

# 小麦品种籽粒品质与麦芽汁品质的相关性研究

于颖,冯佳,徐桂花

(宁夏大学农学院食品系,宁夏 银川 750021)

**摘要:** 对12个小麦品种进行籽粒品质、麦芽汁品质以及它们之间的相关性分析,得到籽粒品质与麦芽汁品质之间的相关关系。并初步确定籽粒的蛋白质含量、淀粉含量、容重、水分含量对麦芽汁品质有重要影响。

**关键词:** 小麦品种; 籽粒品质; 麦芽汁品质; 相关性

中图分类号: TS262.5; TS261.2; TS261.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-9286(2008)08-0047-04

## Study of the Correlativity Between Wheat Seeds Quality and Wort Quality

YU Ying, FENG Jia and XU Gui-hua

(Food Science Departemnt of Agriculture College of Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

**Abstract:** Through the analysis of seeds quality of 12 wheat species, wort quality, and their correlativity, the relationship between seeds quality and wort quality was discussed. It was preliminarily concluded that the protein content, amylum content, bulk density, and moisture content of wheat seeds had great effects on wort quality. (Tran. by YUE Yang)

**Key words:** wheat species; seeds quality; wort quality; correlativity

啤酒是世界性饮料酒,营养丰富<sup>[1]</sup>。随着啤酒工业的发展,我国已成为仅次于美国的世界第二大啤酒生产国,消费者饮用啤酒也越来越注重其内在质量和品位。但近年来,啤酒大麦价格的上涨和愈演愈烈的啤酒市场竞争使啤酒企业更迫切地要求降低生产成本。原料来源广且价格低廉的小麦芽逐渐被用以取代部分大麦芽来酿造啤酒。小麦是我国粮食系统中的重中之重,营养比较丰富、经济价值较高。小麦籽粒含有丰富的淀粉、较多的蛋白质、少量的脂肪,还有多种矿物质元素和维生素。据研究报告,小麦芽与大麦芽相比,在色度、糖化时间、糖化力、蛋白质、成本等方面更有优势。小麦啤酒的研制和开发,能够满足高层次、高品位消费者的需求,又可丰富啤酒的花色品种。小麦啤酒还有特殊的小麦芽香气,适中的酯香和酒花的清香,口味略酸,爽口,柔和协调,醇厚,二氧化碳足,杀口力强。

从国内报道的文献可知,我国小麦啤酒的研究大多是对其工艺的探讨,重点在制麦工艺、糖化工艺和发酵条件的研究,而对适合酿造的小麦品种的筛选缺乏系统的研究,小麦组成成分对小麦酿造品质的影响研究几乎是一个空白。本文通过对小麦品种籽粒品质与麦芽汁品质之间的相关性研究,得到它们之间的相关关系,初步确定籽粒的哪些品质与麦芽汁品质有重要影响。对优质啤酒小麦籽粒品质和麦芽汁品质特点的确定有一定的

参考作用。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

##### 1.1.1 小麦品种(表 1)

表 1 小麦品种的名称及来源

品种名称	选育单位
扬麦 9 号	江苏里下河地区农科院
扬麦 11 号	江苏里下河地区农科院
扬麦 12 号	江苏里下河地区农科院
建麦 1 号	江苏建湖农科院
太空 5 号	河南省农科院
淮麦 18 号	江苏徐淮地区淮阴农科所
皖麦 38 号	安徽省涡阳县农科
豫麦 47	河南省农科院
豫麦 18	河南省农科院
济南 17	山东省农科院
豫展 2000	河南省农作物品种展览中心
徐州 25	江苏农科院

##### 1.1.2 仪器与设备

JA3003 型电子天平; YQ- PJ- 5 型盘式粉碎机;  
 PYX- DHS 型恒温培养箱; YQ- PJ- 6B 自动糖化器;  
 761 型紫外可见分光光度计; 2100 型凯氏定氮仪;  
 DZKW- 4 型电子恒温水浴箱; 8620 型瑞典波通谷  
 物品品质分析仪;  
 SD- 1 型色度仪; 自动滴定仪;

收稿日期: 2008- 05- 28

作者简介: 于颖(1983-), 女, 辽宁阜新人, 研究生, 研究方向为食品安全检测及功效成分提取。

1500型瑞典波通降落数值仪;乌氏黏度计;

723分光光度计;选粒机;

附温比重瓶;秒表。

## 1.2 方法

### 1.2.1 小麦及大麦籽粒品质性状测定方法

夹杂物、破碎率、千粒重、3 d发芽率、5 d发芽率、选粒试验、水敏感性测定:根据 GB/T7416-2000 中的方法。

皮色质地、容重测定:根据 GB1351-86 中的方法。

蛋白质、水分、硬度测定:近红外法(ICC NO.202; NIR,Perten8620)。

降落数值测定:根据 GB10361-89 中的方法。

出粉率测定:用 Brabender 试验磨粉机磨粉,根据德国谷物化学协会标准。

淀粉含量测定:根据 GB5514-85 中的方法。

### 1.2.2 微量制麦方法

样品 水浸 6 h 空气休止 6 h 水浸 2 h 空气休止 6 h 水浸 4 h(恒温 18 )

发芽方法:降温发芽 5 d(18 、15 、13 、13 、16 )。

麦芽烘干方法:46 烘干 6 h;62 脱水 10 h;72 焙干 2 h;80 焙焦 4 h。

麦芽汁制备:协定法制麦汁 QB1686-93。

### 1.2.3 麦芽汁品质性状测定方法

根据《参考啤酒工业手册》(中册)中的方法测定:原麦汁浓度、总酸、还原糖、糖/非糖、过滤速度。

根据 QB1686-93 中的方法测定: -氨基氮、色度、浸出物、煮沸色度、黏度。

## 1.3 数据处理

采用 Excel 统计分析软件,进行描述统计、相关分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 小麦籽粒品质性状分析

小麦籽粒品质参数见表 2。

从表 2 可知,籽粒的 3 d 发芽率最低值为 83%,能够保证发芽的正常进行和麦芽质量的稳定性。其他各项指标的变幅几乎包括了小麦籽粒的正常变化范围。籽粒的夹杂物、破损率、水分含量、降落数值、液化值、水敏感性的变异系数都较大(> 10),而籽粒的容重、3 d 发芽率、5 d 发芽率、淀粉含量、出粉率的变异系数都较小(< 5),但变幅较大。籽粒的千粒重、硬度、2.5 mm 筛选粒试验、蛋白质含量的变异系数为 5~10。说明不同品种籽粒品质差异较大,且所选小麦品种具有广泛性和代表性。

夹杂物、破损率、水分、千粒重、3 d 发芽率、5 d 发芽

表 2 小麦籽粒品质参数

品质性状	平均值	标准偏差	最小值	最大值	计数	变异系数
夹杂物(%)	0.04	0.02	0.02	0.10	12	56.75
破损率(%)	0.51	0.30	0.13	0.94	12	58.31
水分(%)	7.42	0.93	5.60	8.60	12	12.49
千粒重(g/千粒)	38.02	2.54	34.85	43.35	12	6.67
降落数值(s)	428.58	49.58	333.00	503.00	12	11.57
液化值(s)	16.06	2.22	13.20	21.20	12	13.85
容重(g/L)	801.75	10.30	788.00	820.00	12	1.28
硬度(%)	56.21	3.50	48.40	60.80	12	6.23
2.5 mm 筛选粒试验(%)	83.73	8.00	60.25	89.58	12	9.55
3 d 发芽率(%)	95.28	4.40	83.00	99.33	12	4.61
5 d 发芽率(%)	96.92	3.57	86.33	99.33	12	3.68
水敏感性(%)	2.61	5.84	-1.00	19.67	12	223.50
蛋白质含量(%)	13.08	1.04	11.60	14.80	12	7.96
淀粉含量(%)	70.18	1.07	68.51	71.57	12	1.53
出粉率(%)	57.09	2.47	53.40	60.96	12	4.33

率、水敏感性、2.5 mm 筛选粒试验、蛋白质含量是国家标准要求测试的啤酒大麦的基本指标。从表 2 可知道,籽粒的 3 d 发芽率、5 d 发芽率的平均值分别为 95%和 97%,达到啤酒大麦的 3 d 发芽率优级(95%)和 5 d 发芽率优级(97%)要求。籽粒夹杂物的平均值为 0.04%,达到啤酒大麦的夹杂物优级(1.0%)要求。籽粒破损率的平均值为 0.51%,达到啤酒大麦的破损率一级(1.0%)要求。籽粒水分的平均值为 7.42%,达到啤酒大麦的水分优级(12%)要求。籽粒的 2.5 mm 筛选粒试验的平均值为 84%,达到啤酒大麦的 2.5 mm 筛选粒试验优级(80%)要求,最低值为 60%,说明不同小麦品种籽粒品质差异较大。籽粒的水敏感性的平均值为 3%,达到啤酒大麦的水敏感性优级(10%)要求。籽粒的蛋白质含量的平均值为 13.08%,不符合啤酒大麦的蛋白质含量二级要求(10%~13.5%),仅有少量品种的籽粒蛋白质含量低于 12%,达到啤酒大麦的蛋白质含量优级(10%~12.5%)要求。籽粒的千粒重的平均值为 38%,达到啤酒大麦的千粒重优级要求(38%)。说明小麦籽粒品质与啤酒大麦的国家标准还是存在差异的。需要进一步的研究制定小麦啤酒的标准。因此,我们研究小麦籽粒品质与麦芽汁品质的相关性,对于确定优质啤酒小麦籽粒品质、麦芽汁品质有很大作用。

### 2.2 小麦麦芽汁品质性状分析

小麦麦芽汁品质参数见表 3。

麦芽汁的理化分析是啤酒酿造的中间环节,主要判断麦芽汁特性是否正常。实际生产中由麦芽汁的检测参数来调整麦芽汁,以保证酵母发酵所需的能量和营养,并保证一定的原麦汁浓度。从表 3 可知,所测的小麦麦芽汁的检测指标基本正常。而各品种间麦芽汁的还原

表3 小麦麦芽汁品质参数

品质性状	平均值	标准偏差	最小值	最大值	计数	变异系数
色度(EBC)	11.48	5.18	6.83	23.25	12	45.09
煮沸色度(EBC)	18.42	9.25	8.50	37.00	12	50.23
黏度(mPa·s)	2.08	0.43	1.40	3.00	12	20.54
$\alpha$ -氨基氮含量(mg/100g)	331.58	72.92	224.52	427.69	12	21.99
浸出物含量(%)	8.45	0.60	6.97	9.63	12	7.10
还原糖(%)	4.20	0.13	4.03	4.47	12	2.98
原麦汁浓度(%)	13.19	2.84	9.85	20.59	12	21.56
总酸(mL/100mL)	1.36	0.39	0.90	2.23	12	28.40
糖/非糖	1.04	0.00	1.04	1.05	12	0.13
过滤速度(min/100mL)	20.42	6.61	10.00	32.00	12	32.39

糖、糖/非糖的变异系数都相对较小( $< 5.0$ ), 麦芽汁的浸出物含量的变异系数为5~10, 麦芽汁的其余各项指标的变异系数均较大( $> 10$ )。即不同品种的小麦麦芽汁的理化指标差异较大, 这与小麦品种籽粒差异大有关。

### 2.3 小麦籽粒品质参数间的相关分析

小麦籽粒品质参数间相关系数见表4。

从表4可知, 籽粒的水分含量与千粒重、夹杂物和蛋白质含量分别呈显著负相关( $r=-0.677$ )、显著正相关( $r=0.668$ )和显著正相关( $r=0.582$ ); 籽粒的千粒重与蛋白质含量呈显著负相关( $r=-0.631$ ); 籽粒的降落数值与籽粒的液化值和蛋白质含量分别呈极显著负相关( $r=-0.98$ )和显著正相关( $r=0.611$ ); 籽粒的容重与淀粉含量呈显著负相关( $r=-0.790$ ); 籽粒的液化值与蛋白质含量呈显著负相关( $r=-0.623$ ); 籽粒的3d发芽率与5d发芽率呈极显著正相关( $r=0.976$ )。

### 2.4 小麦麦芽汁品质参数间的相关分析

麦芽汁品质参数间相关系数见表5。

由表5可知, 麦芽汁的煮沸色度与色度、 $\alpha$ -氨基氮含量和总酸分别呈相关系数为0.790、0.620和0.727的显著正相关; 麦芽汁的 $\alpha$ -氨基氮含量与总酸呈显著正相关( $r=0.669$ ); 麦芽汁的还原糖与糖/非糖呈极显著正相关( $r=0.998$ )。

### 2.5 小麦籽粒品质与麦芽汁品质间的相关分析

小麦籽粒品质与麦芽汁品质参数间的相关系数见表6。

由表6可知, 麦芽汁的浸出物含量与籽粒的容重和淀粉含量分别呈显著正相关( $r=0.664$ )和显著负相关( $r=-0.613$ ); 麦芽汁的黏度与籽粒的3d发芽率呈显著负相关( $r=-0.592$ ); 麦芽汁的 $\alpha$ -氨基氮含量与籽粒的容重、破损率和淀粉含量分别呈显著负相关( $r=-0.757$ )、显著负相关( $r=-0.790$ )和显著正相关( $r=0.642$ ); 麦芽汁的原麦汁浓度与籽粒的水分含量呈显著负相关( $r=-0.616$ ); 麦芽汁的还原糖与籽粒的水分含量和蛋白质含量分别呈相关系数为-0.576和-0.677的显著负相关; 麦芽汁的糖/非糖与籽粒的水分含量和蛋白质含量分别呈相关系数为-0.588和-0.684的显著负相关。

从上述分析来看, 小麦籽粒的蛋白质含量、淀粉含量、容重、水分含量对小麦麦芽汁品质有重要影响。

## 3 结论与讨论

### 3.1 结论

通过对12个小麦品种进行籽粒品质分析、麦芽汁品质分析以及小麦品种籽粒品质与麦芽汁品质之间的相关性分析, 得出以下结论:

#### 3.1.1 不同小麦品种的籽粒品质、麦芽汁品质差异较大

表4 小麦籽粒品质参数间相关系数

x	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15
x1	1.000														
x2	-0.091	1.000													
x3	0.668*	0.002	1.000												
x4	-0.493	-0.108	-0.677*	1.000											
x5	0.158	-0.215	0.350	-0.287	1.000										
x6	-0.183	0.150	-0.356	0.366	-0.985**	1.000									
x7	0.149	0.361	0.169	0.162	0.252	-0.227	1.000								
x8	0.302	0.010	0.108	-0.162	0.175	-0.154	0.545	1.000							
x9	0.321	-0.077	0.295	0.302	0.051	0.016	0.411	0.107	1.000						
x10	-0.001	-0.345	0.049	0.113	0.001	0.055	-0.551	-0.498	-0.033	1.000					
x11	0.004	-0.340	0.073	-0.006	0.001	0.041	-0.569	-0.455	-0.115	0.976**	1.000				
x12	-0.090	-0.115	-0.096	0.023	0.384	-0.332	-0.276	-0.114	0.217	0.155	0.147	1.000			
x13	0.348	-0.546	0.582*	-0.631*	0.611*	-0.623*	-0.344	-0.021	0.036	0.256	0.319	0.324	1.000		
x14	-0.303	0.177	-0.083	-0.317	0.091	-0.175	-0.382	-0.288	-0.111	-0.078	0.027	0.478	0.353	1.000	
x15	-0.302	0.167	0.208	0.305	-0.241	0.268	0.070	-0.470	0.368	0.115	0.014	-0.247	-0.176	-0.059	1.000

注:  $d_1=10$ ,  $r_{0.05}=0.576$ ,  $r_{0.01}=0.798$ 。X—品质性状; x1—夹杂物; x2—破损率; x3—水分; x4—千粒重(g); x5—降落数值(s); x6—容重(g/L); x7—2.5 mm 筛选粒试验; x8—液化值(s); x9—3d发芽率; x10—5d发芽率; x11—水敏感性; x12—硬度; x13—蛋白质; x14—出粉率; x15—淀粉。

表5 麦芽汁品质参数间相关系数

z	z1	z2	z3	z4	z5	z6	z7	z8	z9	z10
z1	1.000									
z2	0.790*	1.000								
z3	-0.003	-0.126	1.000							
z4	0.317	0.620*	-0.250	1.000						
z5	-0.516	-0.359	-0.447	-0.346	1.000					
z6	-0.464	-0.176	0.289	-0.268	0.200	1.000				
z7	-0.388	-0.090	-0.320	0.116	0.052	0.388	1.000			
z8	0.498	0.727*	-0.231	0.669*	-0.049	-0.024	-0.140	1.000		
z9	-0.462	-0.194	0.287	-0.266	0.192	0.998**	0.378	-0.016	1.000	
z10	0.096	0.106	0.334	0.048	-0.181	0.294	-0.433	0.308	0.298	1.000

注:  $d_r=10$ ,  $r_{0.05}=0.576$ ,  $r_{0.01}=0.798$ 。Z—品质性状; z1—色度(EBC); z2—煮沸色度(EBC); z3—黏度(mPa·s); z4— $\alpha$ -氨基氮(mg/100g); z5—浸出物(%); z6—还原糖(%); z7—原麦汁浓度(%); z8—总酸(mL/100mL); z9—糖/非糖; z10—过滤速度(min/100mL)。

且与国家标准啤酒大麦之间存在较大差异,因此需要进一步的研究制订小麦自己的标准。

3.1.2 得到籽粒品质与麦芽汁品质之间的相关关系:麦芽汁的浸出物含量、-氨基氮含量分别与籽粒的容重呈显著正相关关系( $r=0.664$ )和显著负相关关系( $r=-0.757$ );麦芽汁的浸出物含量、-氨基氮含量分别与籽粒的淀粉含量呈显著负相关关系( $r=-0.613$ )和显著正相关关系( $r=0.642$ );麦芽汁的原麦汁浓度、还原糖、糖/非糖与籽粒的水分含量呈显著负相关关系( $r=-0.616$ ,  $r=-0.576$ ,  $r=-0.588$ );麦芽汁的还原糖、糖/非糖与籽粒的蛋白质含量呈显著负相关关系( $r=-0.677$ ,  $r=-0.684$ )。

3.1.3 初步可确定影响麦芽汁理化指标的籽粒品质主要指标为:蛋白质含量、淀粉含量、容重、水分。

## 3.2 讨论

3.2.1 实验室的麦芽汁制备方法还没有相应的标准可

以参考,且不同的方法会导致相互之间试验结果的不可比性。

3.2.2 实验室的方法与实际生产往往存在一定的差异,实验室的试验结果能否客观地反映实际生产还需进一步试验研究。

3.2.3 小麦麦芽汁的理化指标还没有国家标准,因此急需研究人员的深入研究和标准的制订。

## 参考文献:

- [1] Jaccues, D. Brewer [J].1986,(72): 420-423.
- [2] Kieninger, H. Brauwelt [J].1978,118 (49): 1985-1986.
- [3] Jentsch M. Wheat beer-quality parameters in focus[J]. Brauwelt, 2005, 145(22): 668-671.
- [4] Delvaux F, Depraetere SA, Delvaux FR. Ambiguous impact of Wheat glutes on the colloidal haze of wheat beers[J]. Journal Of the Amerieian Society of Brewing Chemists.2003, 61(2): 63-68.
- [5] 祝忠会.小麦麦芽在低度啤酒生产中的应用[J].酿酒科技, 2004, (1): 57-58.
- [6] 王海明,王智.用小麦酿造啤酒的讨论[J].酿酒科技, 2004, (1): 52-56.
- [7] 董小雷,周广田.小麦啤酒的生产与研究[J].酿酒科技, 2004, (5): 82-84.
- [8] 管敦仪.啤酒工业手册[M].北京:中国轻工业出版社, 1998. 58-59.

表6 小麦籽粒品质与麦芽汁品质参数间相关系数

	z1	z2	z3	z4	z5	z6	z7	z8	z9	z10
x1	-0.014	-0.271	0.179	-0.066	-0.065	-0.328	-0.268	-0.456	-0.316	-0.229
x2	-0.015	-0.397	0.319	-0.790*	-0.120	0.252	-0.047	-0.466	0.269	-0.081
x3	0.394	0.094	0.148	-0.164	-0.163	-0.576*	-0.616	-0.361	-0.588*	-0.056
x4	-0.506	-0.168	-0.205	-0.002	0.360	0.493	0.536	0.109	0.476	0.078
x5	-0.090	-0.160	-0.215	-0.104	0.276	-0.439	0.043	-0.368	-0.462	-0.408
x6	0.028	0.141	0.180	0.136	-0.208	0.434	-0.069	0.383	0.454	0.414
x7	-0.299	-0.445	0.166	-0.757*	0.664*	0.163	-0.194	-0.385	0.149	-0.187
x8	0.063	0.010	0.246	-0.081	0.307	0.042	-0.206	0.087	0.047	-0.378
x9	-0.013	-0.234	-0.062	-0.165	0.208	-0.228	-0.262	-0.149	-0.231	0.178
x10	-0.068	0.170	-0.592*	0.399	-0.047	-0.025	0.305	-0.002	-0.031	-0.023
x11	-0.010	0.218	-0.535	0.397	-0.055	0.037	0.225	0.053	0.034	0.075
x12	-0.135	-0.251	0.074	0.209	-0.269	-0.176	0.037	-0.133	-0.168	0.153
x13	0.471	0.376	-0.204	0.460	-0.217	-0.677*	-0.295	0.115	-0.684*	-0.010
x14	0.479	0.214	0.078	0.079	-0.461	-0.091	-0.095	0.228	-0.072	0.434
x15	0.303	0.274	-0.104	-0.171	-0.130	-0.168	-0.138	0.025	-0.197	0.215

注:  $d_r=10$ ,  $r_{0.05}=0.576$ ,  $r_{0.01}=0.798$ 。x1—夹杂物; x2—破损率; x3—水分; x4—千粒重(g); x5—降落数值(s); x6—容重(g/L); x7—2.5 mm 筛选粒试验; x8—液化值(s); x9—3 d 发芽率; x10—5 d 发芽率; x11—水敏感性; x12—硬度; x13—蛋白质; x14—出粉率; x15—淀粉; z1—色度(EBC); z2—煮沸色度(EBC); z3—黏度(mPa·s); z4— $\alpha$ -氨基氮(mg/100g); z5—浸出物(%); z6—还原糖(%); z7—原麦汁浓度(%); z8—总酸(mL/100mL); z9—糖/非糖; z10—过滤速度(min/100mL)。