浙 江 林 业 科 技，2021，41（6）：30 – 36
J Zhejiang For Sci Technol

doi:10.3969/j.issn.1001-3776.2021.06.005

不同藜麦品种(系)在浙西南地区的适应性评价

吴应齐[1]，姚理武[1]，吴丽芳[2]，吴伟玮[1]，叶增新[1]，陈吴伟[1]

（1. 庆元县自然资源和规划局，浙江　庆元　323800；2. 庆元县睦睦家庭农场，浙江　庆元　323800）

摘要：为了筛选适宜浙西南地区种植的藜麦 *Chenopodium quinoa* 品种（系），对收集的‘陇藜 1 号’‘陇藜 3 号’‘冀藜 1 号’‘冀藜 2 号’‘青藜 4 号’、红藜、72 号、65 号 8 个藜麦品种（系）的农艺性状、抗倒伏性状和生产性状等指标进行考察，采用相关性分析、主成分分析和聚类分析对其适应性进行综合评价。结果表明，8 个藜麦品种（系）皆能在浙西南地区正常成熟，生育期在 106 ~ 125 d 之间；对 15 个性状进行相关性分析表明，藜麦产量与单株产量、株高、第一有效分枝高呈显著正相关（P<0.05），与倒伏率呈极显著负相关（P<0.01）；从 15 个性状主成分分析提取的 3 个主成分的累计贡献率达 86.62%；根据主成分综合评价，红藜的综合得分最高，综合评价最优，‘冀藜 1 号’次之，红藜、‘冀藜 1 号’具有较大的开发利用潜力，可在与研究地周边生态环境相似的浙西南地区推广；在遗传距离为 5 时，将 8 个品系分为 4 个类群，其中第Ⅳ类群为红藜，植株高大，抗倒伏性状、产量性状最佳，第Ⅲ类群为‘陇藜 3 号’，植株矮小，保存率差，产量性状差。以上研究结果为浙西南地区藜麦种植及藜麦产业发展提供候选品种（系）。

关键词：藜麦；适应性；农艺性状；浙西南地区；综合评价

中图分类号：S318　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001-3776（2021）06-0030-07

Adapatation Evaluation of Different Cultivars of *Chenopodium quinoa* in Southwest Zhejiang

WU Ying-qi[1]，YAO Li-wu[1]，WU Li-fang[2]，WU Wei-wei[1]，YE Zeng-xin[1]，CHEN Wu-wei[1]

（1. Qingyuan Natural Resources and Planning Bureau of Zhejiang, Qingyuan 323800, China; 2. Qingyuan Mumu Family Farm of Zhejiang, Qingyuan 323800, China）

Abstract: In April 2020, interplanting of 8 cultivars of *Chenopodium quinoa* was implemented in young *Camellia olefera* stand in Qingyuan county, Zhejiang province. Observation and determination was carried out on their agronomic traits, lodging resistance and production traits. The results showed that 8 cultivars could grow normally in Qingyuan, with growth period of 106-125 days. Correlation analysis on 15 traits showed that seed yield had significantly positive relation with single plant yield, height and the height of the first effective branch (P<0.05), but extremely significant negative relation with lodging rate (P<0.01). The cumulative contribution rate of 3 principal components from 15 characters by principal component analysis was 86.62%. Comprehensive evaluation of principal components demonstrated ‘Hongli’ had the highest score and the best adaptability and followed by ‘Jili No. 1’. 8 cultivars could be divided into 4 groups at genetic distance of 5.

Key words: *Chenopodium quinoa*; adaptability; agronomic traits; Southwest Zhejiang; comprehensive evaluation

藜麦 *Chenopodium quinoa* 为藜科 Chenopodiaceae 藜属 *Chenopodium* 一年生草本植物[1]，原产于南美洲安第斯山脉，已有 5 000 多年的种植历史。藜麦籽粒蛋白质含量较其他谷物高，不仅包含人体必需氨基酸且比例均

收稿日期：2021-05-13；**修回日期**：2021-09-13

基金项目：浙江省林业发展和资源保护专项基金项目（庆林计〔2019〕1 号）

作者简介：吴应齐，高级高程师，大学本科，从事藜麦种植研究与推广；E-mail:zjlswyq@126.com。通信作者：姚理武，高级工程师，大学本科，从事林下经济研究和林业技术推广；E-mail:ylw1051@163.com。

衡，还富含多种对人体健康有益的酚类化合物、类黄酮等生物活性物质[2-7]，被联合国粮农组织推荐为适宜人类食用的全营养食品。藜麦适应性强，具有耐寒、耐旱、耐贫瘠、耐盐碱等特性，种植范围极广，从海平面到海拔 4 000 m 的地区均可种植[7-8]，但国内藜麦育种工作起步晚，生产中存在优异种质资源少、优良品种缺乏[9]等问题。从国外引进与培育的藜麦品种（系）多适合于高海拔、阴冷、干旱地区栽培，主要集中在山西、甘肃、吉林、青海、河北等地[10]，对低海拔、高温高湿气候地区适种品种（系）匮乏。

目前，浙西南地区庆元县引种成功的仅甘肃‘陇藜 1 号’1 个品种，品种数量少、类型单一，且因‘陇藜 1 号’虽然对干旱、阴湿、冷凉环境具有较强的适应[11]，但对浙西南地区夏季高温高湿气候的适应性不强，往往因强降雨倒伏，造成产量、品质不高，制约了藜麦在浙西南地区的种植发展。因此，引进审（鉴）定品种和优良品系，开展藜麦品种（系）比较和综合评价研究，筛选出适合推广种植的藜麦品种（系），对促进浙西南藜麦种植发展具有重要意义。本研究通过对从国内引进的 8 个品种（系）藜麦的生育期、农艺性状、抗倒伏性状和生产性状进行综合评价，筛选出适合浙西南地区种植的藜麦品种（系），为藜麦种植推广提供依据。

1　材料与方法

1.1　试验地概况

试验地位于浙江省庆元县江根乡箬坑村睦睦家庭农场的“小虎岙”油茶 *Camellia oleifera* 幼林地，地理坐标为 119°26′20.2″ E，27°32′2.5 N″ ，年平均气温为 14.4℃，最热月（7 月）均温为 23.4℃，最冷月（1 月）均温为 4.6℃，年平均降水量为 1 765.3 mm，≥10℃年积温为 4 686.6℃。试验地海拔为 1 018 m，土壤为黄壤，pH 值为 5.52，水解性氮含量为 227 mg·kg^{-1}，有效磷含量为 711 mg·kg^{-1}，速效钾含量为 123 mg·kg^{-1}。油茶基地于 2020 年 3 月采用 1 年生芽砧苗建园，品种为‘长林 53’‘长林 4 号’和‘长林 27 号’，苗高约为 15 cm，株行距为 2.5 m × 3.0 m，种植密度为 1 333 株·hm^{-2}。

1.2　试验材料

供试藜麦品种（系）共 8 个，其来源信息见表 1。

表 1　供试藜麦品种（系）与来源

Table 1　Cultivars of *Ch. quinoa* and origin

品种(系)	来源	品种(系)	来源
‘陇藜 1 号’	甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所	72 号	宁夏农林科学院老科协
‘陇藜 3 号’	甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所	65 号	宁夏农林科学院老科协
红藜	中国农业科学院作物科学研究所	‘冀藜 1 号’	河北省张家口市农业科学研究院
‘青藜 4 号’	中国科学院西北高原生物研究所	‘冀藜 2 号’	河北省张家口市农业科学研究院

1.3　试验设计

试验于油茶幼林间套种，每个藜麦品种（系）设置 1 个处理，重复 3 次，随机区组设计。每个处理面积为 12 m^2，按 1.2 m × 10 m（宽 × 长）布设，处理间保留宽 30 cm、深 15 cm 的操作沟。每个处理施有机肥（屏南金翼有机肥有限公司，N+P_2O_5+K_2O 含量≥5%，有机质含量≥45%）50 kg，深耕、耙耱后待植。采用育苗繁殖。2020 年 4 月 10 日，播种。各藜麦品种（系）苗在苗高生长至 12 ~ 15 cm 时进行移植，种植株行距为 50 cm × 50 cm，每穴植苗 1 株，每个处理植苗 60 株。移植后及时除草、培土。5 月 27 日，沟施复合肥（总养分≥45%，N-P_2O_5-K_2O：15-15-15）0.5 kg·处理$^{-1}$。

1.4　测定内容与方法

1.4.1　生育期观察与记录　从播种育苗开始观察、记录各藜麦品种（系）的出苗期、移植期、花期、成熟期。

1.4.2　农艺性状观测　于幼苗期，观测各藜麦品种（系）苗的心叶颜色。于成熟期，随机选取各处理 10 株进行测量和计量，分别测量株高、茎粗、分枝数、有效分枝数、第一有效分枝高；同时观测穗色，主穗状态。株高：从植株生长最高部位至地面的垂直距离；茎粗：植株茎杆最粗处的直径；分枝数量：从主穗基部至地面的植株

分枝数量；有效分枝数量：分枝中有结实的分枝数量；第一有效分枝高：第一个有效分枝部位至地面的垂直距离。

1.4.3 抗倒伏性调查 于成熟期，统计每个处理中的倒伏株数量，包括根倒伏株和茎倒伏株。根倒伏指植株自地表处同根系一起倾斜歪倒，茎倒伏株指植株从基部以上某个节位折断。根据统计数据计算每个处理的植株倒伏率。倒伏率（%）= 倒伏株数/处理初植株数 × 保存率 × 100。

1.4.4 生产性状调查 于成熟期，调查各处理植株保存株数，计算植株保存率，采用等距取样法随机选择植株 5 株，脱粒、晾晒后称量，计算各处理的产量，统一折算成 kg·hm^{-2} 单位产量，产量=处理初植株数 × 植株保存率 × 单株产量 ×（1 – 倒伏率）；随机选择每个品种（系）种子 1 000 粒种子称量，重复 3 次。

1.5 数据标准化

对幼苗期心叶颜色、穗色、主穗状态等质量性状予以赋值[12-13]，见表 2。

表 2 藜麦质量性状赋值

Table 2 Quality character valuation of *Ch*. quinoa

性状	赋值
幼苗心叶颜色	绿=l，红绿=2，浅红=3，红=4
穗色	黄=l，黄绿=2，绿=3，灰绿=4，红绿=5，粉=6，红=7，灰紫=8，紫=9，红灰=10，灰=1l，多色=12
主穗状态	直立=1，下垂 = 2
粒色	白=l，黄=2，粉=3，褐=4，红=5，黑=6

1.6 数据分析

采用 Microsoft Excel 2010 进行数据整理，利用 SPSS 19.0 对所测数据统计分析，不同品种（系）间同一指标进行单因素方差分析，用 Duncan’s 检验法进行差异显著性比较，并对各性状指标进行相关性分析、主成分分析及聚类分析，其中聚类方法采用组间联接法，区间度量标准为平方欧式距离。

2 结果与分析

2.1 不同藜麦品种（系）生育期比较

由表 3 可见，8 个藜麦品种（系）在浙江庆元均可正常出苗，其中‘冀藜 1 号’‘冀藜 2 号’出苗稍迟，72 号、65 号生育期最短，比其它品种（系）短 10 ~ 19 d，红藜生育期最长，比其它品种（系）长 8 ~ 19 d，‘陇藜 1 号’‘陇藜 3 号’‘青藜 4 号’生育期居中，为 116 ~ 117 d。

表 3 不同藜麦品种（系）生育期比较

Table 3 Growth period of different cultivars

品种（系）	播种时间/(月.日)	出苗时间/(月.日)	移植期/(月.日)	花期/(月.日)	成熟期/(月.日)	生育期/d
‘陇藜 1 号’	4.10	4.17	5.13	6.28	8.11	117
‘陇藜 3 号’	4.10	4.17	5.13	6.28	8.11	117
红藜	4.10	4.17	5.13	6.26	8.19	125
‘青藜 4 号’	4.10	4.17	5.13	6.28	8.11	117
72 号	4.10	4.17	5.13	6.28	7.31	106
65 号	4.10	4.17	5.13	6.28	7.31	106
‘冀藜 1 号’	4.10	4.18	5.13	6.24	8.11	116
‘冀藜 2 号’	4.10	4.18	5.13	6.24	8.11	116

2.2 不同藜麦品种（系）农艺性状比较

8 个藜麦品种（系）的农艺性状如表 4。由表 4 可知，8 个藜麦品种（系）的数量性状间均存在显著差异（P<0.05）。其中，红藜的植株最高，达 181.00 cm，显著高于其它品种（系）（P<0.05）；株高从高到低排序为红藜>‘冀藜 1 号’>‘陇藜 1 号’≈65 号>‘青藜 4 号’≈‘冀藜 2 号’>‘陇藜 3 号’≈72 号。红藜的茎粗显著大于其它品种（系）（P<0.05），茎粗最小的是 72 号，显著小于其它品种（系）（P<0.05），其它品种（系）之间均差异不显著。红藜的第一有效分枝高最高，显著高于其它品种（系）（P<0.05），‘冀藜 1 号’次之，显著高于 72 号（P<0.05），其它品种（系）之间均差异不显著。红藜的分枝数最少，显著少于其它品种（系）（P<0.05）；65 号的分枝数最多，达 16.67 条，显著多于其它品种（系）（P<0.05）。65 号的有效分枝数最多，显著多于其它品种（系）（P<0.05）；红藜的有效分枝数最少，仅为 0.53 条，显著少于其它品种（系）

（P<0.05）。8 个品种（系）的质量性状有所差别，红藜幼苗的心叶颜色呈浅红色，其它品种（系）的心叶颜色呈绿色；成熟期穗色‘陇藜 1 号’、红藜呈红、黄色等多色，主穗状态红藜呈下垂状态，其它品种（系）的主穗呈直立状态；粒色中，红藜呈黄色，72 号、65 号呈褐色，其它品种（系）的皆呈白色。

表 4　不同藜麦品种（系）的农艺性状比较
Table 4　Agronomic characters of different cultivars

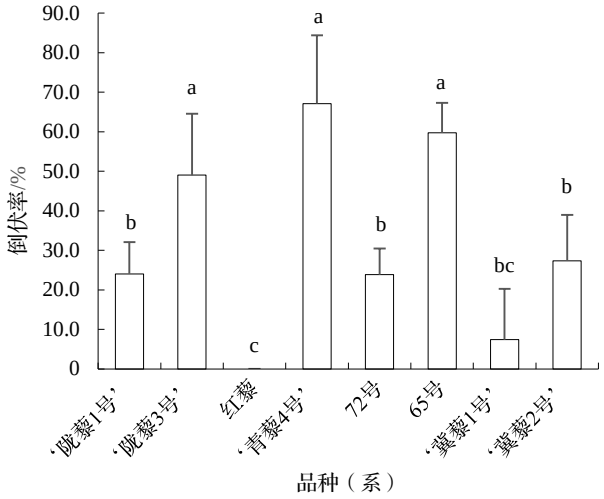
品系	株高/cm	茎粗/mm	第一有效分枝高/cm	分枝数/条	有效分枝数/条	幼苗心叶颜色	穗色	主穗状态	粒色
‘陇藜 1 号’	97.13±11.33bc	13.13±2.03b	13.07±3.47bc	12.13±2.90b	9.87±2.88bc	绿	红、黄	直立	白
‘陇藜 3 号’	66.75±16.97d	13.67±4.31b	11.25±2.45bc	8.67±3.03c	7.67±3.00c	绿	黄	直立	白
红藜	181.00±25.94a	16.67±3.06a	40.93±20.61a	2.60±2.59d	0.53±1.36d	浅红	红、黄	下垂	黄
‘青藜 4 号’	85.87±13.67c	13.73±1.98b	10.33±3.62bc	10.73±2.53bc	9.33±2.50c	绿	黄	直立	白
72 号	65.33±8.23d	9.76±1.73c	5.56±1.36c	11.00±3.00bc	10.00±2.93bc	绿	黄	直立	褐
65 号	95.87±13.42bc	12.02±1.87b	8.90±3.52bc	16.67±4.14a	15.00±3.51a	绿	黄	直立	褐
‘冀藜 1 号’	102.50±13.31b	13.5±2.67b	15.83±7.63b	11.83±1.17b	9.50±1.87c	绿	黄	直立	白
‘冀藜 2 号’	84.50±7.12c	14.17±2.48b	10.67±2.88bc	13.17±3.66b	12.17±4.54b	绿	黄	直立	白

注：同列不同小写字母表示在 0.05 水平下差异显著，下同。

2.3　不同藜麦品种（系）抗倒伏性比较

8 个藜麦品种（系）的倒伏率差异，如图 1。

由图 1 可看出，8 个藜麦品种（系）的倒伏率存在显著差异（P<0.05）。‘青藜 4 号’、65 号、‘陇藜 3 号’的倒伏率最高，显著高于其它品种（系）的（P<0.05），红藜的倒伏率最低，显著低于除‘冀藜 1 号’外的其它品种（系）（P<0.05），其它品种（系）间差异不显著。红藜未出现倒伏现象，抗倒伏性能最佳。



注：不同小写字母表示在 0.05 水平下差异显著。

图 1　不同藜麦品种（系）倒伏率比较

Figure 1　Lodging rate of different cultivars

2.4　不同藜麦品种（系）生产性状比较

不同藜麦品种（系）的生产性状见表 5。由表 5 可知，8 个藜麦品种（系）的生产性状均存在显著差异（P<0.05）。‘陇藜 1 号’、红藜、‘青藜 4 号’‘冀藜 1 号’‘冀藜 2 号’品种（系）植株的保存率显著高于其它品种（系）（P<0.05）；72 号、65 号次之，显著高于‘陇藜 3 号’（P<0.05）；其它品种（系）之间差异不显著。单株产量以红藜、‘冀藜 1 号’最高，分别达 108.33、109.67 g·株$^{-1}$，显著高于其它品种（系）（P<0.05）；‘青藜 4 号’‘冀藜 2 号’次之，显著高于‘陇藜 1 号’‘陇藜 3 号’、72 号（P<0.05）。

表 5　不同藜麦品种（系）经济性状比较
Table 5　Economic characters of different cultivars

品系	保存率/%	单株产量/g	千粒质量/g	产量/(kg·hm^{-2})
‘陇藜 1 号’	98.33±1.65a	61.33±10.31c	2.55±0.24b	1 723.00±122.22bc
‘陇藜 3 号’	13.33±3.35c	65.33±12.27c	2.11±0.14c	171.17±89.54e
红藜	99.43±0.91a	108.33±8.77a	0.79±0.02d	4 100.40±367.26a
‘青藜 4 号’	96.63±1.96a	91.00±8.54b	2.64±0.12ab	1 130.00±661.65cd
72 号	73.93±8.11b	60.87±10.51c	2.63±0.09b	1 284.50±66.19cd
65 号	78.33±12.58b	77.67±3.06bc	2.58±0.13b	915.53±107.29d
‘冀藜 1 号’	92.03±3.48a	109.67±6.51a	2.73±0.21ab	3 568.47±648.02a
‘冀藜 2 号’	92.73±0.42a	89.27±11.54b	2.93±0.21a	2 258.40±91.72b

品种（系）的千粒质量间差异较大，最大的为‘冀藜 2 号’，其千粒质量为 2.93 g；最小的为红藜，其千粒质量为 0.79 g，显著小于其它品种（系）的（P<0.05）。产量以红藜、‘冀藜 1 号’最高，分别达 4 100.4、3 568.47 kg·hm^{-2}，显著高于其它品种（系）的（P<0.05）；产量最低的是‘陇藜 3 号’，仅为 171.17 kg·hm^{-2}，显著低于其它品种（系）的（P<0.05）；产量从高到低排序为红藜≈‘冀藜 1 号’>‘冀藜 2 号’>‘陇藜 1 号’>‘青藜 4 号’≈72 号>65 号>‘陇藜 3 号’。

2.5 相关性分析

由表 6 可知，藜麦的 14 个性状存在不同程度的相关性，在 91 个相关系数中，出现了 12 个极显著相关（P < 0.01），9 个显著相关（P < 0.05）。产量与其它性状的相关程度排序为倒伏率（r = – 0.83）>单株产量（r = 0.80）>株高（r = 0.78）>第一有效分枝高（r = 0.76）>幼苗心叶颜色（r = 0.66）>保存率（r = 0.64）>茎粗（r = 0.57）>生育期（r = 0.56）>有效分枝数（r = – 0.54）>分枝数（r = – 0.47）≈穗色（r = 0.47）>千粒质量（r = – 0.44）>粒色（r = – 0.20），其中与单株产量、株高、第一有效分枝高呈显著正相关（P<0.05），与倒伏率呈极显著负相关（P<0.01）；而株高与第一有效分枝高呈极显著相关（P<0.01）。

表 6 不同藜麦品种（系）综合性状相关性分析

Table 6 Correlation analysis of comprehensive traits of different cultivars

性状	生育期	倒伏率	保存率	单株产量	千粒质量	粒色	产量	株高	茎粗	第一有效分枝高	分枝数	有效分枝数	心叶颜色	穗色
生育期	1													
倒伏率	– 0.41	1												
保存率	0.18	– 0.35	1											
单株产量	0.54	– 0.39	0.49	1										
千粒质量	– 0.63	0.41	0.03	– 0.33	1									
粒色	– 0.74*	0.11	– 0.03	– 0.30	– 0.03	1								
产量	0.56	– 0.83**	0.64	0.80*	– 0.44	– 0.20	1							
株高	0.65	– 0.56	0.49	0.66	– 0.82*	– 0.05	0.79*	1						
茎粗	0.93**	– 0.31	0.21	0.67	– 0.64	– 0.61	0.57	0.75	1					
第一有效分枝高	0.77*	– 0.61	0.30	0.63	– 0.90**	– 0.17	0.76*	0.96**	0.81*	1				
分枝数	– 0.76*	0.49	0.05	– 0.34	0.87**	0.25	– 0.47	– 0.64	– 0.63	– 0.81*	1			
有效分枝数	– 0.79*	0.55	– 0.03	– 0.39	0.88**	0.27	– 0.54	– 0.71*	– 0.63	– 0.86**	0.99**	1		
幼苗心叶颜色	0.64	– 0.54	0.26	0.52	– 0.94**	0.04	0.66	0.93**	0.69	0.96**	– 0.82*	– 0.85**	1	
穗色	0.60	– 0.52	0.39	0.06	– 0.64	– 0.17	0.47	0.71	0.50	0.69	– 0.53	– 0.60	0.66	1

注：*表示在 0.05 水平显著相关，**表示在 0.01 水平极显著相关。

2.6 适应性综合分析

对 8 个藜麦品种（系）的 15 个农艺性状、产量性状、抗倒伏性状指标进行主成分分析，其特征值及贡献率如表 7。

表 7 不同藜麦品种（品系）性状主成分分析

Table 6 Principal component analysis on different traits of different cultivars

性状	主成分			性状	主成分		
	1	2	3		1	2	3
生育期	0.83	0.02	– 0.54	分枝数	– 0.84	0.40	0.13
倒伏率	– 0.65	– 0.26	– 0.24	有效分枝数	– 0.89	0.33	0.11
保存率	0.34	0.76	0.31	心叶颜色	0.94	– 0.18	0.24
单株产量	0.63	0.56	– 0.11	穗色	0.71	– 0.08	0.13
千粒重	– 0.87	0.46	– 0.13	主穗状态	0.94	– 0.18	0.24
产量	0.79	0.54	0.17	粒色	– 0.27	– 0.25	0.91
株高	0.93	0.12	0.23	总特征值	9.37	1.88	1.74
茎粗	0.82	0.10	– 0.45	贡献率/%	62.45	12.54	11.63
第一有效分枝高	0.99	– 0.05	0.08	累计贡献率/%	62.45	74.99	86.62

由表 7 可知，所提取的 3 个主成分的累计贡献率为 86.616%。其中，第 1 主成分总特征值为 9.37，其中载荷高且为正值的有生育期、单株产量、产量、株高、茎粗、第一有效分枝高、心叶颜色、穗色、主穗状态，其主成分贡献率高达 62.45%；第 2 主成分的总特征值为 1.88，主要与保存率相关，其主成分贡献率为 12.54%，第 3 主成分总特征值为 1.74，主要与粒色相关，主成分献率为 11.63%。

表 8　不同藜麦品种(品系)性状主成分得分

Table 8　Principal component score of different traits of different cultivars

品种(系)	主成分			综合得分	排序
	X_1	X_2	X_3		
‘陇藜 1 号’	－0.09	0.25	－0.22	－0.05	3
‘陇藜 3 号’	－1.06	－2.47	－1.77	－1.18	6
红藜	7.12	－0.61	0.78	4.46	1
‘青藜 4 号’	－0.78	0.36	－1.17	－0.58	5
72 号	－2.36	－0.87	1.91	－1.36	7
65 号	－2.60	－0.01	1.59	－1.44	8
‘冀藜 1 号’	0.49	1.97	－0.38	0.51	2
‘冀藜 2 号’	－0.72	1.38	－0.74	－0.36	4

根据特征向量值和经过标准化变换后的标准变量计算各品种（系）主成分值 $X_1 \sim X_3$，按公式 $Y = 62.445\% \times X_1 + 12.542\% \times X_2 + 11.629\% \times X_3$ 计算各品种（系）的综合评分，结果如表 8 所示。

从表 8 可见，红藜的综合得分最高，为 4.46，表明红藜在试验当地有很好的适应性，‘冀藜 1 号’的综合得分居第二，为 0.51 > 0，表现良好，其它品种（系）的综合得分皆 < 0，适应性相对较差。

2.7　聚类分析

对 8 个藜麦品种（系）进行聚类，结果见图 2。由图 2 中可看出，在遗传距离为 5 时，8 个藜麦品种（系）可分为 4 个类群，第Ⅰ类群包括 72 号、65 号，属早熟品系，中低杆，粒色为褐色；第Ⅱ类群包括‘青藜 4 号’‘冀藜 2 号’‘陇藜 1 号’‘冀藜 1 号’，属中熟品种，该类群生育期为 116 ~ 117 d，中秆、千粒质量大；第Ⅲ类群为‘陇藜 3 号’，属中熟矮杆品种，植株保存率小，产量性能差；第Ⅳ类群为红藜，属晚熟品系，主要表现为植株高大，分枝少，产量高，抗倒伏性好，千粒质量小的特性。

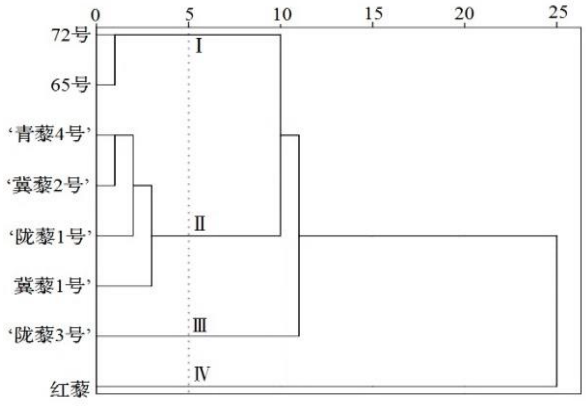


图 2　8 个藜麦品种（系）聚类分析

Figure 2　Cluster analysis on 8 cultivars

3　结论与讨论

3.1　结论

在浙西南地区庆元县引选的 8 个藜麦品种（系）均可正常成熟，但生育历期存在明显差别，红藜的生育期最长，达 125 d，72 号、65 号的生育期最短，为 106 d。红藜的农艺性状与其它品种（系）相差较大，主要表现为株高、茎粗显著大于其它品种（系）（$P < 0.05$），分枝数、有效分枝数显著小于其它品种（系），红藜幼苗期心叶颜色为浅红色、成熟期主穗下垂，与其它品系存在明显差别。‘青藜 4 号’、65 号、‘陇藜 3 号’的倒伏率最高，显著高于其它品种（系）（$P < 0.05$），而红藜的倒伏率最低，抗倒伏性能最好。在生产性能方面，‘陇藜 3 号’的植株保存率最低，仅为 13.3%。单株产量以红藜、‘冀藜 1 号’最高，显著高于其它品种（系）（$P<0.05$），‘冀藜 2 号’的千粒质量最大，达 2.93 g，红藜的最小，其千粒质量仅为 0.79 g。按产量从高到低排序为红藜≈‘冀藜 1 号’>‘冀藜 2 号’>‘陇藜 1 号’>‘青藜 4 号’≈72 号 >65 号 >‘陇藜 3 号’。

相关性分析结果表明，藜麦产量与单株产量、株高、茎粗呈正相关，与千粒质量、倒伏率呈负相关，而千粒质量与倒伏率呈正相关，这说明藜麦要获得高产，应选择株型高大，抗倒伏、千粒质量不大的品种（系）。聚类分析在遗传距离为 5 时将 8 个藜麦品种（系）分为 4 个类群，第Ⅰ类群包括 72 号、65 号，属早熟品系，中低杆，粒色为褐色；第Ⅱ类群包括‘青藜 4 号’‘冀藜 2 号’‘陇藜 1 号’‘冀藜 1 号’，属中熟品种，该类群生育期为 116 ~ 117 d，中秆、千粒质量大；第Ⅲ类群为‘陇藜 3 号’，属中熟矮杆品种，植株保存率小，

产量性能差；第Ⅳ类群为红藜，属晚熟品系，主要表现植株高大，分枝少，产量高，抗倒伏性好，千粒质量小的特性。

主成分分析发现，前 3 个主成分的贡献率达 86.62%，可以用来表达全部性状的信息，分别反映了藜麦的植株性状、抗倒伏性状、生产性状方面的特征，上述 3 个主成分特征是造成藜麦种质表型多样化的主要因素。综合评价结果表明，红藜的综合得分最高，为 4.46 分，综合评价最优；‘冀藜 1 号’次之，为 0.51 分，仅次于红藜，具有较大的开发利用潜力。红藜、‘冀藜 1 号’2 个品种（系）可在与研究地区周边生态环境相似的浙西南地区推广种植，下一步宜进行多点试验验证后推广种植。

3.2 讨论

浙西南地区降水量主要集中在 2—7 月，高温期出现在 7—8 月。为了考察 8 个受试藜麦品种（系）在高湿高温气候条件下的适应性，采用生育期处于雨季，成熟期处于高温期的 4 月播期（育苗播种时间）设计。在雨季，8 个品种（系）皆可正常成熟，但因品种（系）选育所处的地理环境、气候条件和土壤类型不同，在形态特征、生产性能和品质方面差异较大[14]，例如‘陇藜 1 号’比其品种（系）选育地[11]株高缩短 46.40% ~ 56.56%，生育期提早 8.59% ~ 16.43%，分枝数减少 47.26% ~ 55.07%。其它为高原适应型种质的品种‘陇藜 3 号’‘冀藜 1 号’‘冀藜 2 号’等亦有表型矮化的趋势[15-16]。相关性分析结果表明，千粒质量与倒伏率呈正相关。根据研究地降水量大的气候特点，选择大粒品种（系），易增加倒伏风险，从而影响产量，这与黄杰等的研究结论相近[14,17]。产量与分枝数、有效分枝数呈负相关，与黄杰等的研究结果一致，说明藜麦的产量主要积累于主穗的大小，故藜麦主穗的大小是选育高产藜麦品种的重要指标[14]。此外，产量与生育期、茎粗、幼苗心叶颜色、穗色呈正相关，这与王艳青等研究结果不相一致[12]。以上研究结果的差异，可能是所选性状不完全相同及样本数、调查样本的数量等差异所造成[14,18]。

从生产性状来看，红藜的产量最高，抗倒伏性状好，适合浙西南地区种植，但籽粒偏小，影响其商品性，可以作为加工优势品种（系），进行藜麦粉或是营养元素提取等优势资源开发[14]；另外，根据本研究观察，红藜成熟期穗呈红、黄等多种颜色，叶呈艳红色，极具观赏价值，且观赏期达 25 ~ 30 d，可作为园林绿化物种。‘冀藜 1 号’产量次之，籽粒较大，商品性能好，但成熟期抗倒伏性弱于红藜，可于 7—8 月种植，使其成熟期避开浙西南雨季，且宜适当密植，减少倒伏，提高产量[19]。本研究还发现，‘冀藜 1 号’的成苗率相对偏低，其单位面积播种量应通过实验进一步确定。

参考文献：

[1] 丁云双，曾亚文，闵康，等. 藜麦功能成分综合研究与利用[J]. 生物技术进展，2015，5（05）：340 – 346.
[2] 胡一波. 藜麦品质性状评价与遗传多样性分析[D]. 北京：中国农业科学院，2017.
[3] 申瑞玲，张文杰，董吉林，等. 藜麦的营养成分、健康促进作用及其在食品工业中的应用[J]. 中国粮油学报，2016，31（9）：150 – 155.
[4] 陈志婧，廖成松. 7 个不同品种藜麦营养成分比较分析[J]. 食品工业科技，2020，41（23）：266 – 271.
[5] 申瑞玲，张亚蕊，景新俊，等. 藜麦淀粉—硬脂酸复合物的制备及性质研究[J]. 河南农业科学，2018，47（2）：135 – 139.
[6] 阿图尔·博汗格瓦，希尔皮·斯利瓦斯塔瓦，于晓娜，等. 藜麦生产与应用 12 化学特性[A].科学出版社. 藜麦生产与应用[C]. 中国作物学会，2014：27.
[7] 魏爱春，杨修仕，么杨，等. 藜麦营养功能成分及生物活性研究进展[J]. 食品科学，2015，36（15）：272 – 276.
[8] 阿图尔·博汗格瓦，希尔皮·斯利瓦斯塔瓦，于晓娜，等. 藜麦生产与应用 3 分布[A]. 科学出版社.藜麦生产与应用[C]. 中国作物学会，2014：12.
[9] 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.
[10] 郑天翔，雷玉明，王红娟，等. 2 个藜麦品种在张掖市甘州区试种初报[J]. 甘肃农业科技，2019（04）：41 – 43.
[11] 杨发荣. 藜麦新品种陇藜 1 号的选育及应用前景[J]. 甘肃农业科技，2015（12）：1 – 5.
[12] 王艳青，李春花，卢文洁，等. 135 份国外藜麦种质主要农艺性状的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报，2018，19（05）：887 – 894.
[13] 程磊，程学敏，陈胜荣， 等. 适宜于四川盆地丘陵区藜麦品种筛选[J]. 四川农业科技，2020（5）：26 – 28.
[14] 黄杰，杨发荣，李敏权，等. 13 个藜麦材料在甘肃临夏旱作区适应性的初步评价[J]. 草业学报，2016，25（03）：191 – 201.
[15] 黄杰，杨发荣，刘文瑜，等. 藜麦新品种陇藜 3 号选育报告[J]. 农业科技与信息，2020（15）：5 – 7.
[16] 奚玉银，周海涛，白静. 藜麦新品种介绍[J]. 现代农村科技，2017（05）：107 – 108.
[17] 王艳青，卢文洁，李春花，等. 10 个藜麦新品系主要农艺性状分析与综合评价[J]. 南方农业学报，2019，50（03）：540 – 545.
[18] 袁加红，刘正杰，吴慧琳，等. 111 份藜麦种质资源农艺性状分析[J]. 云南农业大学学报（自然科学），2020，35（04）：572 – 580.
[19] 姚理武，吴应齐，叶增新，等. 不同种植密度与配置方式对藜麦农艺性状和籽粒产量的影响[J]. 浙江林业科技，2021，41（5）：99 – 103.