

# 西昌市藜麦引种试验初报

杨 蛟, 戴红燕, 廖映秀, 赵应林, 殷 慧, 华劲松

(西昌学院, 四川 西昌 615013)

**摘要:** 为筛选出综合性状优异、适应于西昌市种植的藜麦品种, 引进了 7 个藜麦品种进行试验。结果表明, 7 个藜麦品种在西昌市均能够正常出苗、开花、结实和成熟, 生育期从短到长顺序依次为 PI51036、陇藜 3 号、青藜 1 号、陇藜 1 号、冀藜 1 号、冀藜 2 号、Ames21909。陇藜 1 号的营养生长阶段时间最长, 其次是 Ames21909 和冀藜 1 号。不同品种之间植株形态特征和产量性状差异较大。产量为 1 532.39~2 811.64 kg/hm<sup>2</sup>, 以冀藜 1 号最高, 其次是陇藜 1 号, 品种间差异达极显著水平。综合各品种田间表现, 陇藜 1 号和冀藜 1 号综合性状表现较好, 其次是青藜 1 号、陇藜 3 号、冀藜 2 号, Ames21909、PI51036 综合性状表现较差。

**关键词:** 藜麦; 品种试验; 评价; 西昌

**中图分类号:** S529 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)11-0007-05

[doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.11.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2020.11.002)

藜麦(*Chenopodium quinoa* Willd.)原产于南美洲安第斯山区, 是印加土著居民的主要传统食物, 古代印加人称之为“粮食之母”<sup>[1]</sup>。藜麦具有非常高的营养价值, 其蛋白质含量在 16%左右, 人体必需氨基酸比例均衡, 易于被人体吸收<sup>[2]</sup>。藜麦籽实富含蛋白质、氨基酸、不饱和脂肪酸、维生素、矿物质及膳食纤维, 且低脂、低糖、零胆固醇, 利用价值高, 是未来最具潜力的作物之一<sup>[3]</sup>。20 世纪以来, 欧洲、非洲、北美洲以及亚洲的印度和中国等均开展了藜麦的引种和试种, 我国于 2008 年开始规模化种植藜麦, 目前已成为除原产国之外种植面积较大的国家之一, 藜麦产业呈现出良好的发展态势<sup>[4]</sup>。凉山州西昌市于 2018 年开始引种藜麦, 由于不同藜麦品种对环境的适应性有一定的差异, 因此筛选出综合性状优异、适应于西昌地区的藜麦品种十分重要。

## 1 材料与方法

### 1.1 原产地与引种地概况

引种是否成功, 很大程度上取决于引入地的生态条件和生态型相似性。藜麦原产地主要分布于南美洲玻利维亚、厄瓜多尔、秘鲁、阿根廷等地, 从海平面至海拔 4 000 m 的地方都有分布<sup>[5]</sup>, 藜麦对土壤酸碱度的耐受范围为 pH 4.5~8.9, 在排水良好、有机质含量高、中性土壤中更适宜藜麦生长, 适宜生长的平均温度是 15~20 ℃, 性喜强光, 喜高海拔地区, 是一种典型的高原作物<sup>[6]</sup>。西昌市位于川西高原的安宁河流域中段, 全境海拔在 1 500 m 以上, 地形以中山为主, 属热带高原季风气候区, 干湿季节分明, 昼夜温差大, 全年日照时数 2 431.4 h, 年均气温 17.0 ℃; 年降水量 1 013.1 mm 左右, 雨水主要集中在 7—10 月, 生态条件与原产地具有相似性。

**收稿日期:** 2020-05-19

**基金项目:** 凉山州技术研究开发与推广应用项目“藜麦引种筛选及配套栽培技术研究”(17YYJS0074); 西昌学院大学生课外科研项目“高原特色作物西昌市藜麦在西昌市的引种适应性研究”(2017KW037)。

**作者简介:** 杨 蛟(1997—), 男, 四川雅安人, 本科在读, 主要从事农作物遗传育种及栽培技术研究。

**通信作者:** 华劲松(1970—), 男, 重庆丰都人, 研究员, 硕士, 主要从事农作物遗传育种及栽培技术研究。联系电话: (0)13981596211。Email: xcxydh@126.com。

## 1.2 试验地概况

试验地设在西昌市安宁镇高堆村二组, 海拔 1 560 m, 土壤类型为壤土, 肥力中等, pH 6.6。耕层土壤含有机质 12.88 g/kg、碱解氮 51.4 mg/kg、速效磷 12.6 mg/kg、速效钾 113.7 mg/kg。

## 1.3 试验材料

参试藜麦品种共有 7 个, 其中陇藜 1 号、陇藜 3 号由甘肃省农业科学院选育, 冀藜 1 号、冀藜 2 号由张家口市农业科学院选育, 青藜 1 号由青海省农林科学院选育, PI51036 引自秘鲁, Ames21909 引自玻利维亚, 种子均由西昌学院高原及亚热带作物重点实验室提供。

## 1.4 试验方法

试验随机区组设计, 3 次重复, 小区面积 18 m<sup>2</sup>(3 m × 6 m)。试验于 2019 年 3 月 9 日播种, 播前施农家肥 22 500 kg/hm<sup>2</sup>, 土壤松耕打细整平后, 先开沟撒施硫酸钾型复合肥 450 kg/hm<sup>2</sup>(总养分 ≥ 40%, N-P-K 为 22-9-9)作底肥, 将肥料掩埋后播种。人工穴播, 穴深 4~5 cm, 行距 50 cm, 穴距 30 cm, 每穴 4~5 粒种子, 播后覆土 2 cm。出苗后间苗, 每穴定苗 1 株, 密度 6.67 万株 /hm<sup>2</sup>。

## 1.5 记载项目及方法

参照翟西均<sup>[7]</sup>标准, 观察记载播种期、出苗期、六叶期、现蕾期、开花期和成熟期时间(以 75% 植株达到此时期生育进程为准)。成熟后各小区随机取样 10 株考种, 测定株高(根部以上到穗顶端的长度)、茎粗(根部以上 5 cm 茎的直径)、第 1 次有效分枝位(第 1 次有效分枝离地面的高度)、单株分枝

数、主穗长(主穗基部至顶部的长度)、穗型, 同时记载各品种的茎色、穗色、籽色、单株花序数、单株粒数、籽粒直径、千粒重。分小区收获, 脱粒晾晒后测定产量。

## 1.6 数据统计分析

采用 Excel 和 SPSS 分析软件进行数据统计分析, 差异显著性采用 Duncan's 法。

## 2 结果与分析

### 2.1 生育期

由表 1 可以看出, 7 个参试品种的生育期为 83 ~ 118 d, 生育期最长的是 Ames 21909, 最短的是 PI51036, 两者相差 35 d。从生育进程来看, 各品种的出苗期到六叶期时间相差不大, 直至现蕾期显现出较大差异, 青藜 1 号最早进入现蕾期, 陇藜 1 号最迟, 两者相差达 27 d。从现蕾期到开花期, 陇藜 1 号所需的天数最少, 仅为 15 d, 最多的冀藜 2 号为 51 d。从开花期到成熟期所需时间最长的品种是 Ames21909, 最短的是陇藜 3 号, 两者相差 28 d。

### 2.2 株高与茎粗

从表 2 可以看出, 各参试品种株高相差悬殊, 以冀藜 2 号最高, 达 196.83 cm; Ames21909 最矮, 为 119.23 cm, 两者高度相差 77.60 cm。茎粗以冀藜 1 号最粗, 其次是冀藜 2 号, Ames21909 最细。株高和茎粗在一定程度上反映出品种的抗倒伏性, 植株越矮、茎越粗, 抗倒伏性相对较强。

### 2.3 分枝数及第 1 次有效分枝位

各参试品种单株分枝数相差较大(表 2)。单株分枝数最多的是 Ames21909, 达 30.32

表 1 参试藜麦品种的生育期及物候期

品种	播种 /(日/月)	出苗期 /(日/月)	六叶期 /(日/月)	现蕾期 /(日/月)	开花期 /(日/月)	成熟期 /(日/月)	全生育期 /d
Ames21909	9/3	13/3	24/3	26/4	18/5	5/7	118
冀藜 1 号	9/3	14/3	22/3	23/4	12/5	18/6	101
冀藜 2 号	9/3	16/3	23/3	4/4	24/5	24/6	106
青藜 1 号	9/3	13/3	20/3	1/4	6/5	5/6	87
PI51036	9/3	13/3	20/3	6/4	7/5	1/6	83
陇藜 1 号	9/3	14/3	21/3	28/4	13/5	15/6	97
陇藜 3 号	9/3	13/3	19/3	7/4	13/5	3/6	86

个;最少的是陇藜 1 号,为 12.52 个。结合第 1 次有效分枝位高度可以大致看出品种类型:Ames21909 分枝多且第 1 次有效分枝位低,属低位分枝型品种;陇藜 1 号分枝少且第 1 次有效分枝位较高,属于高位分枝型品种。

#### 2.4 主穗长度及穗型

藜麦穗型多样,因品种不同分为圆锥、伞状、长穗状等多种类型,穗的长度也往往因穗型的不同而有所差异(表 2)。冀藜 2 号穗型为伞状,主穗长度比其他品种长;圆锥状穗型品种的主穗长度以冀藜 1 号最长,Ames21909 最短。

#### 2.5 茎色、穗色及粒色

从表 2 可以看出,参试品种的茎和穗的颜色表现基本一致,即茎色深,其穗色也较深(紫红);茎色浅,其穗色较浅(黄色)。籽粒颜色与茎和穗的颜色表现不太一致,Ames21909 为紫黑色,PI51036 为红色,冀藜 2 号和陇藜 3 号均为金黄色,其余品种均为黄色。

#### 2.6 主要经济性状

单株花序数、单株粒数及籽粒的重量是

决定品种产量的重要因素。从表 3 可知,Ames21909 的单株花序数最多,但千粒重最轻,属于多穗小粒型品种;陇藜 1 号的单株花序数较低,为 82.46 个,仅为 Ames21909 的 52.28%,但千粒重最高,单株粒数达 19573.23 粒,属于大穗大粒型品种;冀藜 2 号、冀藜 1 号、青藜 1 号的单株花序数较多,千粒重表现一般,属于多穗中粒型品种;陇藜 3 号单株花序数最少,千粒重表现一般,属于大穗中粒型品种;PI51036 属少穗中粒型品种。

#### 2.7 产量

从表 3 可以看出,参试品种的藜麦产量以冀藜 1 号最高,为 2 811.64 kg/hm<sup>2</sup>;其次是陇藜 1 号,为 2 665.97 kg/hm<sup>2</sup>;PI51036 最低,为 1 532.39 kg/hm<sup>2</sup>。经方差分析,品种间差异极显著 [ $F > F_{0.01(6,12)}$ ],多重比较结果表明,冀藜 1 号与陇藜 1 号间差异不显著,与其他品种差异均达极显著水平;青藜 1 号、陇藜 3 号、冀藜 2 号间差异不显著,均与 PI51036 差异达极显著水平;Ames21909 与冀藜 2 号差异不显著,与青藜 1 号、陇藜 3 号、PI51036 差异显著。

表 2 参试藜麦品种性状特性

品种	株高 /cm	茎粗 /cm	单株分枝数 /个	第1次有效分枝位 /cm	主穗长度 /cm	穗型	茎色	穗色	粒色
Ames21909	119.23	0.78	30.32	4.65	18.92	圆锥	紫红	紫红	紫黑
冀藜1号	196.83	1.48	24.81	11.38	30.66	圆锥	紫红	紫红	黄
冀藜2号	164.53	1.56	18.74	9.94	32.73	伞状	黄绿	黄	金黄
青藜1号	169.47	1.31	19.20	26.61	28.55	圆锥	黄绿(紫红斑纹)	紫红	黄
PI51036	155.93	1.23	4.61	11.27	34.59	伞状	紫红	紫红	红
陇藜1号	140.03	0.98	12.52	28.65	27.13	圆锥	黄绿(紫红斑纹)	黄	黄
陇藜3号	164.81	1.16	13.87	33.91	24.44	圆锥	黄绿	黄	金黄

表 3 参试藜麦品种的主要经济性状及产量<sup>①</sup>

品种	单株花序数 /个	单株粒数 /粒	籽粒直径 /mm	千粒重 /g	折合产量 /(kg/hm <sup>2</sup> )	位次
Ames21909	157.73	19 035.48	1.34	1.56	1 778.41±8.34 c BC	6
冀藜1号	118.55	21 819.25	1.95	2.31	2 811.64±9.97 a A	1
冀藜2号	128.74	13 447.82	2.02	2.37	1 800.83±6.53 bc B	5
青藜1号	108.23	17 568.26	1.73	2.10	2 064.83±10.45 b B	3
PI51036	96.87	12 116.79	1.88	2.29	1 532.39±6.59 d C	7
陇藜1号	82.46	19 573.23	2.11	2.41	2 665.97±5.75 a A	2
陇藜3号	78.19	14 962.66	1.65	2.06	1 911.23±7.63 b B	4

①表中产量数据为 3 次重复的平均值±标准差,同列数据后的不同大小写字母分别表示差异为 0.01 和 0.05 显著水平。



### 3 结论与讨论

藜麦的生长发育由其本身的生物学特性和生长环境条件共同决定。从生育期来看,引进的 7 个藜麦品种在西昌市均能够正常出苗、开花、结实和成熟。藜麦进入成熟收获期最忌雨水过多,因此最好选择生育期较短、成熟期在雨季到来之前的品种,参试品种除 Ames21909 生育期最长外,其他品种生育期较短,有利于藜麦正常收获。藜麦是一种极耐寒作物,但不同成长阶段藜麦对低温的耐受性不同,营养生长阶段具有更强的耐寒性和抗冻性<sup>[8]</sup>,种子发芽后,连续的物候过程显示出 1℃为初始温度,10℃下藜麦叶生长率仍可维持其最大值的 30%<sup>[9]</sup>,而在生殖生长阶段遇到低温则会造成较大损失<sup>[10-11]</sup>。如果将藜麦生长分为 3 个阶段,即出苗至现蕾期为营养生长阶段,现蕾期至开花期为营养和生殖生长并进阶段,开花期到成熟期为生殖生长阶段。从品种生育进程来看,陇藜 1 号的营养生长阶段时间最长,达 50 d,其次是 Ames21909 和冀藜 1 号,故陇藜 1 号、Ames21909、冀藜 1 号生长前期对低温更具有较强的耐受力,在其他条件允许的情况下可以提早播种,即播种时间弹性更大,而青藜 1 号、冀藜 2 号相比则较差。

从植株形态特征来看,各品种表现出不同品种类型,总的来说可以分为主穗型品种和多分枝型品种,主穗型品种分枝较少、分枝节位较高;多分枝型品种分枝多、分枝节位较低。在生产中可以根据当地实际情况和栽培方式选择不同类型的品种,如主穗型品种较适合密植或机械化、半机械化种植,而多分枝型品种的抗倒伏性和耐肥性较好。株高和茎粗影响植株的抗倒伏性,藜麦在后期很容易倒伏,其抗倒伏特性能够保证籽粒灌浆充分,最大限度减少收获损失,应该尽量选择株高适中、茎秆粗壮的品种用于生产。藜麦植株因品种不同颜色多样,且随着生长的变化呈现不同的颜色,具备较好的观赏

性,可选择其作为景观植物。作物产量的高低是选择品种的一个最重要的指标。7 个参试品种的产量为 1 532.39 ~ 2 811.64 kg/hm<sup>2</sup>,产量从高到低顺序依次为冀藜 1 号、陇藜 1 号、青藜 1 号、陇藜 3 号、冀藜 2 号、Ames 21909、PI51036。籽粒大小也是影响种子外观品质的因素之一,相比之下,大粒种子更受欢迎。

试验结果表明,各参试品种都有有利性状,这也反映出藜麦品种的多样性和遗传基础的广泛性。针对一个地区农业生产实际,在品种选择上应该根据当地农业生态和生产条件,充分考虑品种各个性状的相关性和协调性,在注重某一性状的时候兼顾其他性状。根据各品种的田间试验表现,初步认为综合性状较好的品种有陇藜 1 号、冀藜 1 号,综合性状一般的品种有青藜 1 号、陇藜 3 号、冀藜 2 号,综合性状较差的品种为 Ames21909、PI51036。

#### 参考文献:

- [1] PETERSON, ADAM, MURPHY, et al. Tolerance of lowland quinoa cultivars to sodium chloride and sodium sulfate salinity[J]. *Crop Science*, 2016, 250: 188-197.
- [2] PREGO I, MALDONADO S, OTEGUI M. Seed structure and localization of reserves in *Chenopodium quinoa*[J]. *Annals of Botany*, 1998, 82: 481-488.
- [3] 杨发荣,黄杰,魏玉明,等.藜麦生物学特性及应用[J].*草业科学*, 2017, 34(3): 607-613.
- [4] 任贵兴,杨修仕,么杨.中国藜麦产业现状[J].*作物杂志*, 2015(5): 1-5.
- [5] RISI J, GALWEY N W. The pattern of genetic diversity in the Andean grain crop quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Multivariate method*[J]. *Euphytica*, 1989, 41: 135-145.
- [6] IGLESIAS G PUIGE, MONEDERO V, HAROS M. Bread with whole quinoa flour and bifid bacterial phytases increases dietary mineral intake and bioavailability[J]. *LWT-Food Science & Technology*, 2015, 60: 71-75.

# 转基因大麦*B-hordein*基因荧光定量PCR方法的建立

李静雯<sup>1</sup>, 张正英<sup>2</sup>, 王立光<sup>1</sup>, 陈 军<sup>1</sup>, 朱天地<sup>1</sup>

(1. 甘肃省农业科学院生物技术研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院作物研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 为快速定量大麦贮藏蛋白基因 *B-hordein* 差异表达, 利用 SYBR Green I 染料法测定转基因大麦和对照花后 10 d 籽粒 *B-hordein* 表达量, 通过 RT-PCR 扩增 *B-hordein* 和内参基因 *actin* 片段, 对 PCR 退火温度、引物浓度等进行优化, 结合扩增曲线和熔解曲线分析。结果表明, 转基因大麦 *B-hordein* 基因表达量较对照品种 Golden Promise 显著降低 ( $P < 0.05$ ), *B-hordein* 和 *actin* 扩增片段分别在  $(84.51 \pm 0.01) ^\circ\text{C}$  和  $(80 \pm 0.01) ^\circ\text{C}$  处显示特异性单峰, 可成功建立转基因大麦 *B-hordein* SYBR Green I 实时定量 PCR 法。

**关键词:** SYBR Green I; 荧光定量 PCR; 转基因大麦; *B-hordein*

**中图分类号:** S512.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)11-0011-06

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.11.003

## Establishment of Real-time Fluorescence Quantitative RT-PCR for *B-hordein* Gene of Transgenic Barley

LI Jingwen<sup>1</sup>, ZHANG Zhenying<sup>2</sup>, WANG Liguang<sup>1</sup>, CHEN Jun<sup>1</sup>, ZHU Tiandi<sup>1</sup>

(1. Institute of Biotechnology, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Institute of Crops, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** In this study, a qRT-PCR system with SYBR Green I was established to characterise the variation in the expression of *B-hordein* gene in barley. The target gene *B-hordein* and the reference gene *actin* were amplified with RT-PCR in the grain of 10 DAP (day after pollination) of transgenic barley and control. PCR annealing temperature, primers concentration and other reaction factors was optimized, and also the amplification curve and melt curve was analyzed. The results showed that the expression level of *B-hordein* of transgenic barley was significantly lower than that of control ( $P < 0.05$ ). Peak of *B-hordein* and *actin* were  $(84.51 \pm 0.01) ^\circ\text{C}$  and  $(80 \pm 0.01) ^\circ\text{C}$ , respectively, and the real-time quantitative PCR method of *B-hordein*

**收稿日期:** 2020-10-09

**基金项目:** 国家自然科学基金(31660391、31460350)。

**作者简介:** 李静雯(1979—), 女, 甘肃榆中人, 副研究员, 主要从事植物分子生物学研究工作。

Email: lj-lg614@163.com。

- [7] 翟西均. 藜麦品种区域试验记载项目与标准[J]. 中国种业, 2016(5): 25-26.
- [8] 温日宇, 刘建霞, 李 顺, 等. 低温胁迫对不同藜麦幼苗生理生化特性的影响[J]. 种子, 2019(5): 53-56.
- [9] BOIS J F, WINKEL T, LHOMME J P, et al. Response of some Andean cultivars of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to temperature; effects on germination, phenology, growth and freezing[J]. European Journal of Agronomy, 2006, 25, 299-308.
- [10] JACLBSEN S E, MONTEROS C, CHRIS-TIANSEN J L, et al. Plant responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to frost at various phenological stages[J]. Eur. J. Agron., 2005; 22(2): 131-139.
- [11] 杨发荣, 刘文瑜, 黄 杰, 等. 甘肃省藜麦产业发展现状及对策[J]. 甘肃农业科技, 2019(1): 76-79.

(本文责编: 杨 杰)