

藜麦在张家口地区试种的表现与评价

周海涛^{1,2}, 刘浩¹, 么杨¹, 杨修仕¹, 高文杰³, 杨才², 任贵兴¹

(¹ 中国农业科学院作物科学研究所/国家杂粮加工技术研发分中心(北京), 北京 100081;

² 河北省张家口市农业科学院, 张家口 075000; ³ 山西亿隆藜麦开发有限公司, 忻州 035100)

摘要:本研究对在张家口地区进行试种的4份藜麦材料进行了农艺性状与品质性状评价。试种藜麦株高范围为119.27~180.51 cm, 生育期范围为103~118 d。子粒饱满, 产量可达3 637.32 kg/hm², 蛋白质含量为14.79±0.72%, 脂肪含量为7.57±1.17%, 天冬氨酸、赖氨酸和精氨酸含量分别为1.37±0.06%、1.00±0.03%、1.47±0.08%, 皂苷含量为2.12±0.50%。以上结果与文献对比结果表明, 藜麦富含多种营养成分, 且蛋白质含量丰富、氨基酸比例平衡、增产潜力大等特点能够充分表现, 适宜在张家口地区以及生态条件类似的地区种植。

关键词: 藜麦; 试种; 农艺性状; 品质性状; 栽培技术

Evaluation of Agronomic and Quality Characters of Quinoa Cultivated in Zhangjiakou

ZHOU Hai-tao^{1,2}, LIU Hao¹, YAO Yang¹, YANG Xiu-shi¹, GAO Wen-jie³, YANG Cai², REN Gui-xing¹

(¹ Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences / National R&D Center For

Coarse Cereal Processing, Beijing 100081; ² Zhangjiakou Academy of Agricultural

Sciences, Zhangjiakou 075000; ³ Shanxi Yilong Quinoa Company Limited, Xinzhou 035100)

Abstract: With agronomic and quality characters evaluated, four quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) accessions were cultivated in Zhangjiakou, Hebei Province. Plant height ranged from 119.27 cm to 180.51 cm. Growth duration varied between 103 d and 118 d. The highest yield of the quinoa in Zhangjiakou reached 3637.32 kg/hm². Contents of protein and oil were 14.79±0.72% and 7.57±1.17%, respectively. Contents of aspartic acid, lysine, and arginine were 1.37±0.06%, 1.00±0.03%, and 1.47±0.08%, correspondingly. Saponin content was 2.12±0.50%. These results demonstrated that trial planting of quinoa in Zhangjiakou was successful and could provide practical information for the promotion of quinoa in China.

Key words: *Chenopodium quinoa* willd.; trial planting; agronomic characters; quality traits; cultivation technique

藜麦(*Chenopodium quinoa* willd.), 又称南美藜、昆诺藜、奎藜等, 藜属一年生双子叶植物, 为印加土著居民的重要传统食物, 其主产区主要分布在南美洲安第斯高原。藜麦具有耐寒、耐旱、耐瘠薄、耐盐碱等特性。子粒蛋白质含量高且必需氨基酸组成均衡, 不饱和脂肪酸等其他营养成分含量也十分丰富^[1]。美国航空航天局(NASA)将藜麦列为宇航员

长期从事太空任务的理想食物之一^[2]。联合国粮农组织(FAO)推荐藜麦为适宜人类食用的“全营养食品”^[3], 并提出将2013年定为“国际藜麦年”, 旨在让世界关注藜麦的生物多样性和营养价值及其在提供粮食和营养安全、消除贫困以及支持实现千年发展目标等方面所能发挥的作用^[4]。藜麦的栽培范围正逐渐扩大, 目前美洲、欧洲和亚非地区均有国

收稿日期: 2013-12-17 修回日期: 2013-12-30 网络出版日期: 2013-12-19

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20131219.1112.003.html>

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(201108); 国家农作物种质资源平台; 中国农业科学院科技创新工程

第一作者主要从事燕麦育种与栽培研究工作。E-mail: 578988166@qq.com; 刘浩为共同第一作者

通信作者: 任贵兴, 主要从事农产品质量与食品安全研究。E-mail: renguixing@caas.cn

家引种种植。在 2006-2013 年间,藜麦国际贸易日渐频繁,其价格约上涨了 3 倍多^[5]。由此可见,作为一种新兴的保健型粮食作物,藜麦适应当今社会对新型粮食作物的要求,发展前景广阔,但我国在藜麦引种相关研究很少。本研究拟阐述藜麦在河北北部张家口地区试种过程中农艺性状、品质性状的综合表现情况,并对藜麦的栽培技术进行初步探讨,以便为藜麦在我国的推广种植与产业发展提供支持。

1 藜麦国内外研究概况

藜麦(*Chenopodium quinoa* willd)是苋科(Amaranthaceae)藜亚科(Chenopodiaceae)藜属(*Chenopodium*)一年生自花授粉植物。基础染色体数目 $x = 9$,同源四倍体($2n = 4x = 36$)。通常株高可达到 2m 左右,不同品种之间差异较大。直根系发达,有很强的抗风与抗旱能力^[6]。茎近地面部分横切面为圆形,向上呈多棱型,有分支,外皮坚韧,茎组织中存在花青素,颜色各异。叶片形状在不同品种间差异很大^[7]。穗状花序类型复杂,顶生或腋生,主花序轴分生二级花序轴,分支数目与花序轴长度因环境和品种不同而有差异^[6]。果实为瘦果,有纹路,一般为圆形,子粒较小,大部分含有皂苷。

藜麦主要种植于南美洲安第斯山脉地区,主要包括玻利维亚、秘鲁、智利、厄瓜多尔、委内瑞拉、阿根廷北部与哥伦比亚等地。在海平面至 4000 m 海拔高度范围内均有分布。藜麦在世界范围内其他地区也有引种种植,但分布十分不均衡。在欧洲、非洲与亚洲地区主要是以试验性种植为主;北美地区早在 20 世纪 80 年代开始种植^[8],种植面积有一定规模。

藜麦对于不同农业生态区有广泛的适应能力,在相对湿度 40% ~ 80%,温度 $-4 \sim 38$ °C 条件下均有生长,最适耕作温度在 $15 \sim 20$ °C 之间^[9]。藜麦在沙壤土至壤土中生长良好,pH 范围大约为 4.8 ~ 8.5,在地块排水不畅、自然肥力低的极限土质中也可生长^[10]。藜麦播种方式差异很大,可条播、点播、撒播或移栽,播种时覆土厚度应小于 2cm,否则会影响出苗导致减产^[11]。播种密度因品种的生长习性、播种时间、气候条件、土壤肥力等因素的影响而不同,如秘鲁地区播种量约为 $15 \sim 23$ kg/hm²^[12]。藜麦耐土壤贫瘠,但据报道,施用有机肥料或有机无机混合肥料时,藜麦产量上升明显,若单独施用无机肥料,产量响应不明显^[13]。藜麦为水高效利用植物,在降水量 100 ~ 200 mm 条件下也有可接受

产量值,但在美国北卡罗来纳州沙壤土条件下的最佳水量为 208 mm (降雨量与灌溉量之和)^[14]。由于生长缓慢,藜麦生长前期面临速生杂草的竞争,杂草控制能显著提高藜麦产量^[15],实际生产中可使用氯苯胺灵和杀草丹等除草剂。通常藜麦可在 5 ~ 8 个月内成熟^[16],成熟时叶片颜色的转变因品种的不同可能为橘黄、黄或红色,花被的张开使得子粒可见。采收工序具体可包括植株收获、预干燥、脱粒、种子清理、干燥与种子贮存等。

藜麦子粒蛋白质含量在 7% ~ 22%^[17],高于大麦、水稻、玉米等作物。含有清蛋白与球蛋白,消化率和功效比值均较高。氨基酸组成均衡且接近牛奶中的酪蛋白,必需氨基酸比例比普通谷物高,尤其是赖氨酸、组氨酸与蛋氨酸含量^[18]。淀粉是藜麦子粒中含量最高的成分,范围约在 38% ~ 71%^[16],支链淀粉所占比例比直链淀粉高^[19]。藜麦淀粉具有典型的 A 型 X 衍射结构,在冷冻与老化过程中稳定性强,糊化温度约在 64 °C 左右^[20]。藜麦子粒脂类含量约为 1.8% ~ 9.3%^[17],不饱和脂肪酸含量高^[21]。藜麦子粒中微量元素含量受品种、栽培条件影响较大,但其钙、镁、铜、铁、锌等含量比普通谷物含量要高^[18]。藜麦子粒也是很好的维生素(尤其是维生素 B 族与维生素 C)来源。藜麦子粒皮中皂苷含量很高,约在 0.1 ~ 46.5g/kg^[22],是藜麦中主要的抗营养物质,在传统食用与制作食物过程中通常先使用湿法或干法去除。藜麦皂苷主要为三萜皂苷,通过异戊二烯途径生成,齐墩果酸型、商陆酸型等为常见类型,糖苷配基主要为半乳糖、阿拉伯糖与葡萄糖^[23-24]。藜麦皂苷的毒性低且具有多种生理活性(抗真菌、增强免疫、抗炎症等),这使其在洗护用品、抑菌剂与医药方面有广阔的发展前景。

藜麦研究在我国起步较晚,贡布扎西等^[25-30]于 1994 年到 1996 年间,先后进行了南美藜育种原始材料、西藏地区种植南美藜的表现情况(生物学、营养品质、病害与抗逆性等)以及南美藜种皮凝集素等研究。进入 21 世纪后,国内藜麦研究很少。朱剑宏^[31]综述了藜麦的化学组成与营养价值。旺姆等^[32]研究了南美藜叶片光合作用特性。近年来,受国际上对于藜麦研究与产业发展的影响,国内藜麦种植开始起步,但相关研究工作尚未进行。刘锁荣等^[33]报道了藜麦在山西省的引种试种情况,试种结果显示藜麦有可观的产量潜能,证明藜麦在产业推广与商业化生产方面有很大潜力。

2 材料与方 法

2.1 材料与田间试验

4 份藜麦播种材料均取自山西亿隆藜麦开发有限公司。编号分别为 LM-1、LM-2、LM-3、LM-4。种植前分别测定种子重量、千粒重、发芽率,测定结果见表 1。

表 1 藜麦试种材料性状描述与发芽率测定结果

Table 1 Germination result and characters description of quinoa materials

性状 Traits	LM-1	LM-2	LM-3	LM-4
千粒重(g) 1000-grain weight	3.65	3.15	3.1	3.15
子粒色泽 Color of seed	黄白	紫红	黄白	紫红
发芽率(%) Germination percentage	83	92	81	88

试种地点为河北省张家口市张北县试验田(41°08' N、114° 44' E)、海拔在 1650 m 左右。试验地土质为沙壤土,耕作层 25 cm,有机质含量 17.23 g/kg,速效氮含量 67.23 mg/kg,速效磷含量 16.20 mg/kg,速效钾含量 59.31 mg/kg,pH 值为 7.66。

整地于 5 月上中旬进行,采用顶凌耙耱的方法。机耕,耕深 20~25 cm,土地平坦、上虚下实,田间无大土块和暗坷垃,无较大的残株、残茬。结合整地施用 450~600 kg/hm² 磷酸二铵作基肥。5 月下旬人工条播,播种前浇水。小区面积 48 m²,长 8 m,宽 6 m,株距 10~15 cm,行距 30 cm。播种量在 3.25~4.50 kg/hm²,播种深度在 2~3 cm,结合播种施入磷酸二铵 75 kg/hm²。株高至 10~15 cm 时开始间苗和第一次中耕除草。株高在 25~30 mm 时进行第二次中耕除草的同时对藜麦进行培土,防止倒伏。整个生育期间未浇水(2013 年 4~9 月的降水量约为 350 mm)。9 月下旬,植株叶片变黄脱落时,开始收割,收割和脱粒后及时晾晒。

2.2 品质性状分析方法

2.2.1 蛋白质含量测定 采用农业行业标准 NY/T 3-1982(谷类、豆类作物种子粗蛋白质测定法——半微量凯氏法),蛋白质-氮的换算系数为 6.25,使用 FOSS2300 型全自动定氮仪(丹麦福斯特卡托公司)。

2.2.2 淀粉含量测定 采用农业行业标准 NY/T 11-1985(谷物子粒粗淀粉测定法),使用 WZZ-1S 数字式旋光分析仪(上海物理光学仪器厂)。

2.2.3 脂肪含量测定 采用国家标准 GB/T 5512-

2008(粮油检验 粮食中粗脂肪含量测定)中索氏抽提法进行测定。

2.2.4 氨基酸含量测定 采用农业行业标准 NY/T 56-1987(谷物子粒氨基酸测定的前处理方法),使用 S433D 全自动氨基酸分析仪(德国赛卡姆公司)。

2.2.5 微量元素含量测定 采用国家标准 GB/T 14609-2008(粮油检验 谷物及其制品中铜、铁、锰、锌、钙、镁的测定 火焰原子吸收光谱法),使用 Thermo Elemental Solaar M6 AA 原子吸收光谱仪(美国热电公司)。

2.2.6 皂苷含量测定 准确称取齐墩果酸标准品(购于中国药品生物制品检定所)8.0 mg 溶于 10 mL 甲醇中,制得浓度为 0.8 mg/mL 的标准溶液。准确称取过 80 目筛的藜麦样品 1 g(精确到 0.001g)于离心管中,固液比 1:30 加入 70% 甲醇-水溶液,常温振荡提取 12 h,5000 rpm 离心 10 min,取上清液过 0.22 μm 滤膜得供试液。液相色谱方法使用配以 Waters Acquity UPLCTM BEH Shield RP18 (2.1 × 100 mm,1.7 μm)色谱柱的 UPLC 系统(ThermoFisher SCIENTIFIC, CA, USA)。流动相为甲醇(A)与 0.1% 甲酸-水(B),梯度洗脱条件为:0~3 min,35%~40% A;3~4 min,40%~65% A;4~6.5 min,65%~90% A;6.5~7.5 min,90% A;7.5~8 min,90%~35% A,流速为 0.25 mL/min,进样体积 10 μL。色谱柱与自动进样器温度分别保持在 35 °C 与 10 °C。使用配以电喷雾电离探针(负离子模式)的高分辨质谱仪(Thermo LTQ Orbitrap XL, ThermoFisher SCIENTIFIC, CA, USA)。质谱参数如下:保护气流速 35 bar;辅助气流速 10 bar;喷雾电压 2.5 kV;离子传输管温度 320 °C,电压 -30 V;镜筒透镜 -75 V;FTMS 分辨率 60000;高能碰撞诱导解离相对碰撞能量 80%;棒形图采集分辨率 1 m/z。皂苷测定结果以 100 g 样品中含有的等效齐墩果酸克数表示(%)。

2.2.7 数据处理 所有化学测定结果均以样品干基百分含量表示,使用 Microsoft Office Excel 2010 软件进行数据分析处理。

3 结果与分析

3.1 物候期描述

藜麦材料于 6 月 4 日出苗,播种到出苗时间为 8~10 d。7 月 18 日 4 份材料全部进入生殖生长阶段,进入生殖生长的藜麦全株图见图 1。9 月 28 日 4 份材料全部成熟,具体物候情况见表 2。



图1 进入成熟期的藜麦

Fig. 1 Quinoa in preliminary mature stage

表2 参试藜麦的物候期描述

Table 2 Phenological description of quinoa

性状 Traits	LM-1	LM-2	LM-3	LM-4
播种日期 Sowing date	2013.05.25	2013.05.25	2013.05.25	2013.05.25
出苗日期 Seedling emergence date	2013.06.02	2013.06.04	2013.06.04	2013.06.04
现穗日期 Panicle emergence date	2013.07.12	2013.07.18	2013.07.16	2013.07.14
成熟日期 Maturity date	2013.09.12	2013.09.25	2013.09.22	2013.09.28
生育期(d) Growth duration	103	114	111	118

3.2 农艺性状表现

表3描述了参试藜麦材料的农艺性状表现。4份材料的株高在119.27~180.51 cm之间,品种之间差距较大,株高最高为LM-4(172.34±8.17 cm),最低为LM-1(125.35±6.08 cm)。穗状花序,主茎和侧枝均结子,参试材料穗长在42.64~86.37 cm之间,品种之间差距较大,穗长最长者LM-4(85.35±1.02 cm)是最短者LM-1(45.22±2.58 cm)的2倍多。穗部形态与颜色在不同发育时期表现不同,且品种间差异很大(图2)。

表3 参试藜麦的农艺性状

Table 3 Agronomic traits of quinoa

性状 Traits	LM-1	LM-2	LM-3	LM-4
株高(cm) Plant height	125.35±6.08	155.72±7.56	128.92±6.56	172.34±8.17
穗长(cm) Panicle length	45.22±2.58	65.53±3.10	45.68±2.06	85.35±1.02
小穗数(个) Spikelet number	361±19	278±10	377±14	236±10
穗粒数(粒) Grains per panicle	7352±301	8583±378	8245±223	10851±342
千粒重(g) 1000-grain weight	3.85±0.16	3.34±0.12	3.36±0.10	3.34±0.14
小区产量(kg) Block yield	15.12±0.81	13.86±1.22	15.66±1.31	17.46±0.76

藜麦子实形状为圆球或圆饼状,直径在2~3 mm之间,子粒的颜色有黄色、黄白色和紫红色(图3)。参试材料的千粒重在3.27~3.92 g之间,以LM-1的千粒重最高(3.85±0.16 g)。参试材料按小区产量可折算出公顷子实产量,在2887.36~3637.32 kg/hm²之间,其中以LM-2的产量最低(2887.36 kg/hm²),LM-4的产量最高(3637.32 kg/hm²)。



A和B:灌浆期穗;C和D:完熟期穗

A and B: Panicles in grain filling stage, C and D: Panicles in full ripe stage

图2 典型灌浆期与完熟期的藜麦穗

Fig. 2 Typical panicles of quinoa in grain filling stage and full ripe stage



图3 典型藜麦籽粒

Fig. 3 Typical seeds of quinoa

3.3 品质性状表现

表4为参试藜麦材料的品质性状鉴定结果,由表可知,蛋白质、淀粉、脂肪含量差异均不大,氨基酸组成稳定,个别微量元素含量变异较大。

表4 参试藜麦籽粒品质性状表现

Table 4 Quality traits of quinoa seeds

性状 Traits	LM-1	LM-2	LM-3	LM-4
蛋白质 (%)	14.66 ±	14.54 ±	15.82 ±	14.14 ±
Protein	0.04	0.07	0.06	0.06
淀粉 (%)	51.35 ±	52.04 ±	49.63 ±	49.57 ±
Starch	0.29	0.22	0.07	0.32
脂肪 (%)	6.06 ±	8.59 ±	7.24 ±	8.37 ±
Fat	0.05	0.01	0.02	0.04
天冬氨酸 (%)	1.33 ±	1.37 ±	1.46 ±	1.33 ±
Aspartic acid	0.01	0.00	0.01	0.00
苏氨酸 (%)	0.62 ±	0.62 ±	0.65 ±	0.60 ±
Threonine	0.00	0.00	0.01	0.00
丝氨酸 (%)	0.73 ±	0.73 ±	0.80 ±	0.72 ±
Threonine	0.00	0.00	0.01	0.00
谷氨酸 (%)	2.53 ±	2.57 ±	2.78 ±	2.54 ±
Glutamic acid	0.02	0.00	0.02	0.01
甘氨酸 (%)	0.91 ±	0.93 ±	1.04 ±	0.92 ±
Glycine	0.01	0.00	0.01	0.00
丙氨酸 (%)	0.71 ±	0.63 ±	0.77 ±	0.74 ±
Alanine	0.01	0.00	0.00	0.00
半胱氨酸 (%)	0.09 ±	0.09 ±	0.09 ±	0.09 ±
Cysteine	0.00	0.00	0.00	0.00
缬氨酸 (%)	0.81 ±	0.79 ±	0.84 ±	0.77 ±
Valine	0.01	0.00	0.00	0.00
蛋氨酸 (%)	0.22 ±	0.29 ±	0.27 ±	0.27 ±
Methionine	0.00	0.00	0.00	0.00
异亮氨酸 (%)	0.64 ±	0.63 ±	0.69 ±	0.63 ±
Isoleucine	0.00	0.00	0.01	0.00
亮氨酸 (%)	1.09 ±	1.07 ±	1.16 ±	1.05 ±
Leucine	0.01	0.00	0.01	0.00
络氨酸 (%)	0.56 ±	0.54 ±	0.57 ±	0.51 ±
Tyrosine	0.00	0.00	0.00	0.00
苯丙氨酸 (%)	0.67 ±	0.67 ±	0.72 ±	0.65 ±
Phenylalanine	0.00	0.00	0.01	0.00

表4(续)

性状 Traits	LM-1	LM-2	LM-3	LM-4
组氨酸 (%)	0.65 ±	0.63 ±	0.70 ±	0.60 ±
Histidine	0.01	0.00	0.00	0.00
赖氨酸 (%)	0.98 ±	0.98 ±	1.04 ±	0.98 ±
Lysine	0.00	0.00	0.01	0.00
精氨酸 (%)	1.40 ±	1.47 ±	1.59 ±	1.43 ±
Arginine	0.01	0.00	0.01	0.01
脯氨酸 (%)	0.58 ±	0.56 ±	0.58 ±	0.55 ±
Proline	0.00	0.00	0.00	0.00
铁 (ug/g)	76.10 ±	68.60 ±	84.45 ±	60.65 ±
Fe	6.93	3.25	1.91	3.04
铜 (ug/g)	3.65 ±	2.90 ±	4.40 ±	2.80 ±
Cu	0.21	0.14	0.14	0.00
锌 (ug/g)	24.00 ±	19.60 ±	20.10 ±	20.70 ±
Zn	0.42	0.99	0.71	0.14
锰 (ug/g)	39.45 ±	31.80 ±	38.95 ±	26.80 ±
Mn	0.07	0.28	0.49	0.57
钙 (ug/g)	794.70 ±	961.65 ±	1189.85 ±	1231.55 ±
Ca	60.94	56.64	25.67	28.78
皂苷 (%)	1.39 ±	2.51 ±	2.20 ±	2.36 ±
Saponin	0.02	0.03	0.01	0.01

4 讨论

藜麦在张家口地区试种生育期短,表现为早熟类型品种。在整个生育期内未浇水,只依靠自然降水满足生产要求,由此可见早熟类型的藜麦是极耐干旱的,这与贡布扎西等^[6]的研究结果一致。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/hm²)^[14],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。其中参试品种 LM-4 产量达 3637.32 kg/hm²,显示出巨大的增产潜力。试种所得子粒果实饱满,千粒重较高,蛋白质和淀粉含量适中,脂肪含量偏高,但测定值均在相关报道范围内^[16]。从氨基酸组成来看,接近于 FAO 提出的氨基酸模式,天冬氨酸、赖氨酸和精氨酸占总氨基酸的比例远高于小麦、大麦等常见谷物。因此与小麦等常见作物有很强的蛋白质互补作用,可与小麦、稻米等主食搭配食用。

5 结论与展望

农艺与品质性状测定表明参试藜麦材料间表现差异不大,经济性状和产量结果均达了引进时的预期目标,这说明藜麦在河北张家口地区的试种是成功的。华北、山西、内蒙古部分地区的生态条件与张家口类似,夏季冷凉、气候相对干旱、土壤有机质含量不高,与藜麦耐旱性强、适应极限土质的特性相匹配,因此也可推广种植。参试的 4 个材料中,LM-4

综合表现最好,可作为这些地区的推广材料。

不同地区藜麦推广栽培时应注意以下几点:

(1) 注意根据无霜期选择具有合适生育期的品种;
(2) 播种前应保证足够的土壤湿度,最好在春雨后播种或配以播前浇水,之后整个生育期内一般不用再次灌溉;
(3) 植株长到 10~15 cm 时开始间苗和第一次除草,在第二次中耕除草的同时对藜麦进行培土,防止倒伏;
(4) 植株上的叶片变黄脱落时,即可收割,脱粒后务必要及时晾晒;
(5) 藜麦在生长期病虫害较少,若有芜菁为害植株的嫩芽和叶,成虫群集为害时,使用集中人工捕杀或采用药剂防治(2% 杀螟松粉剂,药量为 15~22.5 kg/hm²)的方法效果良好。

藜麦在张家口地区试种结果表明,藜麦富含多种营养成分,且其蛋白质含量丰富、氨基酸营养比例均衡的特点能够充分表现;特别是其抗瘠薄、耐旱性强、适应性广、增产潜力大等试种表现,进一步表明藜麦在我国干旱、瘠薄、冷凉的生态地区具有广泛的开发前景,为该地区特色农业经济的发展提出了一个新的支点,意义十分突出。但目前国内尚未形成成熟的栽培技术,因此急需开展配套栽培技术研究。同时,应引进不同类型的藜麦资源,开展资源创新和育种研究,培育适用于我国藜麦生产的主力品种,充分挖掘其生产潜力。原粮仍是目前国内藜麦的主要流通和消费形式,市面尚未出现藜麦深加工产品,因此企业、科研院所应加强合作,根据国人饮食习惯,积极开发适合的藜麦系列加工产品,推动我国藜麦产业的快速发展。

参考文献

- [1] Repo-Carrasco R, Espinoza C, Jacobsen S E. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) [J]. Food Rev Int, 2003, 19(1-2): 179-189
- [2] Schlick G, Bubenheim D L. Quinoa: an emerging "new" crop with potential for CELSS [D]. Washington: National Aeronautics and Space Administration, 1993
- [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]. Agr Food Chem, 1955, 3(6): 351-355
- [4] <http://www.fao.org/quinoa-2013/press-room/news/detail/en/>
- [5] <http://www.theguardian.com/commentisfree/2013/jan/16/vegans-stomach-unpalatable-truth-quinoa>
- [6] 贡布扎西, 旺姆, 张崇喜, 等. 南美藜生物学特性研究[J]. 西藏农业科技, 1994, 16(4): 43-48
- [7] Bhargava A, Shukla S, Ohri D. Genetic variability and interrelationship among various morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) [J]. Field Crop Res, 2007, 101: 104-116
- [8] Oelke E A, Putnam D H, Teynor T M, et al. Alternative field crops manual [M]. Madison: Center for Alternative Plant and Animal Products, University of Wisconsin Cooperative Extension Service, 1992
- [9] FAO. Quinoa: an ancient crop to contribute to world food security [D]. Italy: Food and Agriculture Organization, 2011
- [10] Rea J, Tapia M E, Mujica S A. Practicas agronomicas [M]// Tapia M E. Quinoa y Kañiwa. Cultivos Andinos, Serie Libros y Materiales Educativos. 1979: 83-120
- [11] Spehar C R, Silva R, Juliana E. Effect of sowing density on plant growth and development of quinoa, genotype 4.5, in the Brazilian Savannah Highlands [J]. Biosci J, 2009, 25(4): 53-58
- [12] Canahua A. Observaciones del comportamiento de la quinoa a la sequia [C]// Ayacucho: Proc. I Congress of International. de Cultivos Andinos, 1977: 390-392
- [13] Rojas W, Soto J L, Carrasco E. Study on the social, environmental and economic impacts of quinoa promotion in Bolivia [D]. La Paz: Proinpa Foundation, 2004
- [14] Flynn R O. Growth characteristics of quinoa and yield response to increase soil water deficit [D]. Fort Collins: Colorado State University, 1990
- [15] Johnson D L. New grains and pseudograins [M]// Janick J, Simon J E. Advances in new crops. Portland: Timber Press, 1990: 122-127
- [16] Valdivia R, Paredes S, Zegarra A, et al. Manual del productor de quinoa [D]. Lima: Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente, 1997
- [17] Tapia M. La quinoa y la kañiwa: cultivos andinos [M]. Bogota: CIID, 1979
- [18] Koziol M J. Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) [J]. J Food Compos Anal, 1992, 5(1): 35-68
- [19] Tang H, Watanabe K, Mitsunaga T. Characterization of storage starches from quinoa, barley and adzuki seeds [J]. Carbohydr Polym, 2002, 49(1): 13-22
- [20] Lindeboom N. Studies on the characterization, biosynthesis and isolation of starch and protein from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) [D]. Saskatchewan: University of Saskatchewan, 2005
- [21] James A, Lilian E. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties [J]. Adv Food Nutr Res, 2009, 58: 1-31
- [22] Koziol M J. Afrosimetric estimation of threshold saponin concentration for bitterness in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) [J]. J Sci Food Agric, 1991, 54: 211-219
- [23] Kuljanabhagavad T, Wink M. Biological activities and chemistry of saponins from *Chenopodium quinoa* Willd [J]. Phytochem Rev, 2009, 8(2): 473-490
- [24] Kuljanabhagavad T, Thongphasuk P, Chamulitrat W, et al. Triterpene saponins from *Chenopodium quinoa* Willd [J]. Phytochemistry, 2008, 69(9): 1919-1926
- [25] 贡布扎西, 旺姆, 往里. 南美藜育种原始材料研究[J]. 西藏科技, 1996, 73(3): 13-17
- [26] 张崇玺, 贡布扎西, 旺姆. 南美藜苗期霜冻试验研究报告[J]. 草业科学, 1994, 11(6): 7-8
- [27] 贡布扎西, 旺姆, 张崇玺, 等. 南美藜在西藏的生物学特性研究[J]. 西北农业学报, 1994, 16(4): 43-48
- [28] 贡布扎西, 旺姆. 西藏南美藜营养品质评价[J]. 西北农业学报, 1995, 4(9): 85-88
- [29] 陈毓荃, 高爱丽, 贡布扎西. 南美藜种子蛋白质研究[J]. 西北农业学报, 1996, 5(3): 43-48
- [30] 高爱丽, 陈毓荃. 南美藜种皮凝集素的初步研究[J]. 西北植物学报, 1996, 16(6): 113-115
- [31] 朱剑宏. 南美藜的化学组成和营养价值[J]. 成都大学学报: 自然科学版, 2002, 21(2): 24-28
- [32] 旺姆, 卓嘎, 次卓嘎. 南美藜叶片光合作用特性研究[J]. 西藏科技, 2006, 154(2): 4-6
- [33] 刘锁荣, 范文虎. 促进山西藜麦种植规模化及产业链形成的建议[J]. 山西农业科学, 2011, 29(7): 767-769