

# 藜麦植株形态及花器结构的初步观察

袁飞敏<sup>1,2,3</sup>, 权有娟<sup>1,2,3</sup>, 刘德梅<sup>1,3</sup>, 陈志国<sup>1,3</sup>

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810008; 2. 中国科学院大学, 北京 100049;  
3. 中国科学院高原生物适应与进化重点实验室, 青海 西宁 810008)

**摘要:**【目的】研究藜麦形态和花器结构,为藜麦栽培、优良品种筛选提供依据。【方法】采用田间实地观测、实验室取样解剖等手段,对藜麦植株形态和花器相关结构进行观测,记录和测试相关的结构特征指标。【结果】藜麦为野生驯化种或原始农家种,株高、穗色、叶片等形态各异,花序有圆锥花序、穗状花序,但以穗状花序为主。花朵为完全花,由花柄、花托、花被、雄蕊和雌蕊五部分组成,花器中花被数目的变异范围为5~8枚;柱头数目的变异范围为2~4枚;雄蕊数目呈4~8枚分布。【结论】藜麦花器结构上的差异对开展藜麦品种资源评价、新品种杂交选育、丰产栽培等具有积极的意义。

**关键词:**藜麦;花器;形态结构;数目变异

中图分类号:Q944.5

文献标志码:A

文章编号:1003-4315(2018)04-0049-05

## Primary observation the plant morphologic and floral structure on quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd)

YUAN Fei-min<sup>1,2,3</sup>, QUAN You-juan<sup>1,2,3</sup>, LIU De-mei<sup>1,3</sup>, CHEN Zhi-guo<sup>1,3</sup>

(1. Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Key Laboratory of Adaptation and Evolution of Plateau Biota, CAS, Xining 810008, China)

**Abstract:**【Objective】To study the morphologic and floral structure of quinoa, to provide evidence for cultivation and screening improved breeds. 【Method】The relation structures of quinoa flower were observed, record and measured index by means of field and laboratory. 【Result】Quinoa is wild domesticated species or the original farm, the plant height, the color of spike, leaves have different morphology. The flower of quinoa was mongclinic, panicles and spike, composed of five parts: flower stalk, receptacle, perianth, stamens, and pistil. The range of variation of perianth number, stigmas number, stamens number were respectively 5~8, 2~4, 4~8. 【Conclusion】The structural differences of quinoa flowers have positive significance for the evaluation of quinoa varieties, breeding of new varieties and cultivation.

**Key words:** quinoa; floral organ; morphologic; number of variations

藜麦(*Chenopodium quinoa* Willd)为1年生草本植物,是FAO确认的唯一一种满足人体基本营养需求的作物<sup>[1]</sup>。藜麦籽粒不含麸质,富含各种蛋白

质、膳食纤维、矿物质和维生素,以及谷类粮食中缺乏的赖氨酸、蛋氨酸等,其营养价值优于一般的谷类食品,适宜更广泛的人群食用,例如麸质过敏者或消

第一作者:袁飞敏(1991-),男,硕士研究生,研究方向为作物遗传育种。E-mail: yuanfeimin830@163.com

通信作者:陈志国,男,研究员,博导,研究方向为作物遗传育种。E-mail: zgchen@nwipb.cas.cn

基金项目:青海省农牧厅2015年种子工程项目;青海省作物分子育种重点实验室项目。

收稿日期:2017-09-04;修回日期:2017-12-04

化系统稍差的老人、小孩和孕妇<sup>[2-6]</sup>。

在我国,藜麦最早被西藏大学八一农学院贡布扎西教授引进,在西藏小面积试种。近年来,藜麦在我国山西、河北、河南、浙江、吉林和内蒙古等地均已小规模种植<sup>[7]</sup>。2014年起,藜麦在青海省西宁市周边县区、柴达木盆地的乌兰县、都兰县、德令哈市、格尔木市也进行了适应性种植。藜麦是新引进我国的农作物品种,形态学上尚处于“原始农家种”或“野生驯化种”状态(国际上的藜麦人工改良的品种较少,自然变异的品种较多),国内外对其进行系统选择和品种纯化培育工作开展得较少,已有的对藜麦的研究多限于营养成分测定分析和产品的加工与开发,对品种一致性、稳定性和特异性等品种选育方面的特征特性和形态学特征报道较少,而在品种应用推广过程中,其稳产性和丰产性都是决定推广应用价值的关键指标<sup>[8]</sup>。本研究拟通过了解藜麦形态学和花器构造的差异,以期为深入开展藜麦资源引进、品种培育及丰产栽培提供科学依据,以促进藜麦产业在青海高原的健康发展。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验地概况

试验材料种植在青海省乐都县高店镇大峡村,该地属青海湟水流域台地,地理位置处于 E 102°13'21.4",N 36°28'58.2",海拔 2 054 m。气候属高原大陆季风性气候,年平均气温 7.0℃,年平均降雨量 335.4 mm,空气湿度低,年平均日照时数 2 650 h,年平均无霜期 144 d。试验地地势平坦,排灌方便。

供试材料于 2015 年 4 月 29 日播种,采用稀条播,五叶期进行人工间苗定苗,规格为行距 40 cm,株距 25 cm,一般大田管理。7 月中旬开花期选择发育一致生长正常的植株进行室外和室内采样观测。

### 1.2 试验材料

藜麦材料‘14001’由青海省农林科学院刘洋研究员提供,其最初来源于秘鲁安第斯山脉,属于干谷藜麦。

### 1.3 观测方法

在试验地对藜麦形态和花器外形结构进行初步观测,统计观测结果并取样;室内对藜麦花器结构做进一步解剖观测,解剖实验在中国科学院高原生物

适应与进化重点实验室(西宁)内进行。从藜麦初花期开始,观测工作主要通过取样在室内解剖镜下进行(解剖显微镜为前西德生产的欧波同(OPTON),功率 50~60 Hz(cps),150 mA,33 VA;目镜 10×,采用连续变倍工作方式,变倍范围 0.8~5.0,解剖针为杭州莱伯斯实验设备有限公司生产的 135 mm 不锈钢解剖针)。通过选取若干小穗,逐一剥开小花花被,用解剖镜观测花被、雄蕊、花药、子房和柱头的数量、特征特性及相互关系并拍照(照相机为成都励扬精密仪器有限公司万能视频成像装置(LY-WN-HPCCD))。

1.3.1 藜麦植株形态的观察 在试验地随机选取生长良好且发育一致的藜麦植株 20 株,参照李扬汉主编的《植物学》<sup>[9]</sup>的植物形态分类标准,观察记录藜麦植株茎秆形态结构、株型、叶形和花序的主要形态特征。

1.3.2 花器中各部分结构数目的调查统计 将选取的 20 个有代表性的植株(编号为 1~20),每个植株上随机选取 10 朵小花,剥开花被,分别调查每粒小花中花被、雄蕊、花药、子房和柱头的数目,采用相关植物学形态方法进行统计、描述。

### 1.4 数据处理与分析

采用 Microsoft Excel 2010 进行数据统计与分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 基本形态结构

对藜麦形态观测结果表明,藜麦茎秆直立,茎中空,子叶对生,呈长条状。真叶叶序互生,叶阔卵形,叶尖渐尖,叶基楔形,叶缘锯齿,叶裂属浅裂,叶脉属羽状脉。藜麦成株形体硕大,根系直根系,结构简单,分枝少。叶片具有多态性,靠近花序部位的叶片呈披针状,较下部位的叶片呈偏菱形,叶色较为一致。藜麦叶片上下表面、花被和茎秆表面分布有表皮囊细胞(epidermal bladder cells, EBCs)<sup>[10]</sup>,本研究中‘14001’品系植株的 ECBs 呈透明状,有无色透明和紫色透明之分(因个体不同而差异),幼嫩叶片分布较多,尤其是在靠近花序部位分布最为密集。观察表明,在幼苗期藜麦植株叶片表现出的植株颜色(绿色、紫色和淡红色)均是由 EBCs 所呈现出的颜色,

这与藜麦植株本身的颜色并无关系,后期藜麦植株茎叶颜色会因 EBCs 有一定的变化,一般呈黄色、红色、绿色、黄褐色、紫红色等多种类型。

另外, EBCs 所呈现的颜色与该植株后期籽粒颜色(黑色、红色、黄色、白色等)也无关系,后期观察到部分藜麦植株表皮囊细胞仅在叶片出现的前几周存在,过后即会破裂,仅其残渣仍会继续留在叶片或茎表面。

## 2.2 花器结构

2.2.1 花序 藜麦属于小花植物,藜麦小花排列在一条有分支且较长的花序轴上,花序轴在环境条件满足的情况下,能继续伸长。花序轴上着生有圆锥花序,不同的藜麦个体有圆锥花序、穗状花序等类型。同一藜麦植株上同时分布有雌花、雄性败育花和两性花,三者间的比例受品种、遗传背景和生长环境的影响。

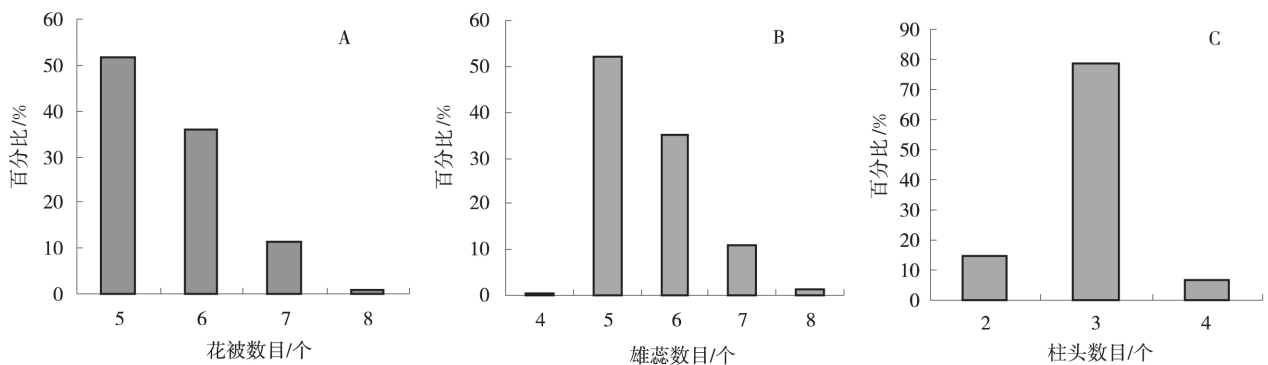
2.2.2 小花结构 观察结果表明,‘14001’品系的花序有圆锥花序、穗状花序 2 种类型,同时分布有雄性败育花和两性花,两性花由花梗、花托、花被,雄蕊、雌蕊 5 部分组成,属完全花。进一步观测发现,花

萼宿存,不整齐;花被嫩绿色呈轮状分布,在花芽中呈复瓦状排列,顶端 5~8 裂。雌蕊圆球状,子房上位,属复雌蕊;雄蕊,各花丝之间分离,在盛花期(乐都地区 7 月中下旬),有少量花丝伸出花被之外,这可能与藜麦有少量(10%~15%)的异花授粉的特性有关。

对 20 株样本的 200 朵花花器各部分结构的调查统计表明:

1)花被形态 花被呈轮状分布,嫩绿色,位于花的下方,能进行光合作用,基部愈合,上部深裂成 5~8 瓣,其中以 5 瓣居多,花被中 5 片的形态基本一致(图 1-A;图 2);花器中花被数目的变异范围为 5~8 枚,其构成比例分别为 51.5%、36.0%、11.5%和 1.0%;且花被表面分布有大量的 EBCs,不同植株的花被表面有颜色不一的 EBCs 分布。

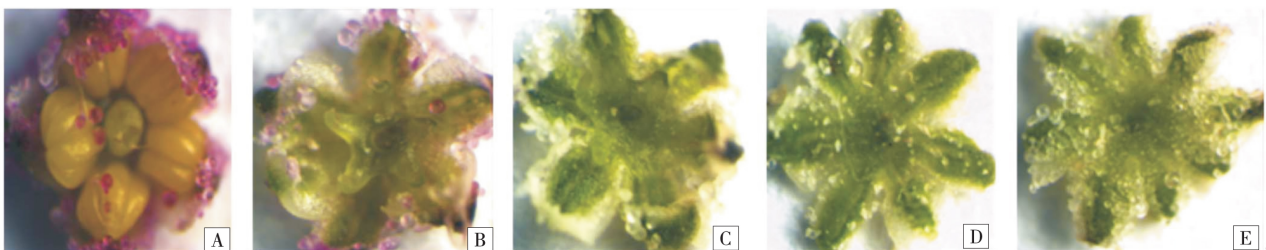
2)雄蕊形态 雄蕊由花丝和花药 2 个部分组成。每一朵花中有 4~8 枚雄蕊,花药 4~8 枚(图 1-B;图 3);花药成熟时亮黄色,圆球形,双药室,花药“个”字形,背着药,开裂时纵裂(图 4),着生在花丝顶端,部分花药颜色暗淡有塌陷。雄蕊数目呈 4~8



A:藜麦花被的数目分布;B:藜麦雄蕊的数目分布;C:藜麦柱头的数目分布。

图 1 藜麦花被、柱头、雄蕊的数量分布

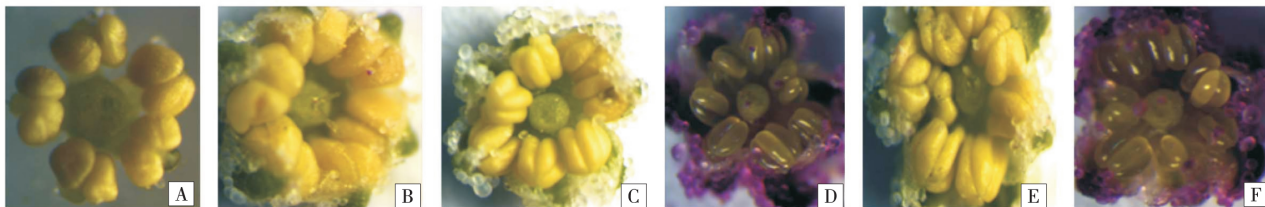
Figure 1 The range of the perianth, stigmas and stamens number



A:花被 5 枚;B:花被 6 枚(紫色 EBCs);C:花被 6 枚 P(无色透明 EBCs); D:花被 7 枚;E:花被 8 枚。

图 2 5—8 数的花被

Figure 2 The number of 5—8 perianth



A: 雄蕊 5 枚; B: 雄蕊 6 枚; C: 雄蕊 7 枚; D: 雄蕊 7 枚; E: 雄蕊 8 枚(无色透明 EBCs); F: 雄蕊 8 枚(紫 EBCs).

图 3 雄蕊形态

Figure 3 The form of stamens

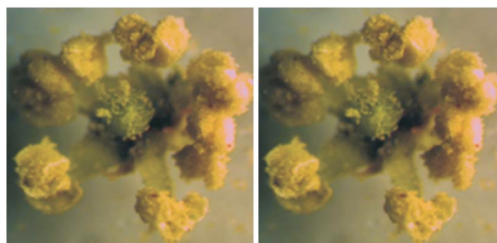
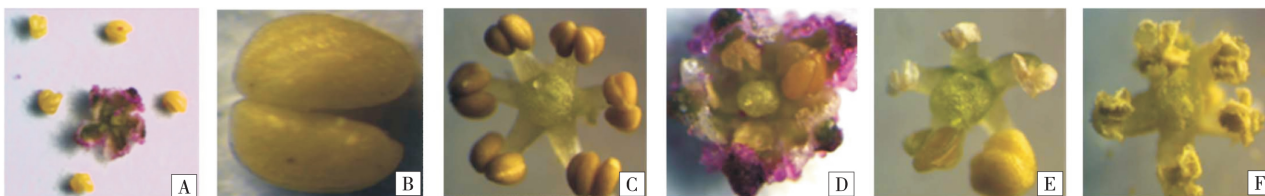


图 4 花药成熟时,雄蕊及表面花粉

Figure 4 Stamens and surface pollen on matured anther  
枚分布,其构成比例分别为 0.5%、52.0%、35.0%、11.0%、1.5%,其中有 18.5% 的小花有败育现象(即不足 1.0% 的花药完全败育)。一般花药形状和花粉育性正常,只有少量的败育花粉(图

Ward 等<sup>[11]</sup>的研究表明,藜麦的雄性不育是由单个核隐形基因决定的,形成的花粉囊里完全没有花粉。鉴于其花器官的尺寸过小,人工去雄和杂交较为困难,其雄性不育或败育的特性将有可能助于人工杂交。

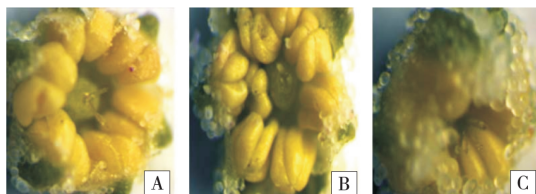
3)雌蕊形态 位于雄蕊中间,1 枚,雌蕊包括柱头、花柱和子房三部分。花柱圆柱状;子房上位,1 室,子房仅有一枚心皮,仅存一枚胚珠。柱头数目的变异范围为 2~4 枚(图 1-C;图 6),2 枚和 4 枚的比例分别为 14.5%、6.5%,但数目为 3 枚的较多,占 79.0%。



A: 花被及其上剥离的花药; B: 单个花药; C: 成熟花药; D: 败育的花药; E: 花药 5 枚,其一发育不良,3 枚败育; F: 花药 5 枚均败育。

图 5 花药及败育花药

Figure 5 Anther and abortive anther



A: 柱头 2 枚; B: 柱头 3 枚; C: 柱头 4 枚。

图 6 柱头数目变化

Figure 6 Number change of stigma

### 2.3 藜麦与藜的花器差异

藜麦为外来引进物种,尚未被列入《中国植物志》。藜麦属苋科藜属,与藜科植物灰绿藜在幼苗期外形极为相似,在田间疏苗时极难区分。本研究对藜麦花器的研究结果与富象乾等编著的《植物分类

学·第 2 版》<sup>[12]</sup>和 FRPS《中国植物志》对藜科(Cenopodium)和苋科(Amaranthaceae)<sup>[13]</sup>植物的形态描述略有不同,主要是花器中部分结构数目上的区别,特别是花被数目、雄蕊数目和柱头数目(表 1)。

### 3 结论

藜麦花序为完全花,花序有圆锥花序、穗状花序等变异类型,花由花梗、花托、花被,雄蕊、雌蕊 5 部分组成。本研究中,藜麦‘14001’材料由两性花、雄性败育的花两种类型的花共同存在,花被 5~8 枚、雄蕊 4~8 枚、与萼片对生、柱头有 2~4 枚、子房上位、一室、内含一粒胚珠。花被、雄蕊、柱头数目有不同程

表 1 藜麦与藜和苋花器主要异同点

Table 1 The main differences between the floral structure of *Chenopodium quinoa* Willd and *Chenopodium*, *Amaranthaceae*

序号	藜科	苋科	藜麦
1	花被 3~5 裂	花被 3~5 裂	花被 5~8 裂
2	雄蕊 5 或较少	雄蕊和花被等数且对生或较少	雄蕊 4~8 个
3	柱头 2, 很少 3~5	柱头 1~3 枚	柱头 2~4 枚

度的变异,其中花被数目的变异范围为 5~8 枚;柱头数目为 2~4 枚;雄蕊数目为 4~8 枚.不同藜麦植株个体间存在差异,说明群体是杂合的.

不同个体藜麦间花器结构在数目上也有区别,分析主要原因是藜麦在原产地和引进地虽然经过多年种植,但缺少系统选择和纯化培育,至今仍然为杂合群体,花器存在着个体上的差异在所难免.藜麦花器上这些结构上的差异对开展藜麦品种资源引进、新品种繁育、丰产栽培等的影响将会予以进一步关注.

藜麦形态特征的多样性有助于其在不同的生长环境,甚至不同的生态类型中保持种群的延续性,但这种特性却不适合作为品种的栽培或现代农业生产的大规模种植.因此,加强藜麦新品种选育势在必行.

致谢:藜麦‘14001’新品系由青海省农林科学院刘洋研究员提供,特此感谢.

参考文献

[1] WHITE P L, ALVISTUR E, DIAS C, et al. Nutritive values of crops, nutrient content and protein quality of quinoa and canihua, edible seed products of the Andes Mountains[J]. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 1955, 3(6): 531-534.

[2] 王晨静, 赵习武, 陆国权, 等. 藜麦特性及开发利用研究进展[J]. *浙江农林大学学报*, 2014, 31(2): 296-301.

[3] MEDINA W, SKURTYS O, AGUILERA J M. Study on image analysis application for identification Quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd) geographical provenance. [J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2010,

43(2): 238-246.

[4] CHILLO S, CIVICA V, IANNETTI M, et al. Properties of quinoa and oat spaghetti loaded with carboxymethylcellulose sodium salt and pregelatinized starch as structuring agents[J]. *Carbohydrate Polymers*, 2009, 78(4): 932-937.

[5] HIROSE Y, FUJITA T, ISHII T, et al. Antioxidative properties and flavonoid composition of *Chenopodium quinoa* seeds cultivated in Japan. [J]. *Food Chemistry*, 2010, 119(4): 1300-1306.

[6] NOWAK V, DU J, CHARRONDIÈRE U R. Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) [J]. *Food Chemistry*, 2016, 193: 47.

[7] 张崇玺, 贡布扎西, 旺姆. 南美藜 (Quinoa) 苗期低温冻害试验研究[J]. *西藏农业科技*, 1994(4): 49-54.

[8] 李吉睿, 孟亚雄, 司二静, 等. 中国西北水地春小麦基因型与环境互作及其产量稳定性分析[J]. *甘肃农业大学学报*, 2016, 51(6): 44-52.

[9] 李扬汉, 吴万春. 植物学(农学类专业适用)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978, 7.

[10] LOPRESTI E F. Chenopod salt bladders deter insect herbivores. [J]. *Oecologia*, 2014, 174(3): 921-30.

[11] WARD S M, JOHNSON D L. A recessive gene determining male sterility in quinoa[J]. *Journal of Heredity*, 1994, 85(3): 231-233.

[12] 富象乾, 安争夕, 李阳春. 植物分类学[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000.

[13] 中国科学院《中国植物志》编委会. 中国植物志[DB/OL]. 北京: 科学出版社, 1959-2004; 25(2).

(责任编辑 李辛)