

# 收获期对 BNS 杂交小麦面粉和馒头品质的影响\*

姜小苓 张自阳 冯素伟 董娜 陈向东 茹振钢\*\*

(河南科技学院小麦中心, 河南新乡 453003)

**摘要** 以 BNS 低温敏感雄性不育系衍生的 3 个杂交种为材料, 设置 5 月 27 日、5 月 31 日和 6 月 4 日 3 个收获期, 分析了不同收获时期对小麦面筋含量、面团流变学特性、淀粉糊化特性以及馒头加工品质的影响. 结果表明: 收获时期对 BNS 杂交小麦的面粉白度、蛋白质和干湿面筋含量均有一定影响. 最佳收获期因品种而异, 百杂 1 号和百杂 2 号的最佳收获期为 5 月 27 日, 百杂 3 号的最佳收获期为 6 月 4 日, 此时期收获的小麦面粉品质最好, 馒头综合评分和口感也均最好. 其中百杂 2 号于 5 月 27 日收获的小麦同时适合馒头和面条的加工.

**关键词** BNS 杂交小麦 收获期 品质 馒头

**文章编号** 1001-9332(2013)12-3495-06 **中图分类号** S371, S512.1 **文献标识码** A

**Effects of harvest date on quality of BNS hybrid wheat flour and steamed bread.** JIANG Xiao-ling, ZHANG Zi-yang, FENG Su-wei, DONG Na, CHEN Xiang-dong, RU Zhen-gang (*Center of Wheat Breeding, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, Henan, China*). -*Chin. J. Appl. Ecol.*, 2013, 24(12): 3495-3500.

**Abstract:** Three wheat hybrids derived from the BNS male sterile line were used to study the effect of harvest time on gluten content, dough rheological properties, starch pasting properties of wheat flour and the quality of steamed bread. Each of the three hybrids was harvested at May 27, May 31 and June 4, respectively. The results showed that the flour quality of BNS hybrids was affected by harvest time to some extents, and the best harvest time varied among the different hybrids. For Baiza 1, Baiza 2 and Baiza 3, the best harvest time was May 27, May 27 and June 4, respectively. Both the flour quality and the comprehensive score and taste of steamed bread were the best for the hybrids harvested at these dates. Moreover, Baiza 2 was suited to make steamed bread and noodle when harvested on May 27.

**Key words:** BNS hybrid wheat; harvest time; quality; steamed bread.

小麦是世界上最主要的农作物之一, 是人体所需能量、蛋白质和膳食纤维的主要来源<sup>[1-2]</sup>. 据统计, 小麦为世界人口提供蛋白质总量相当于肉、蛋、奶蛋白质的总和<sup>[3-4]</sup>, 因此改良小麦品质是当今小麦育种的重要任务. 小麦品质除受品种遗传特性影响外, 也易受栽培措施和环境条件的影响<sup>[5-7]</sup>. 目前关于栽培措施和环境条件对小麦品质影响的研究大多集中于施肥<sup>[8]</sup>、灌水<sup>[9-10]</sup>、播期和播量<sup>[11]</sup>及种植环境<sup>[12]</sup>等方面. 事实上, 收获期也是影响小麦产量和品质的重要因素<sup>[13-14]</sup>. 小麦籽粒灌浆过程中, 胚乳组成成分不断变化, 产量和品质逐步形成, 收获过

早, 籽粒灌浆不足; 收获过晚, 易发生穗发芽. 目前关于收获期对小麦品质的影响研究报道较少. 王东等<sup>[14]</sup>认为, 随收获时期的延迟, 籽粒产量、粗蛋白含量及沉降值升高, 蜡熟末期达到最大值, 是优质强筋小麦产量和品质协调发展并逐步形成的关键时期, 此时期收获, 面团稳定时间和断裂时间较长, 可以实现优质强筋小麦籽粒产量和品质的统一; 过早或过迟收获均会造成产量损失并导致蛋白质含量降低, 品质变劣. 陶海腾等<sup>[13]</sup>认为, 小麦品质最佳收获期因品种而异, 通过收获期的选择可在一定程度上提高现有小麦品种的品质. 因此, 在小麦收获期不仅需关注产量这一重要性状, 还应关注小麦品质, 从而确定小麦品质最适收获期.

鉴于水稻、玉米、棉花和油菜等作物杂交种显著的增产效应, 杂交小麦被认为是今后小麦产量大幅

\* 国家科技支撑计划项目(2011BAD07B02)、河南省重大科技专项(111100110100)和河南科技学院高层次人才科研启动基金项目(201010610004)资助.

\*\* 通讯作者. E-mail: tiezhuh@163.com  
2013-05-03 收稿, 2013-09-29 接受.

度提高的重要途径,并已成为小麦育种的研究热点.但目前有关杂交小麦品质方面的研究甚少.河南科技学院创育的BNS(Bainong sterile)低温敏感雄性不育系具有“不育彻底、转换彻底、恢复彻底”的稳定育性特征,农艺性状符合黄淮麦区要求,实现了我国黄淮麦区杂交小麦研究的新突破.有研究表明,BNS型杂交小麦的面团流变学特性、面粉白度和硬度等性状具有一定的正向优势<sup>[15]</sup>,可作为改良小麦品质的一个途径.因此,本研究以BNS型低温敏感雄性不育系衍生的杂交种为材料,研究收获时期对BNS型杂交小麦品质的影响,旨在确定适宜的收获时期,为BNS杂交小麦优质高产高效栽培技术的进一步推广应用提供理论依据.

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

试验材料为生育进程一致的3个BNS杂交小麦:百杂1号、百杂2号和百杂3号,由河南科技学院小麦中心提供.

### 1.2 试验设计

试验于2011—2012年在河南省新乡市河南科技学院乔谢试验基地(35°17′12.83″N,113°56′28.10″E)进行.每份材料种植8行,行距25cm,行长4m,每行播种80粒,田间管理同一般大田.分别于5月27日(腊熟初期)、5月31日(腊熟末期)和6月4日(完熟期)收获,脱粒,晾晒,室温储藏备用.利用实验磨粉机(LRMM8040-3-D,江苏无锡锡粮机械制造有限公司)磨粉,出粉率约65%.

### 1.3 测定项目与方法

**1.3.1 面粉水分测定** 依据GB 50093—85<sup>[16]</sup>标准方法测定面粉水分含量.

**1.3.2 品质指标测定** 利用粉质仪(820604,德国Brabender公司)测定面团的吸水率、形成时间和稳定时间等粉质参数.参照GB/T 5506.1—2008<sup>[17]</sup>标准方法测定湿面筋含量,参照GB/T 5506.3—2008<sup>[18]</sup>标准方法测定干面筋含量.利用快速黏度分析仪(RVA 4500,瑞典Perten公司),参照AACC 76-21<sup>[19]</sup>标准方法测定淀粉糊化特性.利用数显白度仪(SBDY-1,上海悦丰仪器仪表有限公司)测定面粉白度.利用全自动凯氏定氮仪(UDK159,意大利VELP公司)测定面粉的含氮量.

**1.3.3 馒头制作和评分** 馒头制作和评分参照SB/T 10139—93<sup>[20]</sup>标准方法进行.称取100g小麦粉,加入含有1g干酵母的温水(38℃)约48mL,用玻

璃棒或筷子混合成面团后,手工揉3min,于38℃恒温箱中醒发1h,取出再揉3min成型.在室温放置15min,放入已煮沸并垫有纱布的铝蒸锅屉上蒸20min(冒气起计时)后取出,盖上干纱布冷却40min,进行评分和物性指标检测.

**1.3.4 馒头的物性指标检测** 利用TMS-PRO质构仪(美国FTC公司)对馒头进行物性测试,方法参照付蕾等<sup>[21]</sup>.将制作好的馒头纵切成厚度为25mm的均匀薄片,利用75mm圆盘挤压探头进行TPA压缩模式测试.测前速度50mm·s<sup>-1</sup>,测试速度30mm·s<sup>-1</sup>,测后速度50mm·s<sup>-1</sup>,起始力0.8N,形变量30%.测试指标主要有:硬度、粘附性、内聚性、弹性、胶粘性和咀嚼性.

### 1.4 数据处理

利用DPS 7.05软件进行数据处理和差异显著性检验(LSD法,显著性水平设定为 $\alpha=0.05$ ).

## 2 结果与分析

### 2.1 不同收获时期对BNS杂交小麦白度、蛋白质含量和干湿面筋含量的影响

由表1可知,随收获期推迟,不同杂交小麦的面粉白度、蛋白质含量、干湿面筋含量的变化趋势略有不同.百杂1号面粉的白度、蛋白质含量和干面筋含量均随收获期的推迟逐渐增加,湿面筋含量呈现先降低后升高的趋势,6月4日收获,白度、蛋白质、干湿面筋含量均达到最大值,且部分差异达到显著水平.百杂2号面粉的白度随收获期的推迟,呈高—低—

表1 不同收获时期对BNS杂交小麦白度、蛋白质和干湿面筋含量的影响

Table 1 Effects of different harvest date on flour whiteness, protein and gluten content of BNS hybrid wheat

材料 Material	收获时期 Harvest date	白度 Whiteness	蛋白质含量 Protein content (%)	湿面筋含量 Wet gluten content (%)	干面筋含量 Dry gluten content (%)
百杂1号 Baiza 1	05-27	70.47b	10.8b	31.1ab	10.2a
	05-31	70.60b	11.8b	30.8b	10.2a
	06-04	71.93a	12.5a	34.2a	10.4a
百杂2号 Baiza 2	05-27	69.93a	11.7b	32.6b	10.9a
	05-31	66.97b	12.6a	36.0a	10.9a
	06-04	70.10a	11.0c	32.8b	10.3a
百杂3号 Baiza 3	05-27	69.97b	11.6b	30.8c	10.4ab
	05-31	71.70a	12.2a	34.9b	10.3b
	06-04	71.37a	12.5a	36.4a	11.2a

同列同一品种不同字母表示差异显著( $P<0.05$ ) Different small letters in the same column meant significant difference for the same variety at 0.05 level.

高的变化趋势,蛋白质和干湿面筋含量呈低-高-低的变化趋势,且部分差异达到显著水平;6月4日收获的白度值最高,5月31日收获的蛋白质和干湿面筋含量最高.随收获期的推迟,百杂3号的白度呈先升高后降低的趋势,5月31日收获的白度值最大;蛋白质和干湿面筋含量呈逐渐升高的趋势.

## 2.2 不同收获时期对 BNS 杂交小麦面团流变学特性的影响

由表2可知,随收获期的推迟,不同杂交小麦的面团流变学指标的变化趋势均不相同.百杂1号的面团吸水率、形成时间、粉质质量指数、延伸度、峰值高度均呈低-高-低的变化趋势,5月31日收获的参数值达到最大值;面团稳定时间、峰值时间、峰值面积和8 min尾高均呈逐渐下降的趋势,5月27日收获的参数值显著高于其他收获期;拉伸曲线面积、最大拉伸阻力、最大拉伸比例呈先下降后升高的趋势,部分差异达到显著水平.百杂2号的面团形成时间、稳定时间、粉质质量指数、延伸度、峰值面积和8 min尾高均呈逐渐下降的趋势;拉伸曲线面积、最大拉伸阻力、峰值时间和最大拉伸比例均呈高-低-高的变化趋势;吸水率呈逐渐增加的变化趋势;峰值高度呈低-高-低的变化趋势;5月27日收获的面团形成时间、稳定时间、粉质质量指数、拉伸曲线面积、延伸度、最大拉伸阻力、峰值时间、峰值面积和8 min尾

高均达到最大值,且多数显著高于其他收获期.百杂3号的吸水率、峰值时间和峰值面积均随收获期的推迟逐渐降低,且5月27日收获的参数值均显著高于其他收获期;拉伸曲线面积和延伸度呈高-低-高的变化趋势;形成时间、粉质质量指数、最大拉伸阻力和最大拉伸比例均呈低-高-低的变化趋势;稳定时间、峰值高度和8 min尾高均呈逐渐升高的变化趋势,6月4日收获时达到最大值.

## 2.3 不同收获时期对 BNS 杂交小麦淀粉糊化特性的影响

由表3可以看出,随收获期推迟,参试材料的淀粉特征黏度参数变化幅度较大,峰值时间和糊化温度变化不明显,差异均不显著.百杂1号的淀粉峰值黏度、低谷黏度和最终黏度均呈逐渐升高的变化趋势,且6月4日收获的参数值均显著高于5月27日收获;稀懈值呈逐渐下降的趋势,且5月27日收获的参数值显著高于其他收获期;回生值、峰值时间和糊化温度均呈低-高-低的变化趋势,但不同收获期间差异不显著.百杂2号的淀粉峰值黏度、低谷黏度、稀懈值、最终黏度等参数均随着收获期的推迟呈先降低后升高的趋势,且5月27日收获的参数值显著高于其他收获期;峰值时间和糊化温度随收获期推迟的变化幅度不明显.百杂3号的淀粉低谷黏度和最终黏度均随着收获期推迟逐渐增加,且不同收

表2 不同收获时期对 BNS 杂交小麦面团流变学指标的影响

Table 2 Effects of different harvest date on dough rheological properties of BNS hybrid wheat

材料 Material	百杂1号 Baiza 1			百杂2号 Baiza 2			百杂3号 Baiza 3		
	05-27	05-31	06-04	05-27	05-31	06-04	05-27	05-31	06-04
吸水率 Water absorption (%)	61.0a	61.2a	59.9b	62.1c	63.0b	63.6a	63.4a	62.2b	61.1c
形成时间 Development time (min)	4.05b	4.70a	4.50ab	6.70a	4.40b	4.10b	3.45a	4.10a	3.95a
稳定时间 Stability time (min)	5.15a	4.35b	4.25b	10.85a	5.10b	4.60b	3.25b	3.60ab	3.90a
粉质质量指数 Farinograph quality number	72.50a	78.00a	76.00a	152.00a	94.50b	85.00b	54.00b	73.00a	68.00ab
拉伸曲线面积 Extension curve area (cm <sup>2</sup> )	90.00a	74.00b	76.50b	72.50a	58.50b	61.50b	61.00a	53.00a	53.50a
延伸度 Extensibility (mm)	194.00a	201.50a	184.00a	192.50a	192.50a	172.00a	246.00a	178.50b	193.00ab
最大拉伸阻力 Maximum extension resistance (EU)	372.50a	294.00c	338.50b	303.50a	239.00c	276.00b	193.50a	214.00a	210.00a
最大拉伸比例 Maximum extension ratio	1.90a	1.50a	1.90a	1.55ab	1.25b	1.60a	0.75a	1.20a	1.05a
峰值时间 Peak time (min)	3.61a	3.04b	2.73b	3.64a	2.53c	2.60b	2.99a	2.34b	2.06c
峰值高度 Peak value (%)	46.5a	47.7a	46.4a	48.4c	52.5a	50.9b	46.7c	48.4b	51.6a
峰值面积 Peak integral (% · TQ · min)	140.7a	116.3b	101.2b	145.9a	105.5b	104.6b	110.5a	88.5b	84.0b
8 min尾高 Time×value (%)	39.6a	37.5b	36.9b	40.2a	39.3a	38.1b	29.9c	34.9b	35.4a

同行同一品种不同字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ) Different small letters in the same row meant significant difference for the same variety at 0.05 level.

表 3 不同收获时期对 BNS 杂交小麦淀粉糊化特性的影响

Table 3 Effects of different harvest date on starch pasting properties of BNS hybrid wheat

材料 Material	收获时期 Harvest date	峰值黏度 Peak viscosity (RVU)	低谷黏度 Trough viscosity (RVU)	稀懈值 Breakdown (RVU)	最终黏度 Final viscosity (RVU)	回生值 Setback (RVU)	峰值时间 Peak time (min)	糊化温度 Pasting temperature (°C)
百杂 1 号 Baiza 1	05-27	88.81b	49.61c	39.19a	109.69b	60.08b	5.55a	87.22a
	05-31	91.03a	55.47b	35.55b	118.92a	63.44a	5.65a	87.43a
	06-04	91.17a	56.22a	34.94b	119.06a	62.84a	5.60a	87.27a
百杂 2 号 Baiza 2	05-27	105.06a	65.33a	39.72a	140.78a	75.44a	5.80a	82.15a
	05-31	93.83b	60.44b	33.39b	125.44b	65.00b	5.78a	88.28a
	06-04	94.78b	61.08b	33.70b	125.44b	64.36b	5.80a	88.28a
百杂 3 号 Baiza 3	05-27	106.75b	66.03c	39.06a	148.25c	82.22a	5.90a	89.42a
	05-31	105.61c	77.25b	28.36b	153.31b	76.06c	5.95a	89.57a
	06-04	108.95a	80.97a	27.97b	159.22a	78.25b	6.02a	89.10a

同列同一品种不同字母表示差异显著( $P < 0.05$ ) Different small letters in the same column meant significant difference for the same variety at 0.05 level. 下同 The same below.

表 4 不同收获时期对 BNS 杂交小麦馒头品质的影响

Table 4 Effects of different harvest date on steamed bread quality of BNS hybrid wheat

材料 Material	收获时期 Harvest date	评分 Score	硬度 Hardness (N)	粘附性 Adhesiveness (mJ)	内聚性 Cohesiveness	弹性 Springiness (mm)	胶粘性 Gumminess (N)	咀嚼性 Chewiness (mJ)
百杂 1 号 Baiza 1	05-27	88.63	31.77b	0.090a	0.74b	4.96a	23.56b	116.72b
	05-31	82.20	38.80a	0.035b	0.74b	5.41a	28.83a	155.51a
	06-04	85.88	28.78b	0.075a	0.81a	5.24a	23.12b	121.26b
百杂 2 号 Baiza 2	05-27	80.30	52.59a	0.032b	0.74a	5.46b	38.96a	212.61a
	05-31	82.73	39.56b	0.070a	0.76a	6.16a	29.56b	177.19b
	06-04	88.35	38.82b	0.049ab	0.75a	5.66b	29.71b	164.48b
百杂 3 号 Baiza 3	05-27	78.48	52.58a	0.040a	0.70a	5.15a	36.74a	189.30b
	05-31	85.30	53.93a	0.045a	0.73a	5.39a	39.03a	210.41a
	06-04	88.75	47.28b	0.047a	0.78a	5.43a	36.74a	199.35b

获期间差异达显著水平;峰值黏度和回生值呈高-低-高的变化趋势,不同收获期间的差异也均达到显著水平,稀懈值随收获期推迟呈逐渐降低的趋势,5月27日收获的参数值显著高于其他收获期;峰值时间和糊化温度的变化幅度不显著。

#### 2.4 不同收获时期对 BNS 杂交小麦馒头质构特性的影响

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,适口性越好。由表 4 可以看出,各参试材料在不同收获期的馒头评分和质构特性均不同,部分差异达显著水平,变化趋势也不同。随收获期的推迟,百杂 1 号馒头的硬度和咀嚼性呈先增大后减小的趋势,综合评分呈先降低后升高的趋势,总体上,5月27日收获的馒头综合评分最高,口感较好。随收获期的推迟,百杂 2 号馒头的硬度和咀嚼性呈逐渐降低的趋势,且 5 月 27 日收获的参数值显著高于其他两个收获期;综合评分呈逐渐升高的趋势,总体上,6月4日收获的馒头评分最好,口感最好。随收获期的推迟,百杂 3 号馒头的硬度和咀嚼性均呈先升高后

降低的趋势,综合评分呈逐渐升高的趋势,总体上,6月4日收获的馒头综合评分最高,口感最好。

### 3 讨 论

小麦收获期属于灌浆后期,蛋白质、淀粉、脂类等营养成分继续在籽粒中积累,收获的早晚会一定程度上影响小麦品质;而且收获季节经常出现复杂的气候变化,如持续大范围降雨、高温高湿等,导致穗发芽、籽粒发霉等现象,同样会造成小麦品质下降<sup>[22-24]</sup>。王东等<sup>[14]</sup>和于立河等<sup>[24]</sup>指出,适时抢收对保证小麦商品品质及营养品质具有重要作用。本研究结果表明,不同材料具有不同的品质最佳收获期,且随收获期推迟品质变化趋势也不尽相同。陶海腾等<sup>[13]</sup>通过分析济麦 17、济麦 20 和济麦 22 不同收获期的品质也得出相似的结论,即品质最佳收获期因品种而异。

对于百杂 1 号,5 月 27 日收获的面团流变学特性最好,筋力最强,制作的馒头综合评分和口感也均较好,但 RVA 特征黏度参数值最低,因此,用于制作馒头的百杂 1 号小麦适宜收获期为 5 月 27 日,而用

于制作面条时,其收获时期应适当延迟至 6 月 4 日。对于百杂 2 号,5 月 27 日收获的面团流变学特性最好,稳定时间高达 10.85 min,极显著高于其他收获期,且此时收获的淀粉 RVA 特征黏度参数值也均较高,馒头的综合评分和口感也最好,因此,就品质来说,5 月 27 日为百杂 2 号的最佳收获期,并且该时期收获的百杂 2 号小麦适合于馒头和面条的加工。对于百杂 3 号,6 月 4 日收获的蛋白质和干湿面筋含量最高,面团流变学特性较好,RVA 特征黏度参数值最高,馒头的综合评分和口感也最好,因此,6 月 4 日为其最佳收获期,该时期收获的百杂 3 号较适合于馒头和面条的加工。本研究中 3 个供试材料的生育进程基本一致,百杂 1 号和百杂 2 号的品质最佳收获期为腊熟初期,此时收获的百杂 2 号适合于馒头和面条的加工;百杂 3 号的品质最佳收获期应适当延迟,大约在完熟期。由此可以得出,除了合理播期播量、施肥、灌溉等栽培措施外,通过收获期的选择也可以在一定程度上提高现有小麦品种的品质。

有研究表明,蜡熟末期收获小麦的千粒重和产量最高<sup>[13]</sup>。但本研究只分析了不同收获期对品质的影响,未考虑产量。今后将加强收获期对品质和产量的双重影响研究,确定 BNS 杂交小麦的最佳收获期,以达到高产优质的目标,为其进一步推广应用提供参考依据。

#### 参考文献

- [1] Abdel-Aal ES, Huclw MP. Amino acid composition and in vitro protein digestibility of selected ancient wheats and their end products. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2002, **15**: 737-747
- [2] Peña E, Bernardo A, Soler C, et al. Do tyrosine crosslinks contribute to the formation of the gluten network in common wheat (*Triticum aestivum* L.) dough? *Journal of Cereal Science*, 2006, **44**: 144-153
- [3] Lin Z-J (林作揖). Food Processing and Wheat Quality Improvement. Beijing: China Agriculture Press, 1994: 5-7 (in Chinese)
- [4] Zhang B-J (张宝军), Jiang J-Y (蒋纪芸). Analyzing wheat quality and its influencing factors. *Journal of Triticeae Crops* (麦类作物学报), 1995, **15**(4): 29-31, 7 (in Chinese)
- [5] Cao G-C (曹广才), Wang S-Z (王绍中). Ecology of Wheat Quality. Beijing: China Science and Technology Press, 1994 (in Chinese)
- [6] Yao D-N (姚大年), Liu G-T (刘广田), Zhu J-B (朱金宝), et al. Effects of genotypes and environment to grain traits and steamed bread quality in wheat varieties. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association* (中国粮油学报), 2000, **15**(2): 1-5 (in Chinese)
- [7] Deng Z-Y (邓志英), Tian J-C (田纪春), Hu R-B (胡瑞波), et al. Effects of genotype and environment on wheat main quality characteristics. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), 2006, **26**(8): 2757-2763 (in Chinese)
- [8] Zhang D-Y (张定一), Dang J-Y (党建友), Wang J-A (王姣爱), et al. Regulative effect of nitrogen fertilization on grain yield, quality and photosynthesis of flag leaves in different wheat varieties. *Plant Nutrition and Fertilizer Science* (植物营养与肥料学报), 2007, **13**(4): 535-542 (in Chinese)
- [9] Xu F-J (徐凤娇), Zhao G-C (赵广才), Tian Q-Z (田奇卓), et al. Effects of irrigation stage and proportion on grain yield and processing quality in different wheat varieties. *Journal of Nuclear Agricultural Sciences* (核农学报), 2011, **25**(6): 1255-1260 (in Chinese)
- [10] Yao F-J (姚凤娟), He M-R (贺明荣), Li F (李飞), et al. Effects of post-anthesis irrigation frequency on the grain quality of strong gluten winter wheat cultivar. *Chinese Journal of Applied Ecology* (应用生态学报), 2008, **19**(12): 2627-2631 (in Chinese)
- [11] Yang G-X (杨桂霞), Zhao G-C (赵广才), Xu K (许轲), et al. Effect of sowing date and density on grain yield and nutrition quality and physiological index of winter wheat. *Journal of Triticeae Crops* (麦类作物学报), 2010, **30**(4): 687-692 (in Chinese)
- [12] Zhao C (赵春), Ning T-Y (宁堂原), Jiao N-Y (焦念元), et al. Effects of genotype and environment on protein and starch quality of wheat grain. *Chinese Journal of Applied Ecology* (应用生态学报), 2005, **16**(7): 1257-1260 (in Chinese)
- [13] Tao H-T (陶海腾), Wang W-L (王文亮), Cheng A-W (程安玮), et al. Effects of harvest time on dough rheological properties of wheat flour. *Journal of Triticeae Crops* (麦类作物学报), 2011, **31**(6): 1089-1093 (in Chinese)
- [14] Wang D (王东), Yu Z-W (于振文), Zhang Y-L (张永丽), et al. Effects of harvest stage on kernel yield and quality of winter wheat with high quality and strong gluten. *Shandong Agricultural Sciences* (山东农业科学), 2003, **35**(5): 6-8 (in Chinese)
- [15] Jiang X-L (姜小苓), Feng S-W (冯素伟), Hu T-Z (胡铁柱), et al. Analysis of heterosis on quality traits for BNS hybrid wheat. *Journal of Henan Institute of Science and Technology* (河南科技学院学报), 2012, **40**(2): 1-4 (in Chinese)
- [16] China National Standardization Management Committee (中国国家标准化管理委员会). Inspection of Grain and Oilseeds Methods for Determination of Moisture Content (GB 5497-85). Beijing: China Standards Press, 1985 (in Chinese)
- [17] China National Standardization Management Committee (中国国家标准化管理委员会). Wheat and Wheat Flour-Gluten Content. Part 1. Determination of Wet Gluten by Manual Method (GB/T 5506.1-2008). Beijing: China Standards Press, 2008 (in Chinese)

- [18] China National Standardization Management Committee (中国国家标准化管理委员会). Wheat and Wheat Flour-Gluten Content. Part. 3. Determination of Dry Gluten from Wet Gluten by An Oven Drying Method (GB/T 5506.3 - 2008). Beijing: China Standards Press, 2008 (in Chinese)
- [19] The American Association of Cereal Chemists. General Pasting Method for Wheat or Rye Flour or Starch Using the Rapid Visco Analyser (AACCC Method 76-21). St. Paul, MN, USA, 1997
- [20] China National Standardization Management Committee (中国国家标准化管理委员会). Wheat Flour for Making Chinese Steamed Bread (SB/T 10139 - 93). Beijing: China Standards Press, 1993 (in Chinese)
- [21] Fu L (付蕾), Tian J-C (田纪春), Sun Z (孙振). Effect of resistant starch on processing quality of northern style Chinese steamed bread. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association* (中国粮油学报), 2010, **25**(7): 53-56 (in Chinese)
- [22] Gao H-W (高焕文), Moore GA. Loss of wheat quality caused by not timely harvesting. *Journal of Beijing Agricultural Engineering University* (北京农业工程大学学报), 1991, **11**(1): 6-14 (in Chinese)
- [23] Liao X-J (廖先静), Qiu D-Y (邱冬云), Chen H-F (陈慧芳), *et al.* Effects of raining during harvest season on quality of strong-gluten wheat. *Journal of Anhui Agricultural Sciences* (安徽农业科学), 2010, **38**(15): 7988, 8132 (in Chinese)
- [24] Yu L-H (于立河), Liu D-F (刘德福), Guo W (郭伟), *et al.* Effects of raining during harvest season on quality of spring wheat. *Journal of Triticeae Crops* (麦类作物学报), 2007, **27**(4): 658-660 (in Chinese)

---

**作者简介** 姜小苓,女,1982年生,博士,讲师.主要从事小麦营养与品质育种研究. E-mail: xiao\_ling\_jiang@163.com

**责任编辑** 张凤丽

---