

啤酒大麦的籽粒外观品质与麦芽品质指标的差异性分析

王菲菲, 谷洋洋, 于国琦, 程婧晔, 潘惠, 王顺猛,
朱娟, 吕超, 郭宝健, 许如根

(江苏省作物基因组学和分子育种重点实验室/植物功能基因组学教育部重点实验室/江苏省作物遗传生理重点实验室/
江苏粮食作物现代产业技术协同创新中心/扬州大学, 江苏扬州 225009)

摘要:【目的】筛选适合江苏种植的优质啤酒大麦品种。【方法】以扬州大学大麦研究所培育出的8份优异啤酒大麦品种为材料,测定其粒长、粒宽及千粒重等籽粒外观品质性状以及浸出物、 α -氨基氮、糖化力、可溶性氮、蛋白质含量、库尔巴哈值等麦芽品质性状。【结果】参试品种籽粒品质均达国家优级标准;参试品种的浸出物含量以及库尔巴哈值均较低,麦芽蛋白质含量、 α -氨基氮、糖化力含量均较高。【结论】扬农啤9号的综合啤酒品质最好,可作为江苏优质啤酒大麦原料生产品种。

关键词:啤酒大麦;籽粒品质;麦芽品质;扬农啤

中图分类号:S512.3

文献标志码:A

文章编号:1001-4330(2023)05-1134-07

0 引言

【研究意义】大麦耐性强、早熟及用途广,在全国均有种植,主要分布在江苏、甘肃、云南、内蒙古等15个省(自治区)^[1-2]。江苏是我国冬大麦的主要产区,其中,1997年、2000年、2005年、2008年、2012年、2015年其大麦产量均居全国首位。大麦也是酿造啤酒的主要原料,对主要酿造原料大麦的需求不断增加^[3-4]。2005年开始,全国啤酒大麦种植规模有所减少^[5]。筛选适合江苏种植的优质啤酒大麦品种,对优质啤酒大麦原料生产有重要意义。【前人研究进展】啤酒大麦是供酿造啤酒的专用大麦,啤酒大麦品质包括原麦品质和麦芽品质。原麦品质包括外观和理化品质,外观品质主要指籽粒色泽、气味、夹杂物、整齐度、皮壳特征、籽粒形态等。优级啤酒大麦应当是籽粒淡黄色,具有光泽、无病斑粒、无霉味和其他异味,夹杂物不大。原麦品质的理化品质主要包括水分、千粒重、三天发芽率、五天发芽率、蛋白质

含量、饱满粒和瘦小粒等指标。啤酒麦芽指的是以二棱、多棱啤酒大麦籽粒经过浸麦、发芽、烘干、焙焦所制成的啤酒酿造用麦芽^[6-7]。麦芽品质分为麦芽外观特征和麦芽理化性状,外观品质包括夹杂物、色泽和香味等指标。理化性状包括千粒重、硬度、浸出物、糖化时间、麦芽过滤速度与透明度、色度、粗细粉浸出率差、麦汁粘度、蛋白溶解度(又称库尔巴哈值)、 α -氨基氮、 α -淀粉酶活力与糖化力等^[8]。常用的麦芽品质理化性状主要包括出炉水分、麦芽浸出物、库尔巴哈值、麦汁粘度、 α -氨基氮与糖化力等^[9]。目前关于影响麦芽品质的研究主要集中在两方面,一是制麦工艺对麦芽品质的影响。改变制麦过程中的浸麦方式,可以影响麦芽的脆度、 β -葡聚糖、浸出物以及库尔巴哈值等指标^[10];二是啤酒大麦的生长环境包括热量、水分和光照条件等地理环境对麦芽品质的影响。将同一品种大麦种植于不同生态点,二者的浸出率与 β -葡聚糖含量出现较大差异^[10]。海拔对啤酒大麦品质也会产生影响,随海拔升高

收稿日期(Received):2022-08-25

基金项目:国家自然科学基金青年基金项目(32101652);江苏省基础研究计划(自然科学基金)青年基金项目(BK20190891);江苏省高等学校自然科学研究面上项目(19KJB210018)

作者简介:王菲菲(1986-),女,山东青岛人,讲师,博士,研究方向为大麦麦芽品质分析及遗传育种,(E-mail)Feifei.Wang@yzu.edu.cn

通信作者:许如根(1967-),男,江苏泰州人,教授,博士,研究方向为大麦遗传育种,(E-mail)rgxu@yzu.edu.cn

麦芽浸出物和库尔巴哈值先升高后降低,可溶性氮先降低再升高趋势^[11]。【本研究切入点】我国大麦种质资源丰富。分析垦啤、扬农啤、苏啤、浙皮、驻大麦、甘啤等国产啤酒大麦系列的麦芽品质性状发现,不同品种麦芽浸出率变幅在 69.98%~86.72%, α -氨基氮变幅为 112.6~254.5 mg/100 g,库尔巴哈值变幅为 33.14%~66.19%,糖化力变幅为 121.96 WK~588.77WK^[12],现有的种质资源中,存在着各类优质啤用资源。需鉴定筛选适合本地推广种植的优质的啤酒大麦品种,配套优质啤酒大麦原料生产

技术,提升江苏啤酒大麦原料的质量。【拟解决的关键问题】以扬州大学大麦研究所培育 8 个啤酒大麦品种为材料,分析主要麦芽品质和籽粒品质性状,为江苏啤酒大麦生产提供的后备品种提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

以扬州大学大麦研究所培育啤酒大麦品种(系)为材料,列出参试品种的选育年份、特征特性与试验产量表现。表 1

表 1 参试啤酒大麦品种概况
Tab. 1 Breeding information of the tested malting barley varieties

品种 Variety	选育年份 Breeding date	特征特性 Characters	试验产量表现 Test yield performance(kg/hm ²)
扬农啤 5 号 Yangnongpi 5 (YNP5)	2003	春性二棱皮大麦,耐肥抗倒 高抗大麦黄花叶病和白粉病	2004~2005 年平均产量 6 800.4 2005~2006 年平均产量 6 766.8
扬农啤 7 号 Yangnongpi 7 (YNP7)	2005	春性二棱皮大麦 高抗大麦黄花叶病	2007~2008 年平均产量 6 343.5 2008~2009 年平均产量 6 499.5
扬农啤 8 号 Yangnongpi 8 (YNP8)	2006	春性二棱皮大麦,耐肥抗倒 高抗大麦黄花叶病	2008~2009 年平均产量 6 861.0 2009~2010 年平均产量 6 693.2
扬农啤 9 号 Yangnongpi 9 (YNP9)	2009	春性二棱皮大麦,抗寒性好 耐肥抗倒,高抗大麦黄花叶病	2010~2011 年平均产量 7 187.0 2011~2012 年平均产量 6 554.0
扬农啤 10 号 Yangnongpi 10 (YNP10)	2009	春性二棱皮大麦,耐肥抗倒 高抗大麦黄花叶病	2010~2011 年平均产量 6 524.1 2011~2012 年平均产量 6 344.0
扬农啤 11 号 Yangnongpi 11 (YNP11)	2011	春性二棱皮大麦,抗寒性好 耐肥抗倒,高抗大麦黄花叶病	2012~2013 年平均产量 7 380.0 2013~2014 年平均产量 7 653.0
扬农啤 12 号 Yangnongpi 12 (YNP12)	2012	春性二棱皮大麦,抗寒性好 耐肥抗倒,高抗大麦黄花叶病	2012~2013 年平均产量 7 352.9 2013~2014 年平均产量 7 323.9
苏 B1403 Su B1403	2014	春性二棱皮大麦 高抗大麦黄花叶病	2015~2016 年平均产量 6 750.0

1.2 方法

1.2.1 试验设计

2017 年秋将参试啤酒大麦品种种植于扬州大学农学院大麦试验地。每个材料点播 3 行,行长 120 cm,行距 20 cm,株距 5 cm。田间管理参照大田生产。成熟时按株行混收、脱粒、晒干、扬净、贮藏备用。

1.2.2 测定指标

1.2.1.1 籽粒外观品质

从参试品种籽粒样品中随机选取 10 粒完整籽粒,用种子轮廓仪依次测定每粒种子的长、宽、厚,并测定样品的千粒重。

对照国家一级标准千粒重 ≥ 35 g,国家优级标准千粒重 ≥ 38 g。

1.2.1.2 麦芽制备

将大麦籽粒过 2.3 mm 筛,取 2.3 mm 筛上的籽粒 150g 置于微型制麦系统中制取麦芽,每个品种重复 3 次。具体程序:16℃ 湿浸 6 h;16℃ 干浸 12 h;16℃ 湿浸 4 h;16℃ 干浸 8 h;16℃ 浸麦 2 h;发芽 96 h,每天将麦芽拍松散 2 次,发芽结束后烘焙。烘干后,手工搓掉麦芽的根,密封 4℃ 低温储藏。将去根麦芽置于 DLFU 盘式粉碎机(Buhler 公司,德国,设定盘间距 0.2 mm)磨成粉,4℃ 低温储藏备用。

1.2.1.3 麦芽品质

麦芽库尔巴哈值指的是通过凯氏定氮仪测得麦芽的可溶性氮和总氮二者比值的百分数。糖化力是衡量淀粉水解酶类总活力的一个指标,不同品种间糖化力变化幅度较大,分析参试啤酒麦芽

品质等级,根据行业标准,麦芽浸出物 $\geq 79\%$ 符合国家优级标准, $\geq 77\%$ 符合国家一级标准, $\geq 75\%$ 符合国家二级标准。糖化力是指麦芽中各种淀粉分解酶,主要为 α -淀粉酶和 β -淀粉酶的总活力。用瑞典 FOSS 公司的全自动凯式定氮仪 Kjeltac 8200 测定总氮含量。根据中华人民共和国轻工行业标准-啤酒麦芽(QB/T 1686-2008)分析法,测定麦芽浸出物、库尔巴哈值、 α -氨基氮与糖化力等麦芽品质性状。

1.3 数据处理

采用 Excel 对籽粒外观品质和麦芽品质性状数据进行整理和运算,用 SPSS 软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同大麦品种的籽粒品质变化

研究表明,扬农啤 5 号粒长最短,扬农啤 9 号和扬农啤 10 号粒长最长,参试 8 个品种的粒长平均值为 8.35 mm;扬农啤 5 号粒宽最小,扬农啤 10 号和扬农啤 11 号粒形最宽,扬农啤 5 号、扬农啤 7 号、扬农啤 11 号及扬农啤 12 号的籽粒长宽比较小,扬农啤 9 号籽粒长宽比最大,相比其他籽粒性状粒宽的变异系数最小为 2.69;扬农啤 5 号的千粒重最低,为 42.55 g,扬农啤 8 号的千粒重最高,为 51.22 g,所有参试品种籽粒粒重均达国标优级。表 2

2.2 不同大麦品种的麦芽品质差异及品质等级分类

研究表明,8 个品种的可溶性氮含量相差较小,其中苏 B1403 品种的可溶性氮含量最高,达到 108.14%与扬农啤 5 号、7 号、8 号和 9 号有显著性差异。扬农啤 12 号糖化力最低为 157.52WK,苏 B1403 糖化力最高达到 337.43WK。扬农啤 12 号的糖化力显著低于扬农啤 5 号、7 号、8 号和苏 B1403。8 个品种麦芽的库尔巴哈值系数变化不大,其中扬农啤 5 号库尔巴哈值最小为 29.73%,扬农啤 9 号库尔巴哈值为 37.16%,扬农啤 12 号库尔巴哈值最大为 38.75%。扬农啤系列 7 个品种的 α -氨基氮含量均少于苏 B1403,其中扬农啤 5 号含量最低为 146.09 mg/100g。相比较不同的扬农啤系列,扬农啤 5 号、7 号、8 号的 α -氨基氮含量显著低于扬农啤 10 号和 12 号。不同品种间浸出物含量差异较大,其中扬农啤 5 号浸出物含量最低为 71.84%,扬农啤 9 号含量最高为

75.45%。图 1

扬农啤 9 号的浸出物含量符合国家二级标准($\geq 75\%$)。 α -氨基氮是酵母生长发育的主要氮源,对啤酒酵母自身的生长繁殖有着重大影响进而对啤酒的风味质量和理化性能有重要的作用。8 个品种麦芽品质的 α -氨基氮含量有 5 个品种符合国家优级标准(≥ 150 mg/100g),剩余 3 个品种符合国家一级标准(≥ 140 mg/100g),其中包括扬农啤 9 号。库尔巴哈值反映麦芽中蛋白质的分解程度,40%~45%为国家优级和一级标准,38%~47%符合国家二级标准。扬农啤 12 号符合国家二级标准。扬农啤 7 号、8 号以及苏 B1403 三个品种的糖化力符合国家优级标准(≥ 260 WK),扬农啤 5 号符合国家一级标准(≥ 240 WK),扬农啤 9 号符合国家二级标准(≥ 220 WK)。表 3

表 2 参试啤酒大麦品种的籽粒品质

Tab. 2 Grain quality of tested malting barley cultivars

品种 Variety	粒长 Grain length (mm)	粒宽 Grain width (mm)	长宽比 Grain length - width ratio	千粒重 Thousand kernel weight (g)
扬农啤 5 号 Yangnongpi 5 (YNP5)	7.76 ^a	3.60 ^a	2.17 ^{ab}	42.55 ^a
扬农啤 7 号 Yangnongpi 7 (YNP7)	8.12 ^b	3.72 ^b	2.20 ^{bc}	46.47 ^c
扬农啤 8 号 Yangnongpi 8 (YNP8)	8.62 ^{de}	3.82 ^c	2.27 ^d	51.22 ^e
扬农啤 9 号 Yangnongpi 9 (YNP9)	8.71 ^f	3.69 ^b	2.38 ^e	49.76 ^c
扬农啤 10 号 Yangnongpi 10 (YNP10)	8.68 ^{ef}	3.92 ^d	2.23 ^{cd}	48.34 ^d
扬农啤 11 号 Yangnongpi 11 (YNP11)	8.11 ^b	3.85 ^{cd}	2.12 ^a	46.16 ^c
扬农啤 12 号 Yangnongpi 12 (YNP12)	8.25 ^c	3.81 ^c	2.19 ^{bc}	44.00 ^b
苏 B1403 SUB1403	8.58 ^d	3.82 ^c	2.27 ^d	50.23 ^f
平均值 Average value	8.35	3.78	2.23	47.34
变异系数 100% Coefficient of variation	3.97	2.69	3.56	6.30

注:不同小写字母分别表示不同品种间在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase in the same line indicate significant differences at 0.05 level

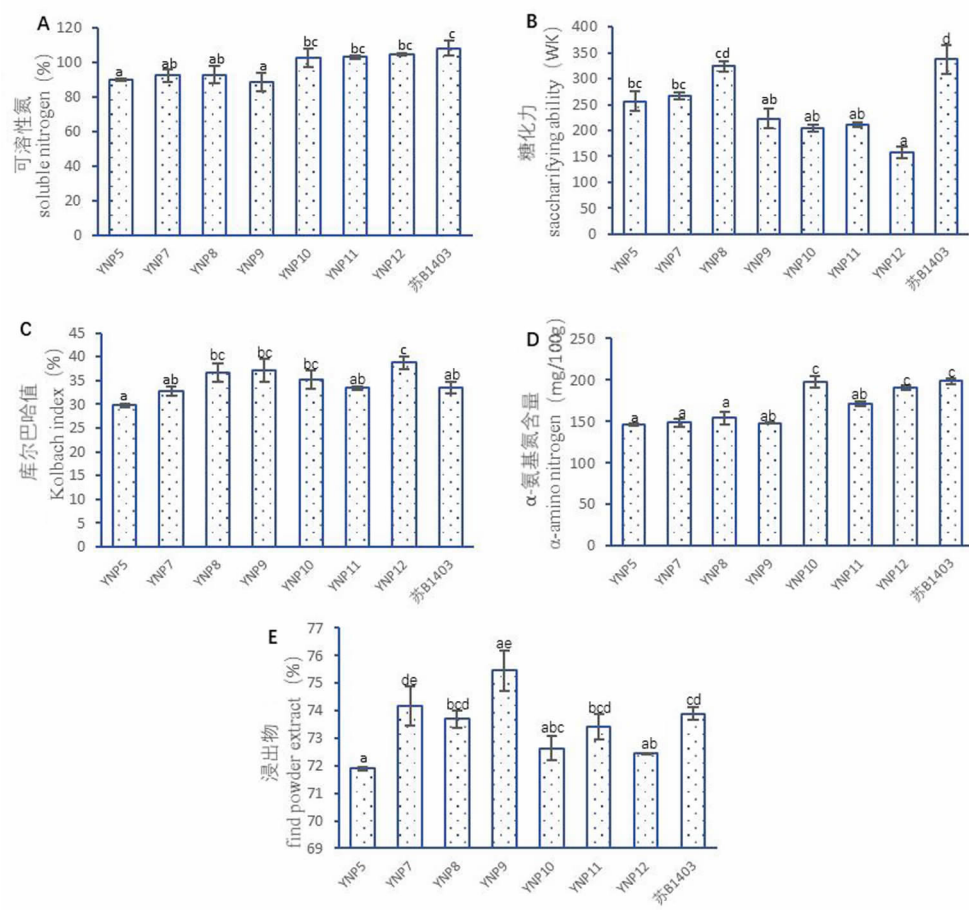


图 1 8 份啤酒大麦的主要麦芽品质性状

Fig. 1 Malt quality analysis of 8 malting barley cultivars

表 3 参试啤酒大麦的麦芽品质等级

Tab. 3 Malt quality rating for tested malting barley cultivars

品种 Variety	浸出物 Find powder extract (%)	α-氨 基氮 α-amino nitrogen (mg/100g)	库尔巴 哈值 Kolbach index (%)	糖化力 (WK) Sacchari fying ability
扬农啤 5 号 Yangnongpi 5 (YNP5)		一级		一级
扬农啤 7 号 Yangnongpi 7 (YNP7)		一级		优级
扬农啤 8 号 Yangnongpi 8 (YNP8)		优级		优级
扬农啤 9 号 Yangnongpi 9 (YNP9)	二级	一级		二级
扬农啤 10 号 Yangnongpi 10 (YNP10)		优级		
扬农啤 11 号 Yangnongpi 11 (YNP11)		优级		
扬农啤 12 号 Yangnongpi 12 (YNP12)		优级	二级	
苏 B1403 Su1403		优级		优级

3 讨论

江苏 8 个品种除扬农啤 7 号的父本来自日本引进优质啤酒大麦品系甘木二条以及扬农啤 11 号父本来自引进品系连 9015 外,其余品种的亲本均来自江苏本土培育的大麦品种。扬农啤 5 号是扬州大学大麦研究所于 2003 年从如东 6109 × 苏农 22 杂交组合中选育而成,属于弱春性、早熟二棱皮大麦,于 2006 年 8 月通过江苏省大麦中间试验。扬农啤 8 号以扬农啤 2 号为母本、以自育啤酒大麦品系苏农 16 杂交,采用系谱法选育而成的优质高产啤酒大麦新品种。扬农啤 9 号以自育啤酒大麦品系苏农 2004 - 7214 为母本、苏啤 3 号为父本配制杂交组合,采用系谱法选择,于 2008 年选择到综合性状较好的稳定的 F₄ 株系进入院品系比较试验。扬农啤 10 号以啤酒大麦品种苏引麦 3 号(花 30)为母本,以扬农啤 5 号为父本配制杂交组合。扬农啤 11 号以啤酒大麦品种扬农啤 2 号为母本,以引进品系连 9015 为父本配制杂交

组合。培育成功的 8 个品种均在江苏省份有过大面积的推广,其中扬农啤 5 号 2004 ~ 2005 年参加江苏省大麦品种区域试验的平均产量为 6 800.4 kg/hm²比对照品种单 2 大麦增产 14.2%;2005 ~ 2006 年江苏省生产试验中,扬农啤 5 号平均单产 6 486.0 kg/hm²比对照单 2 大麦增产 16.8%^[13]。2011 年扬农啤 5 号在江苏省累计生产种植 53.5 × 10⁴ hm²,2015 年仍有一定的种植面积^[14]。扬农啤 9 号 2010 ~ 2011 年在江苏省大麦区试试验中平均单产 7 187.0 kg/hm²比对照品种扬农啤 5 号增产 12.5%,2011 ~ 2012 年比对照品种扬农啤 5 号增产 8.9%,2015 年开始大面积生产种植^[14-15]。

试验中,扬农啤 5 号的籽粒粒长、粒宽和千粒重均最小,籽粒的长宽比较小,其籽粒比较团,是理想的啤酒优质啤酒大麦的粒型,其千粒重达到 42 g 以上,且均匀度好、外观色泽好,产量水平高,曾作为江苏省大麦品种鉴定的对照品种。麦芽浸出物指标里只有扬农啤 9 号符合国家二级标准,其余品种的麦芽浸出物均小于 75%。麦芽浸出物的大小主要受麦芽溶解程度以及酶的影响主要反映大麦籽粒发芽过程中干物质的损耗程度^[8]。在浸麦过程中加入适量的亚硫酸和硫酸盐可以显著提高麦芽浸出率^[16]。同时,大麦籽粒的千粒重、发芽率以及籽粒蛋白质含量也会对浸出物的大小产生影响。啤酒酿造过程中通常要求采用千粒重较大,蛋白质含量低,发芽率高的啤酒大麦为原料,配合精良的生产设备以及精确的生产工艺才能更好的提高麦芽的浸出率^[17]。 α -氨基氮来自于大麦发芽过程中蛋白质被降解为氨基酸或者低肽,是酵母代谢的主要氮来源,麦汁中 α -氨基氮含量高,酵母繁殖的好,发酵速度也快^[18]。啤酒酿造过程中通常会增加籽粒浸麦程度和降低发芽温度来促进籽粒蛋白的溶解,增加 α -氨基氮含量^[19]。一般工业生产要求麦汁 α -氨基氮的含量应大于 160 mg/100g,试验中扬农啤 10、11、12 以及苏 B 1403 的 α -氨基氮的含量在 170 ~ 200 mg/100g,符合工艺生产的要求。库尔巴哈值主要反映麦芽蛋白质的溶解程度。籽粒蛋白在发芽过程中分解的过高或者过低都会影响啤酒的酿造。如果库尔巴哈值高于 45%,导致酵母过早衰老,啤酒酒体偏薄,酒味变淡;如果库尔巴哈值低于 38% 导致啤酒风味不纯正,产生未完全分解的蛋白质浑浊与沉淀,影响啤酒的外观品质以及口

感^[20]。麦芽糖化力是衡量麦芽将淀粉转化为可发酵糖的能力,糖化力越高淀粉分解的越完全,麦芽的浸出物越高,质量也越好^[21]。8 个品种中 α -氨基氮含量普遍很高,其中 5 个品种符合国家优级标准,扬农啤 9 号的 α -氨基氮含量符合国家一级标准。8 个品种中只有扬农啤 12 号符合国家二级标准,扬农啤 9 号的库尔巴哈值与扬农啤 12 号无显著差异。

4 结 论

扬农啤 7、扬农啤 8 号以及苏 B1403 糖化力最高,其次是扬农啤 5 号和扬农啤 9 号。扬农啤 9 号的浸出物、 α -氨基氮以及糖化力的指标均优于其他品种,扬农啤 9 号的综合评分最高,可作为江苏优质啤酒大麦原料生产品种。

参考文献 (References)

- [1] 龚瑾. 我国大麦进口增长的原因、冲击及贸易政策研究[D]. 北京:中国农业科学院,2020:26-29.
GONG jin. *Research on the Causes, Impacts and trade policies of barley import growth in China* [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences,2020:26-29.
- [2] 李先德. 中国大麦产业经济问题研究[M]. 北京:中国农业出版社,2013.
LI Xiande. *Study on economic problems of barley industry in China* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2013.
- [3] 靳正忠, 齐军仓, 曹连莆, 等. 啤酒大麦芽品质性状的研究进展[J]. 大麦科学, 2004, (3): 1-5.
JIN Zhengzhong, QI Juncang, CAO Lianpu, et al. Advance in study on the malt quality traits of beer barley [J]. *Barley Science*,2004, (3): 1-5.
- [4] 2019 年全球啤酒消费量[J]. 中外酒业,2021, (1): 51-53.
Global beer consumption in 2019 [J]. *Global Alcinfo*, 2021, (1): 51-53.
- [5] 李先德. 中国大麦青稞生产和贸易问题研究[M]. 北京:中国农业出版社,2019.
LI Xiande. *Study on the production and trade of barley and barley in China* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2019.
- [6] Wang J M, Zhang, G P, Chen, J X, et al. Genotypic and environmental variation in barley beta- amylase activity and its relation to protein content [J]. *Food Chemistry*, 2003, 83 (2): 163-165.
- [7] 陈明贤, 张国平. 全球大麦发展现状及中国大麦产业发展分析[J]. 大麦与谷类科学, 2010, (4): 1-4.
CHEN Mingxian, ZHANG Guoping. Analysis of global barley development status and barley industry development in China [J]. *Barley and Cereal Sciences*, 2010, (4): 1-4.
- [8] 谢志新, 丁守仁. 大麦品质育种研究与进展[J]. 大麦科学, 1996, 46(1): 1-6.
XIE Zhixin, DING Shouren. Research and progress in barley

- quality breeding [J]. *Barley Science*, 1996, 46(1): 1-6.
- [9] 黄业昌, 张国平. 影响啤酒大麦籽粒品质的环境因素及农艺措施[J]. 大麦与谷类科学, 2011, (3): 1-5.
- HUANG Yechang, ZHANG Guoping. Environmental factors and agronomic measures affecting grain quality of barley for beer [J]. *Barley and Cereal Sciences*, 2011, (3): 1-5.
- [10] 柳小宁, 潘永东, 张华瑜, 等. 啤酒麦芽品质的影响因素分析[J]. 农业科技通讯, 2010, (10): 41-43.
- LIU Xiaoning, PAN Yongdong, ZHANG Huayu, et al. Analysis of factors affecting malt quality of beer [J]. *Bulletin of Agricultural Science and Technology*, 2010, (10): 41-43.
- [11] 孟亚雄, 赵向田, 马小乐, 等. 海拔对啤酒大麦产量和品质的影响[J]. 麦类作物学报, 2016, 36(9): 1258-1263.
- MENG Yaxiong, ZHAO Xiangtian, MA Xiaole, et al. Effect of altitude on quality and yield of different malting barley varieties [J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2016, 36(9): 1258-1263.
- [12] 汪军妹, 张新忠, 林峰, 等. 73份优异啤酒大麦种质资源主要麦芽品质性状的评价[J]. 浙江农业学报, 2012, 24(1): 1-6.
- WANG Junmei, ZHANG Xinzong, LIN Feng, et al. The assessment of major malt qualities among 73 elite varieties in the germplasm for malting barley [J]. *Acta Agriculturae Zhejianensis*, 2012, 24(1): 1-6.
- [13] 许如根, 吕超, 黄志仁. 优质高产啤酒大麦新品种扬农啤5号的选育[J]. 大麦与谷类科学, 2007, (1): 56-58.
- XU Rugen, LV Chao, HUANG Zhiren. Breeding of a new barley variety Yangnongpi 5 with high quality and high yield [J]. *Barley and Cereal Sciences*, 2007, (1): 56-58.
- [14] 张京. 中国大麦品种志 1986-2015 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2018.
- ZHANG Jing. *Barley varieties of China 1986-2015* [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2018.
- [15] 吕超, 许如根, 张新忠, 等. 啤酒大麦品种扬农啤9号的选育[J]. 大麦与谷类科学, 2013, (3): 57-59.
- LV Chao, XU Rugen, ZHANG Xinzong, et al. Breeding of beer barley variety Yangnongpi 9 [J]. *Barley and Cereal Sciences*, 2013, (3): 57-59.
- [16] 王朝晖, 高颖. 使用亚硫酸和硫酸盐以提高麦芽质量的研究[J]. 酿酒, 1982, (3): 25-27.
- WANG Zhaohui, GAO Ying. Study on improving malt quality by using sulfite and sulfate [J]. *Liquor Making*, 1982, (3): 25-27.
- [17] 杨力, 许学荣, 李长亚, 等. 啤酒籽粒高蛋白质含量对麦芽品质的影响及其对策[J]. 大麦科学, 2005, (3): 40-42.
- YANG Li, XU Xuerong, LI Changya, et al. Effect of high protein content in brewer grain on malt quality and its countermeasures [J]. *Barley Science*, 2005, (3): 40-42.
- [18] 王婷, 贺立东, 刘月琴. 不同营养组成麦汁对啤酒酵母生长影响的研究[J]. 中外酒业·啤酒科技, 2018, 77(10): 27-32.
- WANG Ting, HE Lidong, LIU Yueqin. Effects of worts with different nutrient compositions on growth of brewer's yeast [J]. *Global Alcinfo.*, 2018, 77(10): 27-32.
- [19] 满娟娟, 李宏军. 响应曲面法分析小麦啤酒糖化工艺参数对麦汁 α -氨基氮含量的影响[J]. 酿酒科技, 2010, 189(3): 71-74.
- MAN Juanjuan, LI Hongjun. Response surface methodology (RSM) was used to analyze the effects of wheat beer saccharification process parameters on α -amino nitrogen content in wort [J]. *Liquor-Making Science & Technology*, 2010, 189(3): 71-74.
- [20] 金玉红. 小麦芽库值与其品质关系的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2012.
- JIN Yuhong. *Study on the relationship between bud bank value and wheat quality* [D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2012.
- [21] 郝灵珍. 啤酒生产过程中淀粉酶系变化动态、淀粉酶系及蛋白酶系对糖化产物影响的研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2012.
- HAO Lingzhen. *Studies on changing trends of amylases and the effects of amylases and proteases activity on saccharifying products in the process of beer production* [D]. Qingdao: Ocean University of China, 2012.

Grain and malt quality analysis of malting barley

WANG Feifei, GU Yangyang, YU Guoqi, CHENG Jingye, PAN Hui,
WANG Shunmeng, ZHU Juan, LYU Chao, GUO Baojian, XU Rugen

(Key Laboratory of Plant Functional Genomics of the Ministry of Education/Jiangsu Key Laboratory of Crop Genomics and Molecular Breeding/Jiangsu Co – Innovation Center for Modern Production Technology of Grain Crops/Institutes of Agricultural Sciences, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu 225009, China)

Abstract: [Objective] To identify high malt quality barley cultivars which is suitable for Jiangsu cultivation, grain quality and malt quality of eight Jiangsu malting barley cultivars were analyzed [Method] In this paper, with eight excellent beer barley varieties cultivated by the Barley Research Institute of Yangzhou University as materials, their grain length, grain width and one thousand grain weight, such as grain appearance and quality traits, extract, α – amino nitrogen, saccharifying ability, soluble nitrogen, malt protein content and Kolbach value, were determined. [Result] The results showed all these cultivars achieved national premium grade standard in grain quality; meanwhile, the eight barley cultivars showed lower fine powder extract and Kolbach index, while on the contrary with higher malt protein content, α – amino nitrogen and saccharifying ability. [Conclusion] Yangnongpi 9 reveals high score, which can be used as production variety for high quality beer barley.

Key words: malting barley; malt quality; grain quality; Yangnongpi

Fund project: Youth Fund Project of the National Natural Science Foundation of China(32101652); Natural Science Foundation of Jiangsu Province (BK20190891); General Project of Natural Science Research Program of Higher Education Institutions of Jiangsu Province (19KJB210018)

Correspondence author: XU Rugen(1967 –), male, Taizhou, Jiangsu Province, professor, doctor, mainly research on genetic breeding in barley, (E – mail) rgxu@yzu.edu.cn