

38 份藜麦种质资源农艺性状与产量的关系分析

黄 杰¹, 刘文瑜¹, 吕 玮², 魏玉明¹, 金 茜¹, 杨发荣¹

(1. 甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 国家半干旱农业工程技术研究中心, 河北 石家庄 050051)

摘要: 为了解藜麦种质资源在甘肃省陇中旱作区农艺性状和产量的关系, 更高效的选育藜麦新品种, 以 38 份藜麦种质资源为材料, 采用相关性分析、主成分分析和聚类分析方法对影响产量的主要农艺性状进行了分析。结果表明, 藜麦产量与各个农艺性状的相关程度从高到低依次为冠幅、全生育期、籽粒直径、千粒重、株高, 全生育期与其余农艺性状均存在极显著相关性。冠幅、全生育期、籽粒直径、千粒重、株高等 5 个农艺性状可以归为 3 个主成分因子, 其累积贡献率为 76.657%, 同时在类间距离为 17.5 处, 将所有种质资源可分为三大类群。

关键词: 藜麦; 种质资源; 农艺性状; 相关性分析; 主成分分析; 聚类分析

中图分类号: S512.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2018)12-0072-04

[doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2018.12.022](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2018.12.022)

Relationship Analysis between Agronomic Traits and Yield of 38 Quinoa cultivars

HUANG Jie¹, LIU Wenyu¹, LÜ Wei², WEI Yuming¹, JIN Qian¹, YANG Farong¹

(1. Animal Husbandry, Pasture and Green Agricultural Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. The semi-arid Agriculture Engineering and Technology Research Center of P. R. China, Shijiazhuang 050051, China)

Abstract: In order to understand the relationship between agronomic traits and yield of quinoa germplasm resources in the dry area of Gansu Province for more efficient breeding of new quinoa cultivars, the main agronomic characteristics of 38 quinoa resources were analyzed by using the methods of correlation analysis, principal component analysis and cluster analysis. The results showed that the degree of correlation between agronomic traits and yield is the crown width>growth period> grain diameter>1000-kernel weight > plant height. The growth period was significantly correlated with other agronomic traits. Five agronomic traits, including crown width, whole growth period, grain diameter, thousand grain weight and plant height, could be classified into three main components, the cumulative contribution rate was 76.657%. At the distance between clusters of 17.5, all quinoa cultivars can be divided into three groups.

Key words: Quinoa; Germplasm resources; Agronomic traits; Correlation analysis; Principal component analysis; Cluster analysis

藜麦(*Chenopodium quinoa willd*)又称藜谷、南 美藜、昆诺阿藜^[1], 是苋科藜亚科藜属一年生双

收稿日期: 2018-10-12

基金项目: 国家自然科学基金“不同海拔对藜麦产量和品质的影响及生理生态机制”(31660357); 甘肃省青年人才托举项目“藜麦种质资源响应盐胁迫的生理生态机制研究”; 甘肃省科技重大专项“甘肃省小杂粮新品种选育与示范”(18ZD2NA008); 甘肃省农业科学院“三百”增产增收科技行动项目“环县毛井镇扶贫产业培育及扶贫模式研究与示范”(2017GAAS-CGZH-03-07)。

作者简介: 黄 杰(1981—), 男, 甘肃天水人, 助理研究员, 硕士, 主要从事藜麦栽培育种工作。联系电话: (0931)7611739。Email: huangjie_0808@126.com。

通信作者: 杨发荣(1964—), 男, 甘肃宁县人, 研究员, 主要从事藜麦引种及栽培工作。Email: lzyfr08@163.com。

[4] 俞连香, 陈天泰. 冷凉山区紫叶茼蒿笋高产栽培技术 [J]. 甘肃农业科技, 2018(2): 83-84.

花椰菜全膜双垄三沟栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2017(3): 59-60.

[5] 朱惠霞, 陶兴林, 刘明霞, 等. 冷凉旱作区圣雪三号

(本文责编: 杨 杰)

子叶草本植物,起源于南美洲安第斯山区,具有 7 000 多年的种植历史^[2]。因其营养均衡,近年来备受关注^[3]。2011 年我们首次将藜麦引进甘肃,同时对藜麦的适种区域、品种引选、栽培技术、品种选育及副产品饲料化利用等方面进行了系统的研究^[4-7]。2017 年甘肃省种植藜麦为 0.6 万 hm^2 左右,占全国藜麦种植面积的 40%,是目前我国主要的藜麦生产区之一。高产优质藜麦品种的选育是提高藜麦产量及经济效益的途径之一,而准确评价藜麦种质资源的农艺性状与产量的关系,是优质高产藜麦品种选育的基础^[8-9]。搜集、整理种质资源,分析其农艺性状与产量的关系,筛选优异种质,对藜麦新品种选育、品质改良和培育有重要的实际意义。我们在已有研究的基础上,对引进和自育的 38 份国内外藜麦种质资源的农艺性状与产量的相关性进行了研究,以期对藜麦优良品种的选育提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验在地处甘肃省中部的兰州市永登县上川镇进行。试验区地理位置为东经 $103^{\circ} 52' 67''$,北纬 $36^{\circ} 71' 92''$ 。当地海拔 2 150 m,年均气温 5.9°C ,年均降水量 290 mm,年均日照时数为 2 659 h,平均无霜期 121 d。耕层土壤含有机质 18.60 g/kg、有效磷 19.2 mg/kg、速效钾 136.0 mg/kg、碱解氮 57.0 mg/kg、全氮 1.10 g/kg,全磷 0.88 g/kg,全钾 21.80 g/kg, pH 为 7.89。

1.2 供试材料

供试藜麦种质资源共 38 份,其中 QA003、QA004、QA006、QA012、QA013、QA018、QA022、QA024、QA026、QA036、QA039、QA040、QA042、QA043、QA045、QA046、QA050、QA051、QA055、QA057、QA058、QA061、QA064、QA065、QA088、QA097、QA099、QA108、QA109、QA135 等 30 份由中国农业科学院种质资源库提供,SG-Q5、2015KL-Q5、Q2、2015KL-Q10、Q54、Q67、KL、2015KL-Q4 等 8 份由甘肃省农业科学院畜牧与绿色农业研究所提供。

1.3 试验方法

试验采取随机区组设计,每份种质资源为 1 小区,重复 3 次,小区面积 10.0 m^2 ($1.0 \text{ m} \times 10.0 \text{ m}$)每小区按行距 50 cm、行长 10 m 播种 3 行,小

区间距 1.0 m。于 2017 年 5 月 8 日开沟点播,每穴点播 3 粒种子,播种深度 2 cm。于 6 叶期定苗,每穴定苗 1 株。

1.4 测定项目与方法

田间观察记载全生育期(播种日至籽粒成熟收获的天数)。收获期每小区随机选取 5 株进行测定株高(测其自然高度,从地面量至植株生长的最高部位)、冠幅(以 cm 为单位测藜麦穗东西和南北方向的宽度)、单株产量(将取样株成熟的种子收获后晒干扬净称重)、籽粒直径(测量藜麦籽粒直径时取横向、纵向测量平均值)、千粒重(每份种质资源随机选取 1 000 粒种子称重)。以上每项指标均重复测量 3 次,取其平均值。

1.5 数据统计与分析

采用 Excel 2007 进行数据处理,SPSS 19.0 对数据进行相关性分析、主成分分析及聚类分析。

2 结果与分析

2.1 表观性状

从表 1 可以看出,38 份藜麦种质资源穗色为黄色的有 15 份,占供试材料总数的 39.47%;穗色为橘红色、米黄色的各有 4 份,分别占供试材料总数的 10.53%;穗色为橘黄色的有 8 份,占供试材料总数的 21.05%;穗色为玫红色的有 5 份,占供试材料总数的 13.16%,另有穗色为青黄色的 2 份,占供试材料总数的 5.3%。秆色为全红色和米黄色的各有 2 份,分别占供试材料总数的 5.26%;全黄色的有 19 份,占供试材料总数的 50.00%;黄秆茎节红的有 9 份,占供试材料总数的 23.68%;橘红色的有 1 份,占供试材料总数的 2.63%,玫红的 5 份,占供试材料总数的 13.16%。粒色为白色的有 23 份,占供试材料总数的 60.53%;米白色的有 2 份,占供试材料总数的 5.26%;灰白色的有 9 份,占供试材料总数的 23.68%;灰黄色的有 4 份,占供试材料总数的 10.53%。

2.2 农艺性状与产量的相关性

由表 2 可以看出,藜麦产量与农艺性状的相关程度由大到小依次为:冠幅、全生育期、籽粒直径、千粒重、株高。

各农艺性状之间全生育期与株高、冠幅均为极显著正相关,与籽粒直径、千粒重均为极显著负相关;冠幅与单株产量显著相关,与籽粒直径、千粒重均为显著负相关;籽粒直径与千粒重为极显著正相关。

表 1 供试藜麦种质资源的表现性状

材料名称	穗色	秆色	粒色	材料名称	穗色	秆色	粒色
QA003	黄	黄	白	QA057	黄	黄	白
QA004	橘黄	黄	白	QA058	黄	黄	白
QA006	橘黄	黄秆茎节红	白	QA061	米黄	黄秆茎节红	白
QA012	橘黄	黄秆茎节红	白	QA064	黄	黄	白
QA013	青黄	黄秆茎节红	白	QA065	橘红	红	白
QA018	黄	黄	白	QA088	橘黄	米黄	灰白
QA022	青黄	黄	白	QA097	橘黄	米黄	灰白
QA024	玫红	玫红	白	QA099	玫红	玫红	白
QA026	黄	黄	白	QA108	米黄	黄秆茎节红	灰白
QA036	橘黄	黄	白	QA109	玫红	玫红	灰白
QA039	黄	黄	白	QA135	橘黄	黄秆茎节红	灰白
QA040	黄	黄秆茎节红	白	SG-Q5	黄	黄	白
QA042	黄	黄	白	2015KL-Q5	玫红	玫红	米白
QA043	米黄	黄	灰黄	Q2	橘红	橘红	灰黄
QA045	橘红	红	白	2015KL-Q10	玫红	玫红	灰白
QA046	米黄	黄	白	Q54	黄	黄	灰白
QA050	黄	黄秆茎节红	灰黄	Q67	黄	黄	灰白
QA051	橘黄	黄秆茎节红	米白	KL	黄	黄	灰白
QA055	黄	黄	白	2015KL-Q4	橘红	黄	灰黄

表 2 供试藜麦种质资源农艺性状间及其与产量的相关性分析^①

性状	株高	全生育期	冠幅	单株产量	籽粒直径	千粒重
株高	1.000	0.312**	0.079	-0.061	-0.174	-0.159
全生育期		1.000	0.388**	0.194	0.332**	0.398**
冠幅			1.000	0.242*	0.253*	0.247*
单株产量				1.000	0.154	0.073
籽粒直径					1.000	0.487**
千粒重						1.000

① *、** 分别表示在 0.05 水平和 0.01 水平上显著相关。

2.3 农艺性状与产量的主成分分析

为了解在冠幅、全生育期、籽粒直径、千粒重、株高等 5 个农艺性状中造成分散规律的主要成分，对试验数据进行主成分分析的结果(表 3)表明。前 3 个因子的累积贡献率为 76.657%，第 1 个因子的贡献率为 38.419%，特征向量较大的性状为全生育期、冠幅；第 2 个因子的贡献率为 21.484%，主要特征向量为单株产量；第 3 个因子的贡献率为 16.754%，其中株高为主要特征向量。

2.4 农艺性状与产量的聚类分析

为了解藜麦种质资源的亲缘关系，以平方欧

表 3 供试藜麦种质资源农艺性状间及其与产量的主成分分析及贡献率

性状	因子1	因子2	因子3
株高	0.071	-0.468	0.859
全生育期	0.798	0.104	0.264
冠幅	0.748	0.345	-0.106
单株产量	0.305	0.791	0.305
籽粒直径	-0.707	0.474	0.284
千粒重	-0.715	0.298	0.119
贡献率 /%	38.419	21.484	16.754
累积贡献率 /%	38.419	59.903	76.657

式距离为测量区间，对 38 份种质资源做了聚类分析(图 1)。从图 1 可以看出，在类间距离 25 处，将 38 份藜麦种质资源分为两大类，其中仅有 QA051 与 QA057 为一个类群，属于晚熟品种，全生育期较长，其余种质资源均在第二个类群。在类间距离为 17.5 处，将所有种质资源分为 3 类，其中，QA051 与 QA057 仍为第一个类群，此外，Q2、2015KL-Q10 与 Q67 为第二个类群，该 3 个种质资源全生育期均较短，为早熟品种，单株产量较低，其余种质资源均为第三个类群，单株产量与全生育期等其余农艺性状均介于上述两个类群之间。

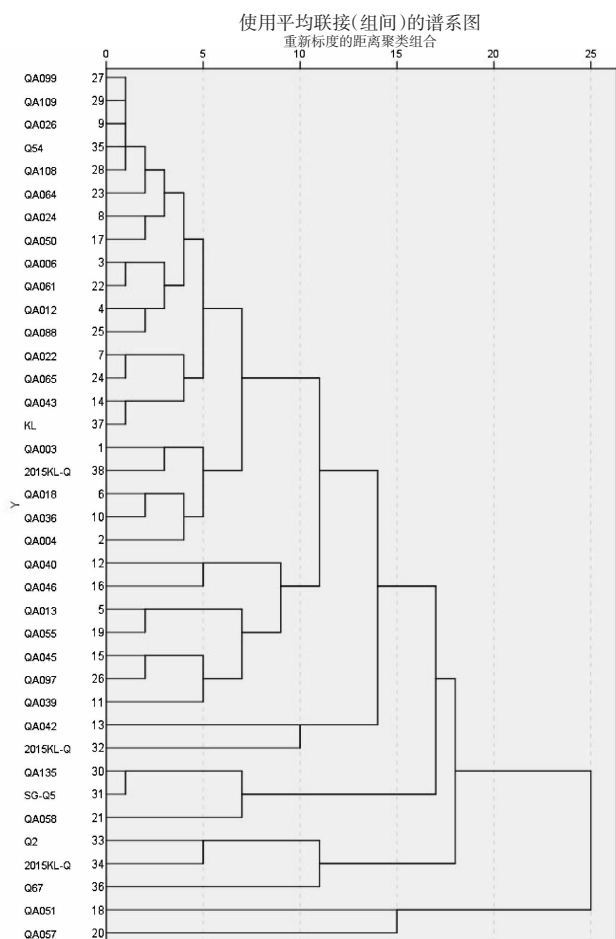


图 1 供试藜麦种质资源农艺性状聚类分析

3 小结与讨论

作物的种质资源是其遗传改良的基础，筛选优质种质资源是培育新品种的基本条件^[10-11]。通过对甘肃省 38 份藜麦种质资源农艺性状的分析可以看出，冠幅与藜麦单株产量的相关性程度最大，而冠幅的大小是藜麦主枝穗大小的表现指标，可见藜麦的产量高低主要受主枝穗大小的影响，这与黄杰等^[5]于 2016 年在临夏的研究结果相同。全生育期与产量的相关程度仅次于冠幅，而与其余农艺性状的显著性最大，与株高、冠幅呈极显著正相关，与籽粒直径、千粒重呈极显著负相关。由此分析，在甘肃省陇中旱作区种植的藜麦，为获得高产藜麦品种，可选育全生育期较长的晚熟品种，若为获得商业性较高的大籽粒藜麦，可选育高品质品种。这与吕树鸣等^[8]的研究结果存在差异，该研究认为早熟品种的产量较高，可能是由于以下原因导致的，一是供试资源不同，无法进行同一品种的比较；二是供试地区的生态环境。

主成分分析的结果从侧面印证了上述分析。

贡献率较大的第一个因子中，全生育期与冠幅为特征向量较大的性状，可见全生育期与冠幅是影响单株产量的主要成分。

通过聚类分析，将 38 份藜麦种质资源可分为三大类群，每个类群的农艺性状均具有不同特点，从不同方面影响产量。但主要聚类依据仍是全生育期的长短，早熟资源可划分在一个类群，晚熟资源则均在另一个类群中。后期可根据藜麦种植的不同目的选育不同类群的种质资源。

通过以上分析推断可认为，影响藜麦种质资源产量高低的主要因素为冠幅与全生育期。本研究仅对 38 份藜麦种质资源进行了农艺性状分析，为筛选更优质的藜麦品种，需在今后加强进行品质性状的研究，以便根据藜麦产业的不同用途选育出理想的藜麦新品种。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] WHITE P, ALVISTUR E, DIAZ C, *et al.* Nutrient content and protein quality of quinoa and cañihua, edible seed products of the andes mountains[J]. *Agricultural and Food Chemistry*, 1995, 3(6): 351-355.
- [4] 杨发荣, 黄 杰, 魏玉明, 等. 藜麦生物学特征及应用[J]. 草业科学, 2017, 34(3): 607-613.
- [5] 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(3): 191-201.
- [6] 魏玉明, 杨发荣, 刘文瑜, 等. 藜麦不同全生育期营养物质积累与分配[J]. 草业科学, 2018, 35(7): 1720-1727.
- [7] 刘文瑜, 杨发荣, 黄 杰, 等. NaCl 胁迫对藜麦幼苗生长和抗氧化酶活性的影响[J]. 西北植物学报, 2017, 37(9): 1797-1804.
- [8] 吕树鸣, 莫庆忠, 邹盘龙, 等. 5 个藜麦品种(系)在六盘水地区的适应性[J]. 贵州农业科学, 2018, 46(7): 15-17.
- [9] 宋 娇, 姚有华, 刘 洋, 等. 6 个藜麦品种(系)农艺性状的主成分分析[J]. 青海大学学报, 2017, 35(6): 6-10.
- [10] 刘 伟, 张荣昌, 付久才, 等. 黑龙江省水稻种质资源农艺性状与产量关系的分析[J]. 中国稻米, 2016, 22(3): 39-42.
- [11] 贾瑞玲, 马 宁, 魏立平, 等. 50 份苦荞种质资源农艺性状的遗传多样性分析[J]. 干旱地区农业研究, 2015, 33(5): 11-16.

(本文责编: 郑立龙)