Chien - Chih Yu, et al. Microencapsulation of extract containing shikonin using gelatin-acacia coacervation method: A formaldehyde-free approach[J]. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces,2007,58: 290~297.  
 [8] 宋健,陈磊,李效军. 微胶囊化技术及应用[M]. 北京:化学工业出版社,精细化工出版中心,2001. 127~135.  
 [9] R T Thimma, S Tammishetti. Study of complex coacervation of gelatin with sodium carboxymethyl guar gum: microencapsulation of clove oil and sulphamethoxazole[J]. Journal of Microencapsulation,2003,20(2): 203~210.  
 [10] Fanny Weinbreck, Roland H W Wientjes. Rheological properties of whey protein/gum Arabic coacervates[J]. Journal of Rheology,2004,48(6): 1215~1228.  
 [11] Fanny Weinbreck, M Minor, C G de Kruif. Microencapsulation of oils using whey protein/gum Arabic coacervates[J]. Journal of Microencapsulation,2004,21(6): 667~679.  
 [12] D J Burgess, J E Carless. Microelectrophoretic studies of gelatin and acacia for the prediction of complex coacervation[J]. Journal of Colloid and Interface Science,1984,98: 1~8.  
 [13] Chih-Pong Chang, Ting-Kai Leung, Shang-Ming Lin, et al. Release properties on gelatin-gum Arabic microcapsules containing camphor oil with added polystyrene[J]. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces,2006,50: 136~140.