

# 安徽省 33 个小麦品种烘焙品质研究

李艳敏<sup>1</sup>, 李珊<sup>1</sup>, 王月娥<sup>1</sup>, 沈家成<sup>1</sup>, 张文明<sup>1</sup>, 郑文寅<sup>1,2</sup>, 姚大年<sup>1,2,3</sup>

(1. 安徽农业大学农学院, 安徽 合肥 230036; 2. 安徽省小麦产业体系, 安徽 合肥 230036;

3. 农业部小麦生物学与遗传育种重点实验室, 安徽 合肥 230036)

**摘要:**为给安徽省种植小麦品种的品质利用提供参考,以2016年安徽省小麦产业体系收获的33个小麦品种(系)为试验材料,检测其籽粒品质、面团特性、面包烘焙品质、面粉白度、脂肪氧化酶(LOX)活性和类胡萝卜素含量等。结果表明,33个供试品种(系)间的籽粒品质、烘焙品质、白度、LOX活性等品质性状品种间差异均达极显著;面包表皮质地和形状与LOX活性及b值呈显著正相关;面包芯色泽与面团的稳定时间呈极显著正相关,与弱化度呈显著负相关;平滑度与a值、b值和LOX活性呈显著正相关,与L值及白度呈极显著负相关;纹理结构与b值呈显著正相关;面包总分与面团稳定时间呈显著正相关。本研究在安徽省种植小麦品种中筛选出扬麦23、涡麦182、周麦28、安科157和宿4095等面包评分较高的小麦品种。讨论了安徽种植小麦品种的品质性状及其利用等问题。

**关键词:**小麦品种;品质性状;面包;烘焙品质

中图分类号:TS211.2 文献标识码:A 文章编号:1007-7561(2017)06-0026-07

## Research on baking quality of thirty - three varieties of wheat grown in Anhui province

LI Yan - min<sup>1</sup>, LI Shan<sup>1</sup>, WANG Yue - e<sup>1</sup>, SHENG Jia - cheng<sup>1</sup>, ZHANG Wen - ming<sup>1</sup>

ZHENG Wen - yin<sup>1,2</sup>, YAO Da - nian<sup>1,2,3</sup>

(1. College of Agronomy, Anhui Agricultural University, Hefei Anhui 230036;

2. Anhui Wheat industry system, Hefei Anhui 230036;

3. Key Laboratory of Wheat Biology and Genetic Breeding of Ministry of Agriculture, Hefei Anhui 230036)

**Abstract:** In order to provide reference for the quality utilization of wheat varieties (lines), thirty - three wheat varieties harvested in Anhui province in 2016 were selected as materials to evaluate the grain quality, dough properties, bread baking quality, flour whiteness, lipoxygenase (LOX) activity, and carotenoid content and other quality characters. The results showed that there were extremely remarkable differences in grain quality, bread baking quality, flour whiteness, LOX activity, and other quality characters among varieties. The texture of crust and shape of bread were positively correlated to LOX activity and b value. The colour of bread crumb had an extremely significantly positive correlation with stability time of dough, while significantly negative correlation with the degree of softening. There was a significant positive correlation between smoothness and a value, b value, LOX activity, while significantly negative correlation with L value and whiteness; the texture of bread had significantly positive correlation with b value, and total evaluating score of bread with stability time. Five wheat varieties, including guomai 182, su 4095, yangmai 23, zhoumai 28 and Anke 157, were selected as varieties with good baking qualities. In addition, the quality characters and utilization of wheat grown in Anhui province were discussed.

**Key words:** wheat varieties; quality traits; bread; baking quality

在我国,小麦一般用来生产和制作各类面食,在西方主要用来制做面包、饼干和糕点等<sup>[1]</sup>。良

好的营养品质对小麦的烘焙制品品质具有至关重要的意义。营养品质主要指小麦籽粒中营养成分的高低;评价指标主要包括蛋白质含量、面团流变学特性、淀粉糊化特性等。前人研究认为,蛋白质含量和质量、沉降值、湿面筋含量和粉质参数等与面包烘焙品质密切相关<sup>[2]</sup>。面包品质属于烘焙品

收稿日期:2017-06-08

基金项目:国家重点研发计划(2016YFD0300405);国家自然科学基金(31371615)

作者简介:李艳敏,1991年出生,女,硕士。

通讯作者:郑文寅,1975年出生,女,博士,副教授。

质之一,与小麦品种、面粉品质及食品制作工艺有关。

蛋白质含量是影响面包品质的关键因素。相关研究表明:面团流变学特性与蛋白质密切相关。通常认为,在一定范围内,面团的吸水率越高,稳定时间越长,面包烘焙品质越好<sup>[3]</sup>。形成时间、稳定时间、吸水率和蛋白质含量对面包体积、结构和面包评分影响较大<sup>[4]</sup>。一般认为,蛋白质与面包体积、芯色泽、面包评分均具有显著或极显著正相关<sup>[5]</sup>。

面粉白度性状中,a值、b值、L值和白度对面包及若干食品品质有一定影响,但影响有限<sup>[6]</sup>。Leenhardt等<sup>[6-7]</sup>、Borrelli等<sup>[8]</sup>和Irvine等<sup>[9]</sup>的研究表明,LOX会偶联氧化小麦面粉中的类胡萝卜素进而使小麦粉变白。类胡萝卜素是籽粒中天然维生素A的前体物质,是小麦面粉颜色中的黄色来源之一,能够通过其自身的抗氧化作用延缓脂肪氧化酶对胚乳内部营养物质的降解。胡瑞波等<sup>[10]</sup>研究认为类胡萝卜素含量与面粉黄度呈极显著正相关,与碱性黄面条的黄度呈显著正相关,与面粉亮度、白度呈极显著负相关。类胡萝卜素含量和LOX活性影响可以在一定程度上影响面粉和面包色泽<sup>[9]</sup>。

我国的小麦品种品质研究起步较晚,自1992年举行第一届“中国小麦品种品质鉴评会”以来,小麦的品质研究受到广大小麦育种、生产、粮食和食品研究者的关注。然而,由于多年来小麦生产多注重提高单位面积产量,对其品质的重视程度不够。“十三五”农业规划中,把提质增效放到重要位置,从而进一步提高小麦品质育种、优质品种利用、优质商品麦、优质面粉和面制品等小麦产业链各个行业积极性。

安徽省的地里位置横跨淮河和长江两大流域,分沿淮至淮北、江淮和江南三个区域,小麦主产区淮北和沿淮地区适合种植中强筋至强筋小麦。目前,在安徽省种植的小麦中,除了公认的优质强筋小麦“新麦26”外,其他强筋品种数量很少,面积很小。本研究试图在安徽省的主推小麦品种中,通过品质分析,了解我省小麦品种品质现状,筛选适合安徽种植的强筋小麦品种。

目前国内关于安徽省种植小麦品种的烘焙品质报道甚少。本研究选用安徽省小麦产业技术体系种植的33个小麦品种,分析其籽粒和面粉品质性状、面粉白度、LOX活性和类胡萝卜素含量等;制作面包,研究主要面包品质性状的品种间差异,旨在为安徽省及长江中下游地区小麦品种的品质利用提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料:取自安徽省小麦产业技术体系2015~2016年度品种展示材料;供试材料包括在安徽种植的鲁、豫、苏、皖等省的品种,共33个。室内实验在安徽农业大学种子科学与工程实验室进行。

实验药剂:正丁醇、磷酸氢二钠、十二水合磷酸二氢钠、硼酸等,均购于上海生物工程股份公司。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 田间试验

试验参照品种展示要求,33个品种,每个品种0.5亩地,田间管理按常规进行。收获的籽粒晒干至安全水分(13%)以下,取样混匀,室内密闭储藏2个月备用。

#### 1.2.2 品质分析

(1)近红外参数测定:用瑞典产的Perten DA 7200型近红外线谷物分析仪测定小麦籽粒的粗蛋白质含量、湿面筋含量、沉淀值等品质性状。

(2)润麦和磨粉:小麦的水分测定及润麦:准备测定的小麦样品是收获后经过3个月密闭储藏的小麦,先使用快速水分测量仪测定小麦样品的水分含量,再参照国标(GB/T 14614—2006)的公式计算出润麦所需要的加水量。加水量公式: $n_1 = [(m_1 - m_0)/(1 - m_1)] \times M$ ,其中M为样品重(g), $m_1$ 为目标水分(%), $m_0$ 为原始水分(%), $n_1$ 为含水量为 $m_0$ 重M的小麦润至目标水分 $m_0$ 所需要加入的蒸馏水水量(mL)。润麦方法:称取定量的小麦,放入厚实的纸袋中密封,加入适量的水,封口后摇混100下左右,尽量保证均匀润麦,本次试验中的小麦样品润麦时间统一在8h,以使制出的面粉水分含量为14%左右。粉的制备及贮藏:试验中的小麦样品润麦达到8h后,使用德国生产Brabender 880101.003型实验磨粉机磨粉,过100目筛,将磨制的面粉用密

封袋保存至冰箱贮藏,贮藏3个星期之后,用于测面粉团流变学等特性以及面包制作和品质测定。

(3)白度:使用 CR410 型色差仪测定定量面粉的红度值(a)和黄度值(b)、亮度值(L)等性状值,根据亨特白公式换算出白度值,  $W = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + a^2 + b^2}$ 。

(4)小麦粉的粉质特性测定:利用 Brabender 810114 型粉质仪测定供试小麦品种面粉的粉质参数,具体操作规范参照国标粉质仪法(GB/T 14614—2006)。

(5)类胡萝卜素含量和 LOX 活性测定分别参照吴媛媛<sup>[11]</sup>小麦籽粒类胡萝卜素含量的测定方法和 Cato 等<sup>[12]</sup>分光光度计法进行测定。

### 1.2.3 烘焙制品品质分析

评价方法:面包制作及感官评价参考 GB/T 14611—2008《粮油检验小麦粉面包烘焙品质试验直接发酵法》。

### 1.2.4 数据统计分析

用 Excel 和 DPS 软件对数据进行处理,对小麦品质性状和面包烘焙品质指标进行分析比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 33 个小麦品种品质性状方差分析和多重比较

#### 2.1.1 近红外参数方差分析和多重比较

供试小麦品种(系)的粗蛋白含量、湿面筋含量、沉降值等品质性状品种间达到极显著。由表 1 可见,蛋白质含量的平均值为 13.59%,最大值为 14.98%,最小值为 12.73%,极差为 2.25%,蛋白质含量较高的品种为周麦 28、扬麦 23 和新 1107,较低的为淮麦 29、明麦 1 号、宿 4095;湿面筋含量的平均值为 29.04%,最大值为 32.29%,最小值为 27.15%,极差为 5.14%,湿面筋含量较高的品种为周麦 28、华成 4012 和新 1107,较低的为淮麦 29、明麦 1 号、宿 4095;硬度的平均值 64.23,最大值为 71,最小值为 53.5,极差值为 17.5,硬度指数较高的品种为济麦 22、新 1107 和华成 4012,较低的为皖科 2918、益科麦 094、未来 0818;沉降值的平均值为 23.85 mL,最大值为 31.4 mL,最小值为 18.9 mL,极差为 12.5 mL,沉降值较高的品种为新 1107、皖宿 0722 和扬麦 23,较低的为明麦 1 号、涡麦 182、阜麦 18。

表 1 供试品种 4 个品质性状的多重比较

品种	蛋白质	湿面筋	硬度指数	沉降值
安科 157	13.76 <sup>efg</sup>	28.84 <sup>hijk</sup>	64 <sup>fghi</sup>	23.75 <sup>efghijk</sup>
安农 0711	13.05 <sup>mno</sup>	27.86 <sup>mno</sup>	66.5 <sup>bed</sup>	22.7 <sup>ghijkl</sup>
阜麦 18	12.98 <sup>op</sup>	27.78 <sup>mno</sup>	63 <sup>hijk</sup>	18.9 <sup>n</sup>
华成 4012	14.31 <sup>bc</sup>	31.31 <sup>b</sup>	71 <sup>a</sup>	26.3 <sup>bed</sup>
淮麦 29	12.93 <sup>opq</sup>	27.75 <sup>mno</sup>	62 <sup>jkl</sup>	21.7 <sup>jklm</sup>
淮麦 33	13.05 <sup>no</sup>	27.85 <sup>mno</sup>	63 <sup>hijk</sup>	27.1 <sup>bc</sup>
淮麦 35	13.38 <sup>ijk</sup>	28.35 <sup>jklm</sup>	64.5 <sup>efgh</sup>	20.9 <sup>lmn</sup>
济麦 22	13.86 <sup>def</sup>	30.13 <sup>cde</sup>	68 <sup>b</sup>	23.9 <sup>defghij</sup>
连麦 2 号	13.74 <sup>efg</sup>	29.3 <sup>fghi</sup>	66 <sup>cde</sup>	22.75 <sup>ghijkl</sup>
连麦 6 号	13.23 <sup>ijklmn</sup>	28.378 <sup>jklm</sup>	66.5 <sup>bed</sup>	26.3 <sup>bed</sup>
明麦 1 号	12.79 <sup>pq</sup>	27.32 <sup>no</sup>	62 <sup>jkl</sup>	19.3 <sup>mn</sup>
山农 17	13.07 <sup>lmno</sup>	28.33 <sup>jklm</sup>	65.5 <sup>cdef</sup>	24.55 <sup>defghi</sup>
宿 4095	12.73 <sup>q</sup>	27.15 <sup>o</sup>	64 <sup>fghi</sup>	22.9 <sup>ghijkl</sup>
宿 4129	13.87 <sup>def</sup>	30.02 <sup>der</sup>	66 <sup>cde</sup>	24.1 <sup>defghij</sup>
泰农 17	13.54 <sup>ghi</sup>	29.08 <sup>ghij</sup>	67 <sup>bc</sup>	24.3 <sup>defghi</sup>
皖科 131	13.82 <sup>ef</sup>	29.66 <sup>efg</sup>	66 <sup>cde</sup>	26.05 <sup>bcde</sup>
皖科 2918	13.14 <sup>ijklmo</sup>	28.05 <sup>klmn</sup>	61 <sup>l</sup>	21.7 <sup>jklm</sup>
皖科 319	13.63 <sup>fgh</sup>	29.1 <sup>ghij</sup>	63.5 <sup>ghij</sup>	24.7 <sup>defgh</sup>
皖宿 0722	13.80 <sup>ef</sup>	29.3 <sup>6efghi</sup>	65 <sup>defg</sup>	27.55 <sup>b</sup>
皖宿 0911	13.8 <sup>ef</sup>	29.1 <sup>lghij</sup>	66 <sup>cde</sup>	24.95 <sup>cdefgh</sup>
未来 0818	13.83 <sup>ef</sup>	29.35 <sup>efghi</sup>	53.5 <sup>m</sup>	23.55 <sup>fghijk</sup>
涡-M1	13.11 <sup>lmno</sup>	28.19 <sup>klm</sup>	62.5 <sup>ijkl</sup>	22.15 <sup>ijkl</sup>
涡麦 182	13.3 <sup>ijklm</sup>	27.99 <sup>lmn</sup>	64.5 <sup>efgh</sup>	18.95 <sup>n</sup>
涡麦 8 号	13.93 <sup>de</sup>	30 <sup>def</sup>	61.5 <sup>kl</sup>	24.55 <sup>defghi</sup>
涡麦 9 号	14.31 <sup>bc</sup>	30.645 <sup>bed</sup>	66.5 <sup>bed</sup>	26 <sup>bcdef</sup>
新 1107	14.98 <sup>a</sup>	32.29 <sup>a</sup>	70 <sup>a</sup>	28.1 <sup>b</sup>
徐麦 33	14.09 <sup>cd</sup>	29.61 <sup>efgh</sup>	62 <sup>jkl</sup>	26.35 <sup>bed</sup>
扬麦 23	14.55 <sup>b</sup>	30.14 <sup>cde</sup>	62.5 <sup>ijkl</sup>	31.4 <sup>a</sup>
益科麦 0941	13.3 <sup>ijkl</sup>	27.97 <sup>lmn</sup>	61 <sup>l</sup>	20.65 <sup>lmn</sup>
中麦 4072	13.64 <sup>fg</sup>	29.74 <sup>efg</sup>	67 <sup>bc</sup>	22.7 <sup>ghijkl</sup>
周麦 27	13.3 <sup>ijklm</sup>	28.1 <sup>klmn</sup>	61 <sup>l</sup>	21.3 <sup>klmn</sup>
周麦 28	14.47 <sup>b</sup>	30.89 <sup>bc</sup>	66 <sup>cde</sup>	24.75 <sup>cdefgh</sup>
紫麦 19	13.39 <sup>hij</sup>	28.72 <sup>ijkl</sup>	62 <sup>jkl</sup>	22.25 <sup>hijkl</sup>

注:表格中不同的字母表示差异显著。

#### 2.1.2 粉质参数方差分析和多重比较

33 个小麦品种(系)的粉质参数中,形成时间、稳定时间、弱化度等性状品种间差异显著。

由表 2 可见,面团稳定时间的平均值为 5.78 min,最大值为 17.4 min,最小值为 2.35 min,极差为 15.05 min,稳定时间较高的品种为涡 M1、涡麦 182 和涡麦 9 号,较低的为淮麦 29、益科麦 0941、淮麦 35;吸水率的平均值为 60.75%,最大值 65%,最小值为 54.85%,极差值为 10.15%,吸水率较高的品种为安科 157、新 1107 和山农 17,较低的为益科麦 0941、皖科 319、淮麦 35;形成时间的平均值为

3.3 min,最大值为 15.1 min,最小值为 1.6 min,极差为 13.5 min;弱化度的平均值为 65.42FU,最大值为 132 FU,最小值为 2.5 FU,极差值为 129.5 FU;粉质质量分数的平均值为 65.14,最大值为 204,最小值为 24,极差为 180。

表2 供试品种粉质参数的多重比较

品种	形成时间 /min	稳定时间 /min	吸水率	弱化度 /FU	粉质质量指数
安科 157	3.95 <sup>cd</sup>	9.2 <sup>d</sup>	64.25 <sup>ab</sup>	31 <sup>n</sup>	98.5 <sup>c</sup>
安农 0711	3 <sup>ef</sup>	6.15 <sup>fgh</sup>	60.05 <sup>kl</sup>	89 <sup>cde</sup>	24 <sup>l</sup>
阜麦 18	1.8 <sup>ij</sup>	4.1 <sup>lmn</sup>	59.45 <sup>lmn</sup>	99.5 <sup>b</sup>	40.5 <sup>ijkl</sup>
华成 4012	3.95 <sup>cd</sup>	6.45 <sup>fg</sup>	62.35 <sup>ef</sup>	48.5 <sup>lm</sup>	73 <sup>defg</sup>
淮麦 29	2.15 <sup>ghij</sup>	2.95 <sup>op</sup>	60.2 <sup>kl</sup>	57 <sup>kl</sup>	42.5 <sup>kl</sup>
淮麦 33	2.65 <sup>efgh</sup>	3.05 <sup>op</sup>	60.95 <sup>hij</sup>	91.5 <sup>bed</sup>	43 <sup>kl</sup>
淮麦 35	1.75 <sup>ij</sup>	2.35 <sup>p</sup>	54.85 <sup>q</sup>	72.5 <sup>gh</sup>	86.5 <sup>cd</sup>
济麦 22	3.05 <sup>ef</sup>	3.65 <sup>lmno</sup>	64.1 <sup>bc</sup>	77 <sup>fgh</sup>	46.5 <sup>ijkl</sup>
连麦 2 号	2.45 <sup>fghi</sup>	7 <sup>ef</sup>	61.2 <sup>fghi</sup>	47 <sup>m</sup>	75.5 <sup>def</sup>
连麦 6 号	2.45 <sup>fghi</sup>	4.15 <sup>lmn</sup>	62.1 <sup>f</sup>	73 <sup>gh</sup>	46.5 <sup>ijkl</sup>
明麦 1 号	1.9 <sup>hij</sup>	5.7 <sup>fghi</sup>	58.6 <sup>no</sup>	70 <sup>hi</sup>	50.5 <sup>ghijk</sup>
山农 17	2.05 <sup>hij</sup>	5.55 <sup>hi</sup>	65 <sup>a</sup>	61 <sup>ij</sup>	60 <sup>efghij</sup>
宿 4095	2.35 <sup>ghij</sup>	5.9 <sup>fghi</sup>	63.25 <sup>cd</sup>	60 <sup>jk</sup>	52 <sup>ghijk</sup>
宿 4129	2.9 <sup>efg</sup>	4.25 <sup>klm</sup>	60.95 <sup>hij</sup>	85.5 <sup>def</sup>	57 <sup>fghij</sup>
泰农 17	2.9 <sup>efg</sup>	7.85 <sup>e</sup>	62.15 <sup>f</sup>	62.5 <sup>ij</sup>	58.5 <sup>fghij</sup>
皖科 131	2.2 <sup>ghij</sup>	5.5 <sup>hi</sup>	58.15 <sup>o</sup>	96 <sup>bc</sup>	46 <sup>ijkl</sup>
皖科 2918	2.6 <sup>fgh</sup>	3.1 <sup>op</sup>	60.4 <sup>ijk</sup>	99.5 <sup>b</sup>	46.5 <sup>ijkl</sup>
皖科 319	2.6 <sup>fgh</sup>	4.45 <sup>kl</sup>	56.6 <sup>p</sup>	79 <sup>fgh</sup>	51.5 <sup>ghijk</sup>
皖宿 0722	2.6 <sup>fgh</sup>	5.3 <sup>hij</sup>	58 <sup>o</sup>	60.5 <sup>jk</sup>	61 <sup>efghij</sup>
皖宿 0911	2.85 <sup>efg</sup>	3.2 <sup>op</sup>	60.5 <sup>ijk</sup>	80 <sup>efg</sup>	50.5 <sup>ghijk</sup>
未来 0818	4.1 <sup>cd</sup>	5.1 <sup>ijk</sup>	61.85 <sup>fg</sup>	48.5 <sup>lm</sup>	81.5 <sup>cde</sup>
涡 - M1	7.25 <sup>b</sup>	12.7 <sup>b</sup>	61.1 <sup>fghi</sup>	14 <sup>o</sup>	147.5 <sup>b</sup>
涡麦 182	15.1 <sup>a</sup>	17.4 <sup>a</sup>	62.35 <sup>ef</sup>	2.5 <sup>p</sup>	204 <sup>a</sup>
涡麦 8 号	3 <sup>ef</sup>	4.35 <sup>kl</sup>	59.95 <sup>kl</sup>	92 <sup>bed</sup>	47.5 <sup>hijk</sup>
涡麦 9 号	4.65 <sup>c</sup>	11.2 <sup>c</sup>	61.95 <sup>fg</sup>	51.5 <sup>klm</sup>	77.5 <sup>cdef</sup>
新 1107	3.4 <sup>de</sup>	3.45 <sup>mno</sup>	64.55 <sup>ab</sup>	96.5 <sup>bc</sup>	51 <sup>ghijk</sup>
徐麦 33	2.15 <sup>ghij</sup>	5.25 <sup>ij</sup>	59.9 <sup>klm</sup>	56 <sup>ijklm</sup>	69.5 <sup>defgh</sup>
扬麦 23	2.6 <sup>fgh</sup>	9.95 <sup>d</sup>	61.2 <sup>fghi</sup>	33.5 <sup>n</sup>	87.5 <sup>cd</sup>
益科麦 0941	1.6 <sup>j</sup>	2.9 <sup>op</sup>	57.05 <sup>p</sup>	132 <sup>a</sup>	30.5 <sup>kl</sup>
中麦 4072	4.15 <sup>cd</sup>	5.65 <sup>fghi</sup>	63.15 <sup>de</sup>	59.5 <sup>jk</sup>	68.5 <sup>defghi</sup>
周麦 27	2.15 <sup>ghij</sup>	3.6 <sup>lmno</sup>	61.65 <sup>fgh</sup>	90.5 <sup>bed</sup>	50 <sup>hijk</sup>
周麦 28	4.65 <sup>c</sup>	6.15 <sup>fgh</sup>	59.05 <sup>mn</sup>	36 <sup>n</sup>	90.5 <sup>cd</sup>
紫麦 19	1.95 <sup>hij</sup>	3.3 <sup>no</sup>	58 <sup>o</sup>	6.5 <sup>op</sup>	34 <sup>kl</sup>

注:表中的不同字母表示差异显著。

### 2.1.3 白度性状、LOX 活性和类胡萝卜素含量方差分析和多重比较

供试品种(系)面粉的白度、黄度(b)、亮度(L)、红度(a)、LOX 活性及类胡萝卜素含量均存在极显著差异。

由表 3 可见,亮度的平均值为 72.16,最大值为 76.4、最小值为 68.51、极差为 7.89;红度平均值为 1.39,最大值为 2.25,最小值为 0.6,极差为 1.65;黄度的平均值为 11.62,最大值为 13.19,最小值为 9.78,极差值为 3.41。白度的平均值为 69.79,最大值为 74.31,最小值为 66.07,极差值为 8.24,白度较高的品种为新 1107、淮麦 29 和益科麦 0941,较低的为济麦 22、安科 157、安农 0711。

LOX 活性的平均值为 1.86nkat · kg<sup>-1</sup>,最大值为 2.53 nkat · kg<sup>-1</sup>,最小值为 1.16 nkat · kg<sup>-1</sup>,极差值为 1.37 nkat · kg<sup>-1</sup>,脂肪氧化酶活性较高的品种为安科 157、周麦 27 和淮麦 29,较低的为山农 17、皖宿 0911、皖宿 022;类胡萝卜素含量的平均值为 3.68 mg · kg<sup>-1</sup>,最大值 8.2 mg · kg<sup>-1</sup>,最小值为 1.1 mg · kg<sup>-1</sup>,极差值为 7.1 mg · kg<sup>-1</sup>,含量较高的品种为中麦 4072、山农 17 和宿 4095,较低的为淮麦 29、淮麦 35 和阜麦 18。

## 2.2 面包品质分析

### 2.2.1 面包烘焙品质的方差分析与多重比较

33 个品种(系)中,不同品种(系)面粉制作的面包的体积、平滑度、纹理结构、弹柔性、口感、面包总分指标极显著差异,表皮色泽、面包心色泽指标显著差异,各个性状的重复之间差异不显著。

由表 4 可见,面包体积平均评分为 27.16,最高分为 34.75 分,最低分为 20 分,极差为 14.75 分;表皮色泽平均评分为 4.04 分,最高分为 4.75 分,最低分为 3 分,极差为 1.75;面包质地与形状的平均评分为 3.49 分,最高分为 4.75 分,最低分为 2.25 分,极差为 2.5;芯色泽的平均评分为 3.73,最高分为 5 分,最低分为 2.75 分,极差为 2.25;平滑度平均评分为 6.69 分,最高分为 9.75 分,最低分为 4 分,极差值为 5.75;纹理结构的平均评分为 20.57 分,最大值为 24.25 分,最小值为 16.5 分,极差为 8;弹柔性的平均评分为 7.13 分,最高分为 10 分,最低分为 4.25 分,极差为 5.75;口感平均评分为 4.03 分,最高分为 5 分,最低分为 1.75 分,极差值为 3.25。面包总评分的平均值为 76.83 分,最高分为 89.75 分,最低分为 62.5 分,极差为 27.25,面包总评分达到 85 分的品种为扬麦 23、涡麦 182、周麦 28、宿 4095 共 4 和品种,低于 70 分的品种为淮麦 29、明麦 1 号、涡 M1、淮麦 33。

表3 供试小麦品种色差仪参数和 LOX 活性及类胡萝卜素含量的多重比较

品种	亮度(L)	红度(a)	黄度(b)	白度	类胡萝卜素含量 (mg · kg <sup>-1</sup> )	LOX 活性 (nkat · kg <sup>-1</sup> )
安科 157	68.58 <sup>o</sup>	1.69 <sup>cde</sup>	12.66 <sup>bed</sup>	66.08 <sup>l</sup>	2.53 <sup>a</sup>	5.2 <sup>bede</sup>
安农 0711	69.05 <sup>no</sup>	2.25 <sup>a</sup>	13.19 <sup>a</sup>	66.28 <sup>kl</sup>	1.55 <sup>hijklm</sup>	5.15 <sup>bede</sup>
阜麦 18	74.62 <sup>abcde</sup>	0.68 <sup>pq</sup>	11.49 <sup>ijklm</sup>	72.13 <sup>bed</sup>	2.25 <sup>abcd</sup>	1.6 <sup>ijk</sup>
华成 4012	69.89 <sup>lmno</sup>	1.76 <sup>cd</sup>	11.45 <sup>klmn</sup>	67.74 <sup>hijkl</sup>	1.46 <sup>ijklm</sup>	3.45 <sup>bedefghijk</sup>
淮麦 29	76.4 <sup>a</sup>	0.6 <sup>q</sup>	10.79 <sup>pqr</sup>	74.04 <sup>ab</sup>	2.33 <sup>abc</sup>	1.1 <sup>k</sup>
淮麦 33	70.02 <sup>klmno</sup>	1.62 <sup>def</sup>	12.16 <sup>fg</sup>	67.6 <sup>hijkl</sup>	1.69 <sup>efghijkl</sup>	4.45 <sup>bedefghi</sup>
淮麦 35	75.33 <sup>abcd</sup>	1.13 <sup>klm</sup>	10.64 <sup>qrs</sup>	73.11 <sup>abcd</sup>	1.74 <sup>efghijkl</sup>	1.5 <sup>jk</sup>
济麦 22	68.54 <sup>o</sup>	1.74 <sup>cd</sup>	12.6 <sup>bed</sup>	66.07 <sup>l</sup>	1.75 <sup>efghijkl</sup>	5.1 <sup>bedef</sup>
连麦 2 号	74.22 <sup>bedefg</sup>	0.98 <sup>mn</sup>	11.43 <sup>klmn</sup>	71.78 <sup>cde</sup>	2.05 <sup>bedefg</sup>	2.55 <sup>defghijk</sup>
连麦 6 号	71.18 <sup>ijklmn</sup>	1.74 <sup>cd</sup>	12.71 <sup>bc</sup>	68.46 <sup>ghij</sup>	2.14 <sup>abcd</sup>	3.3 <sup>bedefghijk</sup>
明麦 1 号	74.99 <sup>abcd</sup>	0.97 <sup>mn</sup>	11.01 <sup>opq</sup>	72.66 <sup>abcd</sup>	2.1 <sup>abcd</sup>	5.5 <sup>abc</sup>
山农 17	68.5 <sup>lo</sup>	1.89 <sup>bc</sup>	11.83 <sup>ghij</sup>	66.3 <sup>kl</sup>	1.36 <sup>klm</sup>	5.95 <sup>ab</sup>
宿 4095	70.15 <sup>klmno</sup>	1.42 <sup>fgh</sup>	11.48 <sup>ijklmn</sup>	69.15 <sup>ghij</sup>	1.5 <sup>ijklm</sup>	5.9 <sup>ab</sup>
宿 4129	72.07 <sup>ghijk</sup>	1.61 <sup>deef</sup>	11.85 <sup>ghi</sup>	68.94 <sup>ghij</sup>	1.47 <sup>ijklm</sup>	5.25 <sup>bcd</sup>
泰农 17	72.14 <sup>ghijk</sup>	1.8 <sup>cd</sup>	11.19 <sup>mno</sup>	68.07 <sup>ghijkl</sup>	2.2 <sup>abcde</sup>	1.85 <sup>ijk</sup>
皖科 131	74.54 <sup>abcdef</sup>	1.83 <sup>e</sup>	11.39 <sup>lmn</sup>	69.78 <sup>efg</sup>	1.97 <sup>cdefgh</sup>	4.1 <sup>bedefghij</sup>
皖科 2918	69.59 <sup>mno</sup>	1.32 <sup>ghijkl</sup>	12.39 <sup>cdef</sup>	69.48 <sup>fgh</sup>	1.92 <sup>cdefghij</sup>	2.15 <sup>ghijk</sup>
皖科 319	73.64 <sup>l</sup>	1.12 <sup>lm</sup>	11.12 <sup>nop</sup>	72.2 <sup>bcd</sup>	1.9 <sup>cdefghij</sup>	4.35 <sup>bedefghij</sup>
皖宿 0722	73.22 <sup>defghi</sup>	1.5 <sup>efg</sup>	12.04 <sup>fgh</sup>	67.26 <sup>ijkl</sup>	1.3 <sup>lm</sup>	3.35 <sup>bedefghij</sup>
皖宿 0911	72.49 <sup>efghij</sup>	1.2 <sup>kl</sup>	10.67 <sup>qrs</sup>	71.54 <sup>de</sup>	1.16 <sup>m</sup>	4.8 <sup>bedefgh</sup>
未来 0818	73.76 <sup>cdefgh</sup>	1.23 <sup>hijkl</sup>	10.09 <sup>tu</sup>	71.35 <sup>def</sup>	2.1 <sup>abcd</sup>	2.1 <sup>hijk</sup>
涡 - M1	72.4 <sup>ghij</sup>	1.27 <sup>hijkl</sup>	11.72 <sup>hijkl</sup>	70.07 <sup>efg</sup>	1.36 <sup>klm</sup>	3.3 <sup>bedefghijk</sup>
涡麦 182	71.2 <sup>ijklmn</sup>	1.4 <sup>ghi</sup>	11.38 <sup>lmn</sup>	71.37 <sup>def</sup>	1.81 <sup>defghijk</sup>	2.05 <sup>hijk</sup>
涡麦 8 号	76.13 <sup>ab</sup>	1.2 <sup>ijkl</sup>	12.89 <sup>ab</sup>	69.51 <sup>fgh</sup>	2.04 <sup>cdefg</sup>	5.05 <sup>bedefg</sup>
涡麦 9 号	71.4 <sup>ijklm</sup>	1.33 <sup>ghijk</sup>	11.78 <sup>hijk</sup>	68.86 <sup>ghij</sup>	1.5 <sup>ijklm</sup>	2.65 <sup>cdefghijk</sup>
新 1107	71.33 <sup>ijklm</sup>	0.88 <sup>no</sup>	10.61 <sup>rs</sup>	73.86 <sup>ab</sup>	1.53 <sup>hijklm</sup>	2.2 <sup>efghijk</sup>
徐麦 33	71.84 <sup>hijkl</sup>	1.37 <sup>ghij</sup>	12.23 <sup>ef</sup>	69.27 <sup>ghi</sup>	2.12 <sup>abcd</sup>	2.85 <sup>cdefghijk</sup>
扬麦 23	69.67 <sup>lmno</sup>	1.79 <sup>cd</sup>	11.2 <sup>mno</sup>	67.62 <sup>hijkl</sup>	2.18 <sup>abcde</sup>	4.05 <sup>bedefghij</sup>
益科麦 0941	76.26 <sup>ab</sup>	0.85 <sup>nop</sup>	9.78 <sup>u</sup>	74.31 <sup>a</sup>	1.96 <sup>cdefghi</sup>	2.3 <sup>efghijk</sup>
中麦 4072	71.72 <sup>hijklm</sup>	1.28 <sup>hijkl</sup>	12.32 <sup>def</sup>	69.13 <sup>ghij</sup>	1.88 <sup>cdefghij</sup>	8.2 <sup>a</sup>
周麦 27	70.79 <sup>ijklmn</sup>	1.62 <sup>def</sup>	12.53 <sup>bcde</sup>	68.18 <sup>ghijk</sup>	2.52 <sup>ab</sup>	2.8 <sup>cdefghijk</sup>
周麦 28	69.82 <sup>lmno</sup>	2.04 <sup>b</sup>	12.72 <sup>bc</sup>	67.19 <sup>ijkl</sup>	2.31 <sup>abc</sup>	3.6 <sup>bedefghijk</sup>
紫麦 19	75.87 <sup>abc</sup>	0.7 <sup>opq</sup>	10.31 <sup>st</sup>	73.75 <sup>abc</sup>	1.67 <sup>ghijkl</sup>	3.55 <sup>bedefghijk</sup>

注:表中的不同字母表示差异显。

表4 供试小麦品种面包烘焙品质各指标的多重比较

品种	体积	表皮色泽	面包质地 与形状	芯色泽	平滑度	纹理结构	弹性	口感	总分
安科 157	25.75 <sup>ghijk</sup>	4.5 <sup>ab</sup>	3.75 <sup>abc</sup>	4.25 <sup>abc</sup>	7.75 <sup>cde</sup>	23 <sup>ab</sup>	9.5 <sup>ab</sup>	4.75 <sup>ab</sup>	83.25 <sup>cdef</sup>
安农 0711	29.5 <sup>cde</sup>	4.25 <sup>abc</sup>	4.25 <sup>ab</sup>	3.75 <sup>abcd</sup>	6.5 <sup>defg</sup>	22.75 <sup>ab</sup>	7.5 <sup>cdef</sup>	4.75 <sup>ab</sup>	83.25 <sup>cdef</sup>
阜麦 18	31.5 <sup>bc</sup>	4 <sup>abc</sup>	3 <sup>bed</sup>	3.25 <sup>cd</sup>	4.75 <sup>hij</sup>	20 <sup>de</sup>	6 <sup>efghi</sup>	3.5 <sup>cd</sup>	76 <sup>hijkl</sup>
华成 4012	29.25 <sup>cde</sup>	4.25 <sup>abc</sup>	3 <sup>bed</sup>	4.25 <sup>abc</sup>	6.25 <sup>efgh</sup>	22.5 <sup>abc</sup>	5.75 <sup>fghi</sup>	3.75 <sup>bed</sup>	79 <sup>fgh</sup>
淮麦 29	26.5 <sup>fghi</sup>	3.5 <sup>abc</sup>	2.25 <sup>d</sup>	3.25 <sup>cd</sup>	5 <sup>ghij</sup>	17.75 <sup>fgh</sup>	6.25 <sup>defgh</sup>	4.25 <sup>abcd</sup>	68.75 <sup>nop</sup>
淮麦 33	20 <sup>n</sup>	3.25 <sup>bc</sup>	2.25 <sup>d</sup>	3.75 <sup>abcd</sup>	4.75 <sup>hij</sup>	19 <sup>defg</sup>	5 <sup>hi</sup>	4.5 <sup>abc</sup>	62.5 <sup>q</sup>
淮麦 35	27.5 <sup>efgh</sup>	4.75 <sup>a</sup>	2.75 <sup>cd</sup>	3.75 <sup>abcd</sup>	6.25 <sup>efgh</sup>	19.5 <sup>defg</sup>	5.75 <sup>fghi</sup>	3.5 <sup>cd</sup>	73.75 <sup>ijklm</sup>
济麦 22	22 <sup>lmn</sup>	3.25 <sup>bc</sup>	3.75 <sup>abc</sup>	2.75 <sup>d</sup>	7.75 <sup>cde</sup>	19.5 <sup>defg</sup>	8 <sup>bed</sup>	4 <sup>abcd</sup>	71 <sup>mno</sup>

续表4

品种	体积	表皮色泽	面包质地与形状	芯色泽	平滑度	纹理结构	弹柔性	口感	总分
连麦2号	25.5 <sup>hijk</sup>	4.75 <sup>a</sup>	3.75 <sup>abc</sup>	4 <sup>abcd</sup>	8.25 <sup>abc</sup>	23.75 <sup>a</sup>	9.5 <sup>ab</sup>	5 <sup>a</sup>	84.5 <sup>bcde</sup>
连麦6号	21.75 <sup>mn</sup>	4.25 <sup>abc</sup>	4.25 <sup>ab</sup>	2.75 <sup>d</sup>	7 <sup>edef</sup>	23 <sup>ab</sup>	7.5 <sup>edef</sup>	3.25 <sup>d</sup>	73.75 <sup>ijklm</sup>
明麦1号	22.51 <sup>mn</sup>	3.75 <sup>abc</sup>	4 <sup>abc</sup>	3.75 <sup>abcd</sup>	6.75 <sup>edef</sup>	18.5 <sup>efgh</sup>	6 <sup>efghi</sup>	2 <sup>e</sup>	67.25 <sup>opq</sup>
山农17	29.5 <sup>ede</sup>	4 <sup>abc</sup>	2.75 <sup>cd</sup>	3.25 <sup>cd</sup>	8.25 <sup>abc</sup>	16.5 <sup>h</sup>	7.5 <sup>edef</sup>	4 <sup>abcd</sup>	75.75 <sup>hijklm</sup>
宿4095	26.25 <sup>ghij</sup>	4.75 <sup>a</sup>	4.75 <sup>a</sup>	4.75 <sup>ab</sup>	9.5 <sup>ab</sup>	22.5 <sup>abc</sup>	8.75 <sup>abc</sup>	4.75 <sup>ab</sup>	86 <sup>abcd</sup>
宿4129	25.5 <sup>hijk</sup>	3.00 <sup>e</sup>	4 <sup>abc</sup>	2.75 <sup>d</sup>	7.5 <sup>ede</sup>	16.5 <sup>h</sup>	7.75 <sup>bcde</sup>	4.25 <sup>abcd</sup>	71.25 <sup>lmno</sup>
泰农17	27.5 <sup>efgh</sup>	3.75 <sup>abc</sup>	3.25 <sup>bcd</sup>	4 <sup>abcd</sup>	4 <sup>j</sup>	23 <sup>ab</sup>	4.25 <sup>i</sup>	4 <sup>abcd</sup>	73.75 <sup>ijklm</sup>
皖科131	30.5 <sup>cd</sup>	3.75 <sup>abc</sup>	3.75 <sup>abc</sup>	3.75 <sup>abcd</sup>	6.25 <sup>efgh</sup>	21 <sup>bcd</sup>	6.25 <sup>defgh</sup>	3.25 <sup>d</sup>	78.5 <sup>ghij</sup>
皖科2918	23.75 <sup>ijklm</sup>	4.25 <sup>abc</sup>	4.25 <sup>ab</sup>	4.25 <sup>abc</sup>	7.75 <sup>cde</sup>	24.25 <sup>a</sup>	9.5 <sup>ab</sup>	3.5 <sup>cd</sup>	81.5 <sup>defg</sup>
皖科319	34.5 <sup>a</sup>	4.25 <sup>abc</sup>	3.25 <sup>bcd</sup>	4 <sup>abcd</sup>	6.5 <sup>defg</sup>	16.75 <sup>h</sup>	6 <sup>efghi</sup>	3.5 <sup>cd</sup>	78.75 <sup>fghi</sup>
皖宿0722	25.75 <sup>ghijk</sup>	3.25 <sup>bc</sup>	3.5 <sup>abcd</sup>	4.25 <sup>abc</sup>	7.75 <sup>cde</sup>	19.75 <sup>def</sup>	8 <sup>bcd</sup>	3.75 <sup>bcd</sup>	76 <sup>hijkl</sup>
皖宿0911	24.5 <sup>ijkl</sup>	4.25 <sup>abc</sup>	3 <sup>bcd</sup>	3.75 <sup>abcd</sup>	5.75 <sup>fghi</sup>	20 <sup>de</sup>	6.25 <sup>defgh</sup>	4.5 <sup>abc</sup>	72 <sup>lmno</sup>
未来0818	29.5 <sup>ede</sup>	3.75 <sup>abc</sup>	2.75 <sup>cd</sup>	3.25 <sup>cd</sup>	4.25 <sup>ij</sup>	19.5 <sup>defg</sup>	6 <sup>efghi</sup>	4.75 <sup>ab</sup>	73.75 <sup>ijklm</sup>
涡-M1	22.25 <sup>lmn</sup>	4.25 <sup>abc</sup>	2.25 <sup>d</sup>	3.75 <sup>abcd</sup>	7 <sup>edef</sup>	17.75 <sup>fgh</sup>	6.5 <sup>defgh</sup>	1.75 <sup>e</sup>	65.5 <sup>pq</sup>
涡麦182	33.5 <sup>ab</sup>	4.25 <sup>abc</sup>	4.75 <sup>a</sup>	4.25 <sup>abc</sup>	6.25 <sup>efgh</sup>	22.75 <sup>ab</sup>	7.75 <sup>bcde</sup>	5 <sup>a</sup>	88.5 <sup>ab</sup>
涡麦8号	24.5 <sup>ijkl</sup>	4.5 <sup>ab</sup>	4.75 <sup>a</sup>	3.75 <sup>abcd</sup>	8.25 <sup>abc</sup>	22.75 <sup>ab</sup>	8 <sup>bcd</sup>	4 <sup>abcd</sup>	80.5 <sup>efgh</sup>
涡麦9号	23.5 <sup>klm</sup>	4.25 <sup>abc</sup>	3.25 <sup>bcd</sup>	4 <sup>abcd</sup>	8 <sup>bcd</sup>	23.75 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	4.25 <sup>abcd</sup>	81 <sup>efg</sup>
新1107	28.5 <sup>def</sup>	4.75 <sup>a</sup>	3 <sup>bcd</sup>	3 <sup>cd</sup>	4 <sup>j</sup>	20.5 <sup>cde</sup>	6.5 <sup>defgh</sup>	3.75 <sup>bcd</sup>	74 <sup>ijklm</sup>
徐麦33	28.5 <sup>def</sup>	4.25 <sup>abc</sup>	2.75 <sup>cd</sup>	3.5 <sup>bcd</sup>	6.25 <sup>efgh</sup>	20.5 <sup>cde</sup>	7.25 <sup>cdef</sup>	4.25 <sup>abcd</sup>	77.25 <sup>ghijk</sup>
扬麦23	34.75 <sup>a</sup>	4.5 <sup>ab</sup>	4.75 <sup>a</sup>	4.75 <sup>ab</sup>	7.75 <sup>cde</sup>	21 <sup>bcd</sup>	8 <sup>bcd</sup>	4.25 <sup>abcd</sup>	89.75 <sup>a</sup>
益科麦0941	28.25 <sup>defg</sup>	3.75 <sup>abc</sup>	3.25 <sup>bcd</sup>	3.25 <sup>cd</sup>	6.25 <sup>efgh</sup>	17.5 <sup>gh</sup>	7.5 <sup>cdef</sup>	4.25 <sup>abcd</sup>	74 <sup>ijklm</sup>
中麦4072	30.5 <sup>cd</sup>	3.75 <sup>abc</sup>	3.75 <sup>abc</sup>	3.75 <sup>abcd</sup>	8.25 <sup>abc</sup>	22.75 <sup>ab</sup>	7 <sup>cdefg</sup>	4.25 <sup>abcd</sup>	84 <sup>bcde</sup>
周麦27	28 <sup>defgh</sup>	3.75 <sup>abc</sup>	3 <sup>bcd</sup>	3.25 <sup>cd</sup>	5.75 <sup>fghi</sup>	18.5 <sup>efgh</sup>	6.5 <sup>defgh</sup>	4.25 <sup>abcd</sup>	73 <sup>klmn</sup>
周麦28	26.5 <sup>fghi</sup>	4.75 <sup>a</sup>	4.25 <sup>ab</sup>	5 <sup>a</sup>	9.75 <sup>a</sup>	23.5 <sup>a</sup>	8 <sup>bcd</sup>	5 <sup>a</sup>	86.75 <sup>abc</sup>
紫麦19	28.5 <sup>def</sup>	3.00 <sup>e</sup>	3.25 <sup>bcd</sup>	3.25 <sup>cd</sup>	4.75 <sup>hij</sup>	18.5 <sup>efgh</sup>	5.25 <sup>ghi</sup>	4.5 <sup>abc</sup>	71 <sup>mno</sup>

注:表中的不同字母表示差异显著。

### 2.2.2 面包品质性状与若干籽粒和面粉品质性状间的相关性

由表5可见,面包表皮质地及面包形状与LOX活性及b值(黄度)呈显著正相关,分别为 $r=0.34^*$ ,  $r=0.37^*$ ;面包芯色泽与面团的稳定时间呈极显著正相关 $r=0.45^{**}$ ,与弱化度呈显著负相关 $r=0.38^*$ ;平

滑度与b值(黄度)及LOX活性呈极显著正相关,相关性都为 $r=0.52^{**}$ ,与a值(红度)呈显著正相关 $r=0.36^*$ ,与L值(亮度)及白度呈极显著负相关 $r=-0.45^{**}$ , $r=-0.47^{**}$ ;纹理结构与b值显著正相关 $r=0.42^*$ ;弹柔性与b值呈显著正相关 $r=0.43^*$ ;面包总分与面团稳定时间呈显著正相关 $r=0.43^*$ 。

表5 面包品质性状与若干籽粒和面粉品质性状间的相关性

性状	体积	表皮色泽	质地及形状	芯色泽	平滑度	纹理结构	弹柔性	口感	总分
蛋白质	0.2	0.26	0.09	0.14	0.07	0.25	0.17	0.22	0.32
湿面筋	0.12	0.17	0.04	0.04	0.08	0.23	0.11	0.14	0.23
硬度	-0.05	0.16	0.12	0.05	0.19	0.3	0.07	-0.01	0.17
沉降值	0.01	0.09	0.03	0.16	0.09	0.13	0.08	0.1	0.12
形成时间	0.18	0.16	0.22	0.25	0.05	0.25	0.14	0.14	0.3
稳定时间	0.21	0.27	0.27	0.45 <sup>**</sup>	0.22	0.33	0.29	0.04	0.43 <sup>*</sup>
吸水率	-0.13	0.1	0.09	-0.1	0.13	0.27	0.28	0.24	0.15
弱化度	-0.13	-0.11	-0.06	-0.38 <sup>*</sup>	-0.16	-0.17	-0.08	-0.15	-0.25
亮度	0.15	0.04	-0.24	-0.27	-0.45 <sup>**</sup>	-0.3	-0.3	-0.19	-0.25
红度	-0.02	0.07	0.33	0.28	0.36 <sup>*</sup>	0.3	0.17	0.18	0.3

续表5

性状	体积	表皮色泽	质地及形状	芯色泽	平滑度	纹理结构	弹性	口感	总分
黄度	-0.3	0.1	0.37*	0.13	0.52**	0.42*	0.43*	0.07	0.26
白度	0.17	0.02	-0.27	-0.26	-0.47**	-0.32	-0.32	-0.18	-0.26
脂肪氧化酶	-0.08	-0.11	0.34*	0.08	0.52**	-0.02	0.16	0.03	0.14
类胡萝卜素	0.16	0.1	0.14	0.04	-0.09	0.19	0	0.12	0.18

注: \* 表示 F 测验达到 0.05 显著水平, \*\* 表示 F 测验达到 0.01 显著水平。

### 3 结论

前人研究表明,在蛋白质质量达到适宜制作面包标准后,蛋白质含量是决定面包体积的关键因素<sup>[13]</sup>。蛋白质含量与面包体积、外观、面包总评分、弹性、纹理结构呈显著正相关,蛋白质与芯色呈显著负相关。Danno(1982)<sup>[14]</sup>等认为湿面筋含量与面包体积、面包纹理结构等特性显著相关。前人报道表明,面包的感官评价与吸水率呈显著相关<sup>[15]</sup>,面团形成时间、吸水率及弱化度和面包的弹性呈显著正相关。袁翠平(2004)<sup>[16]</sup>研究表明,硬度值与面包总评分呈显著正相关。脂肪氧化酶(LOX)可以偶联氧化小麦中的类胡萝卜素,从而可以部分代替化学漂白剂的作用<sup>[17]</sup>,脂肪氧化酶与类胡萝卜素影响面粉的白度,面粉白度与面包总评分和面包芯色泽相关。

本研究得出的主要结论为:(1)33个供试品种间的籽粒品质、烘焙品质、白度、LOX活性等品质性状品种间差异均达极显著;(2)面包表皮质地和形状与LOX活性及b值(黄度)呈显著正相关;面包芯色泽与面团的稳定时间呈极显著正相关,与弱化度呈显著负相;平滑度与a值(红度)、b(黄度)值和LOX活性呈显著正相关,与L值(亮度)及白度呈极显著负相关;纹理结构与b值(黄度)呈显著正相关;弹性与b值(黄度)呈显著正相关;面包总分与面团稳定时间呈显著正相关。(3)在安徽省种植小麦品种中筛选出扬麦23、涡麦182和安科157等面包评分较高、稳定时间大于8 min以及在实际生产中已知其农艺性状较好的小麦品种。讨论了安徽种植小麦品种的品质性状及其利用等问题。

#### 参考文献:

[1] 周坚. 中国面制食品的现状与发展[J]. 粮食与饲料工业, 2004, 33(4): 16-18.  
 [2] 赵乃新, 王乐凯, 程爱华, 等. 面包烘焙品质与小麦品质性状的相关性[J]. 麦类作物学报, 2003, 23(3): 33-36.  
 [3] 王玮, 薛文通, 张惠. 面团流变学特性与面包烘焙品质[J]. 食品

科技, 2009, 034(007): 122-125.

[4] 王光瑞, 周桂英, 王瑞. 烘焙品质与面团形成时间和稳定时间相关分析[J]. 中国粮油学报, 1997, 012(003): 1-6.  
 [5] 赵新, 王步军. 小麦蛋白质和淀粉性状与面包品质关系研究进展[J]. 中国农学通报, 2008, 24(12): 124-127.  
 [6] Leenhardt F, Lyana B, Rocka E, Boussard A, Potus J, Chanliaud E, Remesy C. Genetic variability of carotenoid concentration, and lipoxygenase and peroxidase activities among cultivated wheat species and bread wheat varieties[J]. *European Journal of Agronomy*, 2006, 25: 170-176.  
 [7] Leenhardt F, Lyana B, Rocka E, Boussard A, Potus J, Chanliaud E, Remesy C. Wheat lipoxygenase activity induces greater loss of carotenoids than vitamin E during breadmaking[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2006, 54: 1710-1715.  
 [8] Borrelli G M, Troccoli A, Di Fonzo N, Fares C. Durum wheat lipoxygenase activity and other quality parameters that affect pasta color[J]. *Cereal Chemistry*, 1999, 76(3): 335-340.  
 [9] Irvine G N, Winkler C A. Factors affecting the color of macaroni II, kinetic studies of pigment destruction during making[J]. *Cereal Chemistry*, 1950, 27(5): 205-218.  
 [10] 胡瑞波, 田纪春, 吕建华. 小麦类胡萝卜素含量的稳定性及其与黄碱面条色泽性状的相关性分析[J]. 作物学报, 2004, 30(6): 597-601.  
 [11] 吴媛媛, 周建, 包晓婷, 等. 基因型和环境对小麦类胡萝卜素含量及其品质性状的影响[J]. 麦类作物学报, 2015, 35(9): 1257-1261.  
 [12] Cato L, Halmos A L, Small D M. Measurement of lipoxygenase in Australian white wheat flour; the effect of lipoxygenase on the quality properties of white salted noodles[J]. *Journal of the Science of the Food and Agriculture*, 2006, 86(11): 1670-1678.  
 [13] 陈志成. 制粉师工程手册[M]. 中国轻工业出版社, 2007.  
 [14] Danno, G. et. al. Changes in flour proteins during dough mixing[J]. *Cereal Chemistry*, 1982, 59(4): 249-253.  
 [15] 叶一力, 何中虎, 张艳. 不同加水量对中国白面条品质性状的影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(4): 795-804.  
 [16] 袁翠平. 小麦籽粒硬度及其与面包品质的关系研究[D]. 山东农业大学硕士毕业论文, 2004.  
 [17] 王志忠, 燕丽, 郑文寅, 等. 不同生态区域小面品种籽粒类胡萝卜素含量及品质性状研究[J]. 南京农业大学学报, 2017, 40(1): 20-26. 