



王丽娜,任翠梅,王明泽,等. 中国藜麦种质资源分布及研究现状[J]. 黑龙江农业科学,2020(12):142-145.

中国藜麦种质资源分布及研究现状

王丽娜,任翠梅,王明泽,顾鑫,杨丽,张宏宇,齐国超

(黑龙江省农业科学院 大庆分院,黑龙江 大庆 163316)

摘要:为促进中国藜麦产业发展,本文概述了藜麦的生物学特性和生态学特性以及国内藜麦种质资源分布、引种及研究现状,简要分析了藜麦引种存在的种质资源匮乏、品种混乱、种质资源创新不足等问题,并提出相应解决对策,包括加强对藜麦科研和产业的投入,深入开展藜麦新品种繁育及新型种质资源的创制研究。

关键词:藜麦;种质资源;引种;适应性

藜麦(*Chenopodium quinoa*),又称为南美藜、印第安藜、奎藜、奎奴亚藜、藜谷、昆诺阿藜等,属于苋科藜亚科藜属一年生短日照双子叶草本植物,距今已有 5 000 多年的种植历史^[1-2]。藜麦原产地主要分布于南美洲的安第斯山脉,玻利维亚、秘鲁以及厄瓜多尔等高海拔地区^[3]。由于其高度的遗传变异特性,能够适应全世界不同种植环境,耐受低温、干旱、盐碱及贫瘠^[4-5],早期,印加人民将其作为主要的传统食物,称之为“粮食之母”^[6]。近年来,因藜麦的高度生物多样性及全营养价值引起国内外学者的广泛关注,作为一种新兴的保健型粮食作物从种质资源起源、适应性种植、生物学和生态学特性、营养价值开发与应用及分子生物学特性等方面展开研究^[7-8]。如今,南美洲为藜麦的主要种植区,欧洲、澳洲和北美洲均有少量种植^[9]。中国最早于 1987 年由西藏农牧学院和西藏自治区农牧科学院引种南美藜,并于 1992 年和 1993 年在西藏境内大范围小面积试种成功^[10-11],之后在山西、陕西、青海、甘肃、吉林、河北、内蒙古等地均有小规模种植。目前,关于藜麦在我国的种质资源引种及分布情况缺乏系统全面的理论阐述,本文通过总结前人研究基础,针对现阶段藜麦种质资源在中国的分布及研究现状展开综述,以期对藜麦在国内不同地区引种栽培、新品种选育及推广开发利用等提供理论依据。

1 藜麦的生物学特征

1.1 藜麦的植物学特性

藜麦属于四倍体植株,染色体数目 $2n=4\times=36$ ^[12],植株呈扫帚状,株高 60~300 cm,茎秆长

度 50~250 cm,茎直立,茎色多,有分枝,植株生长特征受种植品种,种植环境及栽培密度影响而呈现出差异^[13];叶互生,呈卵状三角形或卵状长椭圆形,有柄,叶全缘波状锯齿^[14],幼叶绿色、植株成熟时渐变成黄色、紫红色或红色等^[15,5]。藜麦花序多样,分枝较多,长度 15~70 cm,主侧枝都有结籽,颜色因基因型不同而不同,多为黄色、红色、橘色等^[16],花分为雌花和完全花,没有花瓣,自然异交率为 10%~17%,自花授粉^[1,17]。果实为瘦果,从内到外分为花被、果皮及种皮,颜色多为白色、黄色、黑色或红色^[18]。种子呈圆形药片状,直径 1.5~2.0 mm,千粒重 1.4~3.5 g,有白色、乳黄色、红色和黑色等,表皮富含皂苷,味苦,食用前应浸泡或揉搓去掉,种子遇湿润环境 24 h 内即可萌发,贮藏时需放置干燥阴凉处。

1.2 藜麦的生态学特性

藜麦具有很强的抗逆性和适应性,能够抵御寒冷、干旱、低温、盐碱及贫瘠等一系列非生物胁迫环境^[19-21]。藜麦之所以有这样强大的抗逆特性,形态学上主要依靠深密而庞大的根系排布和叶片大小的适应性。学者们在生理学和形态学上已展开针对应对各种非生物胁迫的响应机制的研究。藜麦抗寒在生理学上主要依靠积累的可溶性糖和脱水蛋白来实现^[9]。藜麦通过延长生育周期应答早期营养生长的干旱,以早熟的方式应答后期的干旱胁迫^[22],干旱胁迫下,藜麦子叶细胞中会通过合成或积累脯氨酸、甜菜碱、可溶性糖和 ABA 等一些有机物质的调控来增强抗旱性^[23-24]。藜麦植株具有独特的耐盐机制,主要包括 K^+ 、 Na^+ 无机离子的渗透调节及脯氨酸、可溶性糖、甜菜碱、多胺和脱水蛋白等物质的渗透调节,从而保持细胞的正常代谢^[25]。研究表明,藜麦耐盐最重要的原因是具有高度的保钾能力^[9]。

收稿日期:2020-08-31

第一作者:王丽娜(1983-),女,硕士,助理研究员,从事藜麦种质资源收集、引种及鉴定研究。E-mail: dqnkywln@163.com.

2 藜麦种质资源的分布

2.1 藜麦起源及分布

藜麦的自然分布从哥伦比亚北部到智利南部海平面至 4 000 m 的区域^[26-27]。研究显示,藜麦存在 2 个种质资源中心,安第斯山高原是第一大藜麦多样性中心,智利南部海岸是第二大藜麦多样性中心^[28]。藜麦的生育周期为 90~220 d,受地理环境及气候的影响,我国藜麦的生育周期介于 90~150 d。世界范围内有 16 422 份藜麦种质资源及其野生近缘种保存于 30 个国家的 59 个基因库中,最大的种质库在玻利维亚和秘鲁。藜麦的种质资源保存地主要集中在安第斯山区国家,美国农业部保存有 300 余份藜麦资源^[9]。

2.2 中国藜麦引种现状

中国最早于 1987 年西藏引种南美藜仅用于试验和测试后,并没有进行示范和推广。随后甘肃、山西、河北、新疆、河南、青海、吉林和内蒙古陆续开始从国外引进藜麦种质资源进行试种并开展研究。藜麦按引种用途可将其分为 3 大类:一类是粮景兼用型,二类是粮饲兼用型,三类为低皂苷型。引种目的以生态适应性为主,随即开展对调查农艺性状表现及籽粒产量表现的研究,从中择优,选育优良品种,进行推广和示范,形成产量,再用于进一步加工成品。在我国,2013 年甘肃省率先引种藜麦品种 LYLM-1,同时又对引选的 JLLM、JQLM、HQLM、JNLM、ZJKLM、HSLM、ZNLM、YJLM 等藜麦品种进行品比试验,测定最高产量可达 5 175.0 kg·hm⁻²,然而,目前藜麦在甘肃还属于新型作物,尚停留在引种和初步生产阶段^[29]。2013 年山西省高寒区进行了连续 3 年的藜麦引种试验,最终测定最高产量达 8 100 kg·hm⁻²。目前,山西已经成为除原产地和美国以外种植面积最大的地区,栽种面积主要集中在静乐县,2013 年静乐县被中国食品工业协会命名为“中国藜麦之乡”^[30-31]。2013 年在河北张家口引种 4 份藜麦材料测定最高产量可达 3 637.32 kg·hm⁻²,按小区产量折算得到的公顷产量远高于藜麦原产地的产量值(600 kg·hm⁻²),这说明河北地区比藜麦原产地印第安地区的生态条件更为温和,有利于藜麦产量提升^[32]。2014 年在格尔木地区引种 GZ-3 和 GZ-5,测定最高产量可达 5 577.0 kg·hm⁻²,说明两个品种适合格尔木地区种植,并能取得高产^[33-34]。2019 年在北京市试种 15 份藜麦资源,测定最高产量可达 2 039.56 kg·hm⁻²,试验结果说明藜麦种质的表

型受地域和环境的影响较大,表现为高度多样性^[35]。本文通过查阅文献归纳总结了我国各省份藜麦引种数量、产量、生育期^[29-45]详见表 1,供开展藜麦育种研究参考。

表 1 我国各省份藜麦引种情况
Table 1 Introduction of *Chenopodium quinoa* in China

省份 Province	引种份数 Introduction number	生育期 Growth period/d	株高 Plant height/cm	最高产量 Maximum yield/ (kg·hm ⁻²)
甘肃	21	125~150	153.2~229.5	1252.1~5175.0
山西	30	90~160	130.3~210.2	750.2~4500.2
河北	15	89~149	91.6~291.6	1095.0~2390.3
青海	15	146~158	176.2~187.5	3616.5~5577.0
吉林	15	95~150	112.3~159.1	108.3~1837.3
河南	4	103~118	119.2~180.5	2887.4~3637.3
内蒙古	5	121~140	136.1~202.4	1340.2~2150.5

目前,青海、山西、甘肃 3 省关于藜麦引种、选育、栽培等研究相对于其它省份报道较多,大多研究集中于藜麦的加工及食用多样化,附属产品正步入市场化趋势。国内引进品种一般都以代号形式存在,只有少数品种审定命名。文献体现的主要有甘肃的陇藜 1 号、陇藜 2 号、陇藜 3 号、陇藜 4 号;青海的青藜、雪域 1 号、雪域 2 号、雪域 3 号、雪域 4 号、乌兰 1 号、乌兰 2 号;河南的安藜 1 号、安藜 2 号、安藜 3 号、安藜 4 号;内蒙古的红藜 1 号、红藜 2 号、红藜 3 号、红藜 4 号;此外还有黄藜 1 号、黄藜 2 号以及晋藜。总之,我国对于藜麦育种及栽培研究较为迟缓,品种混淆不清,国家相关部门应该加大加强对藜麦研究的重视及应用,因很多国家都将藜麦视为一种替代粮食的“超级谷物”,可以成为解决粮食危机的全营养食物,具有很多可期待的开发价值,未来发展潜力较大。

3 藜麦引种存在问题及对策

我国对藜麦种质资源的引进和新品种选育工作的研究起步较晚,引种地多集中于智利、玻利维亚、秘鲁、沙特以及加拿大等国家,引进的优良品种资源数量少,通过适应性种植及选育后形成自主品种比较稀缺,国内审定品种少之又少,品种纯度低。通过文献记载及实地考察发现,国内藜麦引种主要存在两个问题:一是种质资源匮乏。没有自主品种,都以引种编号形式存在,品种间特性模糊,分离、退化现象严重,迫切需要从世界各国收集大量的优质种质资源,进行适应性种植及鉴

定评价,筛选出适合于我国各地区的主导品种。另一方面是种质创新不足。我国藜麦资源自1987年首次从国外引进后,再次追溯研究历程,发现直至2014年国内学者才开始重视并开展研究,无论在研究深度上还是利用程度上:都处于起步阶段。通过网络信息查询,国内藜麦登记品种主要有两个:2015年甘肃农业科学院率先选育出来新品种为陇藜1号,同年4月通过甘肃省农作物品种审定委员会审定^[46];2016年中国科学院和内蒙古益稷生物科技有限公司利用南美洲引入的BC-16、B2-08和A-21自然异交选育出蒙藜1号,通过包头市非主要农作物品种登记^[47]。在中国种子协会官网中未检索到藜麦审定或登记品种,仅种子进口查询到7个品种引自加拿大。为此国家应加强对藜麦科研和产业的投入,深入开展藜麦新品种繁育及新型种质资源的创制研究。

4 结语

藜麦以其全营养功能著称于世,种子富含优质蛋白,16种氨基酸,大量的矿质元素,还含有酚类和黄酮类等多种化学活性成分,不仅可作为食材也可作为高效的优质药材^[48-50]。同时,藜麦的秸秆营养丰富可与紫花苜蓿相匹敌^[1]。我国各省关于藜麦的研究大多数以藜麦的引种适应性种植为科研发展的基础,因藜麦的种质资源随环境气候变化差异较大,生育周期长,筛选出适合地域稳定生长的品种资源是一项长期的艰巨任务。从目前研究形势来看,我国甘肃省、青海省、山西省、河北省、内蒙古相对种质资源较为丰富,藜麦育种也有初步的研究,其余省份鲜有报道。黑龙江省位于中国东北部,地势大致呈西北、北部和东南部高,东北、西南部低,属寒温带与温带大陆性季风气候,平均海拔50~300 m,不同区域年积温1 900~2 700 °C,适合生育周期90~120 d的作物生长。2020年4月,笔者已从山西农谷稼祺种业有限公司和福建农林大学共收集18份藜麦种质资源,用于开展藜麦适应性种植试验,旨在筛选出适合于黑龙江省安达市盐碱地生长的藜麦品种,相关研究工作正在跟进。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 李娜娜,丁汉凤,郝俊杰,等. 藜麦在中国的适应性种植及发展展望[J]. 中国农学通报,2017,33(10):31-36.
- [3] 肖正春,张广伦. 藜麦及其资源开发利用[J]. 中国野生植物资源,2014,33(2):62-66.
- [4] Jacobsen S E, Stolen O. Quinoa- morphology, physiology and prospects for its production as a new crop in Europe[J]. Euro-

- pean Journal of Agronomy,1993,2:19-29.
- [5] Bhargava A, Srivastava S. Quinoa: Botany, production and uses[M]. Wallingford: CABI Publisher, 2013: 48-61.
- [6] Jacobsen S E. Adaptation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) to Northern European agriculture: Studies on developmental pattern[J]. Euphytica, 1997, 96: 41-48.
- [7] Pulvento C, Riccardi M, Lavini A, et al. Yield and quality characteristics of quinoa grown in open field under different saline and non- saline irrigation regimes[J]. Journal of Agricultural Science, 2012, 198: 254-263.
- [8] Garcia M, Raes D, Jacobsen S E. Evapotranspiration analysis and irrigation requirements of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in the Bolivian highlands[J]. Agricultural Water Management, 2003, 60: 119-134.
- [9] 高琪,蔡志全. 藜麦种质资源及抗旱和耐盐的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(13): 1-3, 7.
- [10] 张崇玺,贡布扎西,旺姆. 南美藜(*Chenopodium quinoa*) 苗期低温冻害试验研究[J]. 西藏农业科技, 1994, 16(4): 49-54.
- [11] 刘洋,熊国富,闫殿海,等“粮食之母”“超级食物”—藜麦“落户”青海[J]. 青海农林科技, 2014(4): 95-98.
- [12] Vargas D B, Elzinga J A, Rojas-Beltran A, et al. Development and use of microsatellite markers for genetic diversity analysis of canahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) [J]. Genetic Resources and Crop Evolution, 2011, 58: 727-739.
- [13] Bhargava A S, Ohri D. Genetic variability and interrelationship among various morphological and quality traits in quinoa(*Chenopodium quinoa* Willd.) [J]. Field Crops Research, 2007, 101: 104-116.
- [14] 王晨静,赵武武,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.
- [15] Anabalon R L, Thomet I M. Comparative analysis of genetic and morphologic diversity among quinoa accessions(*Chenopodium quinoa* Willd.) of the south of Chile and highland accessions[J]. Journal of Plant Breeding and Crop Science, 2009, 1: 210-216.
- [16] Bhargava A S, Ohri D. Gynomonoecy in *Chenopodium quinoa* Willd. (Chenopodiaceae): Variation in inflorescence and floral types in some accessions[J]. Biologia, 2007, 62: 19-23.
- [17] Spehar C R, Santos R L D. Agronomic performance of quinoa selected in the Brazilian Savannah [J]. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2005, 40(6): 609-612.
- [18] Atul Bhargava, Deepak Ohri. Origin of genetic variability and improvement of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) [J]. Gene Pool Diversity and Crop Improvement, 2016, 10: 241-270.
- [19] Diana Y G V, Luigi R, Khawla K, et al. Chemical and nutritional characterization of *Chenopodium pallidicaule* (canihua) and *Chenopodium quinoa* (quinoa) seeds[J]. Emirates Journal of Food & Agriculture, 2014, 26(7): 609-615.
- [20] Razzaghi F, Ahmadi S H, Jacobsen S E, et al. Effects of salinity and soil-drying on radiation use efficiency, water productivity and yield of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) [J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 2012, 198(3): 173-184.
- [21] 袁飞敏,权有娟,刘德梅,等. 藜麦植株形态及花器结构的

- 初步观察[J]. 甘肃农业大学学报, 2018, 53(4): 49-53.
- [22] Jensen C R, Jacobsen S E, Andersen M N, et al. Leaf exchange anwater relation characteristics of field quinoa(*Chenopodium quinoa* Willd.) during soil drying[J]. European Journal of Agronomy, 2000, 13(1): 11-25.
- [23] Yang A, Akhtar S S, Amjad M, et al. Growth and physiological responses of quinoa to drought and temperature stress[J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 2016, 202(6): 445-453.
- [24] Gonzlez J A, Gallardo M, Hilal M, et al. Physiological responses of quinoa(*Chenopodium quinoa* Willd.) to drought and waterlogging stresses: Dry matter partitioning[J]. Botanical Studies, 2009, 50(1): 35-42.
- [25] Onales-Alatorre E, Pottosin I, Shabala L, et al. Differential activity of plasma and vacuolar membrane transporters contributes to genotypic differences in salinity tolerance in a halophyte species, *Chenopodium quinoa* [J]. International Journal of Molecular Sciences, 2013, 14(5): 9267-9285.
- [26] Fuentes F, Bhargava A. Morphological analysis of quinoa germplasm grown under lowland desert conditions[J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 2011, 197(2): 124-134.
- [27] Gonzlez J A, Bruno M, Valoy M, et al. Genotypic variation of gas exchange parameters and leaf stable carbon and nitrogen isotopes in tenquinoa cultivars grown under drought[J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 2011, 197(2): 81-93.
- [28] Fuentes F, Martinez E A, Hinrichsen P V, et al. Assessment of genetic diversity patterns in Chilean quinoa(*Chenopodium quinoa* Willd) germplasm using multiplex fluorescent microsatellite markers[J]. Conservation Genetics, 2009, 10(2): 369-377.
- [29] 黄杰, 杨发荣. 藜麦在甘肃的研发现状及前景[J]. 甘肃农业科技, 2015(1): 49-52.
- [30] 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.
- [31] 闫书耀, 路世斌. 高寒山区藜麦绿色配套栽培技术[J]. 农民致富之友, 2015(10): 178-178.
- [32] 周海涛, 刘浩, 么杨, 等. 藜麦在张家口地区试种的表现与评价[J]. 植物遗传资源学报, 2014, 28(2): 222-227.
- [33] 李艳波, 董琼. 格尔木市地区藜麦引种试验初报[J]. 粮油作物, 2015(4): 29-30.
- [34] 李成祖. 格尔木市藜麦引种栽培技术试验研究[J]. 农业科技通讯杂志, 2015(6): 94-96.
- [42] 梅丽, 郭自军, 王立臣, 等. 15 份藜麦资源在北京地区的生态适应性评价[J]. 中国农业大学学报, 2019, 24(9): 27-36.
- [36] 刘瑞芳, 负超, 申为民, 等. 安阳地区藜麦品种对比试验[J]. 现代农业科技, 2016(9): 44-49.
- [37] 刘瑞芳, 负超, 刘庆生, 等. 安阳地区藜麦种植常见问题探讨[J]. 中国种业, 2015(3): 9-12.
- [38] 王元, 张忠福, 王建梅. 山丹县藜麦引种试验总结[J]. 农艺农技, 2018(7): 11-12.
- [39] 张建山. 乌兰县引种藜麦试验研究初报[J]. 青海农技推广, 2016(1): 55-58.
- [40] 闫丽艳, 史俊玲, 靳宇华, 等. 藜麦高产栽培技术试验示范总结[J]. 吉林农业, 2017(2): 81-82.
- [41] 李星. 藜麦在吉林西部的适应性及饲用潜力研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2019.
- [42] 王占贤, 宋满刚, 李金在. 鄂尔多斯地区藜麦引种试验初报[J]. 粮油农资, 2017(12): 9-10.
- [43] 张延磊, 瞿国文. 新疆藜麦种植技术及新品种引进试验[J]. 农业工程技术, 2019(11): 77, 81.
- [44] 和金玉. 香格里拉市藜麦产业发展现状及对策[J]. 云南农业, 2019(8): 39.
- [45] 叶君, 吴晓华, 李元清, 等. 基于表型性状的藜麦种质资源遗传多样性分析[J]. 北方农业学报, 2020, 48(1): 1-6.
- [46] 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.
- [47] 包头市种子管理站. 关于 2015 年包头市非主要农作物登记通过品种的公示[EB/OL]. 2015-12-30. <http://www.btagri.gov.cn/Article/Disp.asp?id=14431>.
- [48] Aubrecht E, Biacs P A. Characterization of buckwheat grain proteins and its processed[J]. Acta Aliment, 2001, 28: 261-268.
- [49] Marmouzi M, Madani E N, Charrouf Z Y, et al. Proximate analysis, fatty acids and mineral composition of processed Moroccan *Chenopodium quinoa* Willd. and antioxidant properties according to the polarity[J]. Phytotherapie, 2015, 13: 110-117.
- [50] 王黎明, 马宁, 李颂, 等. 藜麦的营养价值及其应用前景[J]. 食品工业科技, 2014, 35(1): 381-385.

Distribution and Research Status of Quinoa Germplasm Resources in China

WANG Li-na, REN Cui-mei, WANG Ming-ze, GU Xin, YANG Li, ZHANG Hong-yu, QI Guo-chao
(Daqing Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing 163316, China)

Abstract: In order to promote the development of quinoa industry in China, in this paper, we reviewed the biological and ecological characteristics of quinoa, as well as the distribution, introduction and research status of quinoa germplasm resources in China. We briefly analyzed the existing problems of quinoa introduction, which including lack of germplasm resource, confusion of varieties and lack of innovation of germplasm resources. We put forward countermeasures, should strengthen the investment in scientific research and industry of quinoa, and carry out the breeding of new varieties and the creation of new germplasm resources.

Keywords: *Chenopodium quinoa*; germplasm resources; introduction; adaptive