引进藜麦新品种(系)在拉萨地区的适应性鉴定及利用前景分析

陈若欣,措 色,杨金程,高小丽

(西藏自治区农牧科学院农业研究所,西藏 拉萨 850032)

摘 要:对引进的 33 份优异藜麦新品种(系)在拉萨地区开展生育期、农艺性状、单株产量及关键品质分析,以期筛选出适合在拉萨及近似生态区种植的优异藜麦品种(系)。结果表明:除墨脱藜麦资源在拉萨不能正常成熟结实外,其他所有品种(系)都能正常成熟。将农艺性状结合单株产量,鉴定筛选出 CH-404、CH-401、陇藜 4 号 3 个品种(系),其生育期适宜、产量优于其他品种,可在拉萨河谷近似地带种植利用。

关键词:藜麦;适应性;熟性;产量;利用

中图分类号:S512 **文献标识码**:A

Adaptability evaluation and utilization prospect analysis of introduced new quinoa varieties (lines) in Lhasa Area

Chen Ruoxin, Cuose, Yang Jincheng, Gao Xiaoli

(Institute of Agriculture, Xizang Academy of Agricultural and Animal Husbandry Science, Lhasa Xizang 850032, China)

Abstract: Thirty-three introduced elite quinoa varieties (lines) were planted in Lhasa to observe their growth duration, agronomic traits, single plant yield and key quality indicators, so as to screen excellent varieties adaptable to Lhasa and similar ecological zones. The results showed that all tested materials could mature normally except the Medog quinoa germplasm which failed to set seeds in Lhasa. Integrated evaluation of agronomic traits and single plant yield selected three superior lines including CH-404, CH-401 and Longli No.4, which had suitable growth cycles and higher yield, and could be cultivated in river valleys similar to the Lhasa Valley.

Key words: quinoa; adaptability; maturity trait; yield; utilization potential

藜麦 *Chenopodium quinoa* 别名南美藜、奎奴亚藜等[1],原产地位于高海拔地区的南美洲安第斯山附近,已有 7 000 多年的种植历史,为苋科藜亚科藜属的一年生草本植物[2]。中国的藜麦种植面积和总产量居世界前列,种植面积超1.67万 hm^2,总产量 2.88 万 t,每 667 m^2 产量为 70～100 kg[3]。藜麦种子富含多种活性物质,如多酚、黄酮和皂苷等,具有抗癌、抗氧化作用[4],被联合国粮农组织(FAO)定义为唯一的单体植物,推荐其为适宜人类的“全营养食品”[5]。

西藏学者最早引进藜麦在日喀则、拉萨、山南、林芝种植,因其抗逆性强,适合在高海拔、降水不足的地区生长,反响极好。学者们的研究从藜麦生物学特性、在西藏本地的栽培技术、苗期

收稿日期:2025-11-26

基金项目:西藏自治区科技计划项目(NYSTC202408)。

作者简介:陈若欣(1996—),女,硕士,研究实习员,主要从事杂粮种质资源与遗传多样性研究,E-mail:1498721146@qq.com。

通信作者:高小丽(1984—),女,硕士,副研究员,主要从事杂粮种质资源鉴定与遗传改良研究,E-mail:gaoxiaoli1@taaas.org。

抗冻性、营养品质、种子蛋白质等方面进行了许多本土化探索[6-13]。藜麦原产地为恶劣的高原地区，造就了藜麦对很多非生物胁迫具有良好的抗性，耐盐碱、耐干旱、耐寒、耐贫瘠[14]。西藏山南、日喀则等地的试种结果表明，南美藜抗旱能力的生理基础是其发达的根系和叶面浓重的茸毛可防止过度蒸腾[7]。影响其产量的主要病害为花叶病、穗枯病[10]尚有待进一步研究。早熟干旱型种子的熟期适宜于山南、日喀则等干旱、半旱地区推广种植[12]，将有效增加可利用的耕地面积。

藜麦抗逆性强适合青藏高原的特殊地理环境，已有初步引种技术的探索路径为种植和推广提供支撑。其本土化种植兼具生态、经济及研究意义，同时藜麦耐贫瘠的特点可助力高原生态修复。藜麦作为全营养食品，市场价值高，可带动区域农业增收，持续推广与种植研究将进一步完善藜麦高原抗逆栽培、品质优化、病虫害防控等本土化技术，丰富我国高原特色作物种植理论体系。

1　材料与方法

1.1　试验区概况

位于西藏自治区拉萨市(29.638 1°N，91.040 7°E)，平均海拔 3 650 m，年平均气温 7.0 ℃，年降水量 440 mm，年无霜期 100～120 d。试验地为水浇地，前茬作物为青稞。

1.2　供试材料

从成都大学杂粮国家重点试验室引进藜麦新品系 25 个，甘肃省农业科学院引进 7 个，西藏自治区林芝市墨脱县引进 1 个，共计 33 个(表 1)。

表 1　藜麦品种(系)

资源来源	成都大学	西藏墨脱县	甘肃省农业科学院
田间编号	L1-L20 L22-L26	L21	L27-L33
品种(系)名称	WQ-142、WQ-143、WQ-141、WQ-136-1-3、WQ-117、WQ-115-2、WQ-115-1、WQ-71、WQ-70-2、WQ-69、WQ-20-1 纯黄、WQ-20、WQ-18、CH-401、CH-400-1、CH-307-1-2、CH-307-1-1、157、CH-404、CH-417、成藜 3 号、129 mix 纯、成藜 4 号、79 mix 纯、140 mix 梅红	墨脱藜麦	陇藜 1 号、陇藜 3 号、陇藜 4 号、LQ021、LQ166-1、航 LQ10、LQ029

1.3　试验设计

试验地点在西藏自治区农牧科学院 4 号试验地。采用顺序种植，3 次重复，每个品种 3 行，行长 2 m，撒播，间距 33 cm。2024 年 4 月 16 日播种，出苗后三叶一心开始间苗。

1.4　测定指标及方法

1.4.1　株高及产量

收获时每个品种随机选取 20 株，测量地面至植株最高部位的自然高度，记录为株高。齐地刈割，称取籽粒、茎叶及茎杆质量。

1.4.2　籽粒营养成分测定

新鲜籽粒样品在遮阴条件下自然风干 30 d 后，挑选籽粒各 100 g，送甘肃省农业科学院农业测试中心检测藜麦籽粒水分(直接干燥法)、蛋白质(凯氏定氮法)、粗淀粉(酸水解法)、粗脂肪(残余法)、粗纤维(酸碱洗涤法)、总糖(酸水解法)、总黄酮及总皂苷(分光光度测定法)含量。

1.5　数据处理

使用 Excel 和 SPSS 20.0 进行统计分析。

2　结果与分析

2.1　藜麦生育期比较

在所有藜麦资源中，墨脱当地藜麦未能成熟(9 月份还处于抽穗孕蕾期)，其余 32 份均正常收获。生育期 120 d 的有 7 份(相对早熟)，125 d 的有 2 份，129 d 的有 4 份，130 d 的有 10 份，131 d 的有 2 份，132 d 的有 7 份(表 2)。

2.2　藜麦农艺性状比较

2.2.1　数量性状比较及相关性分析

对除墨脱藜麦外的 32 个品种进行考种，结果见表 3。株高变幅为 118.64～199.25 cm，变异系数为 0.13，差异较小。主茎一级分枝数最大为 2.50 个，平均 0.75 个，变异系数为 1.08，差异较大。主穗长变幅为 59.00～146.40 cm，平均长为

82.01 cm，变异系数为 0.22，差异较小。茎粗变幅为9.25～30.38 mm，平均茎粗 14.14 mm，变异系数为 0.25，差异较小。主花序粗度变幅为 35.89～117.93 mm，平均粗 71.00 mm，变异系数为 0.26，差异较小。千粒质量变幅为 1.57～5.95 g，变异系数为 0.27，差异较小。

表 2 藜麦品种(系)生育期比较

田间编号	品种(系)名称	播种期	出苗期	露苞期	盛花期	成熟期	生育日期
L-1	WQ-142	4/16	4/26	6/3	6/18	8/15	120
L-2	WQ-143	4/16	4/25	6/8	6/18	8/27	132
L-3	WQ-141	4/16	4/26	6/12	6/18	8/25	130
L-4	WQ-136-1-3	4/16	4/26	6/8	6/20	8/25	130
L-5	WQ-117	4/16	4/26	6/8	6/18	8/27	132
L-6	WQ-115-2	4/16	4/26	6/12	6/21	8/26	131
L-7	WQ-115-1	4/16	4/25	6/12	6/18	8/27	132
L-8	WQ-71	4/16	4/26	6/12	6/18	8/27	132
L-9	WQ-70-2	4/16	4/25	6/8	6/15	8/27	132
L-10	WQ-69	4/16	4/24	6/10	6/15	8/27	132
L-11	WQ-20-1 纯黄	4/16	4/24	6/8	6/15	8/15	120
L-12	WQ-20	4/16	4/26	6/8	6/15	8/15	120
L-13	WQ-18	4/16	4/26	6/8	6/18	8/15	120
L-14	CH-401	4/16	4/26	6/12	6/20	8/20	125
L-15	CH-400-1	4/16	4/25	6/12	6/20	8/20	125
L-16	CH-307-1-2	4/16	4/30	6/10	6/18	8/25	130
L-17	CH-307-1-1	4/16	4/25	6/12	6/19	8/24	129
L-18	157	4/16	4/25	6/10	6/18	8/25	130
L-19	CH-404	4/16	4/26	6/16	6/20	8/26	131
L-20	CH-417	4/16	4/26	6/10	6/18	8/25	130
L-21	墨脱藜麦	4/16	4/25	6/18	6/25		未成熟
L-22	成藜 3 号	4/16	4/26	6/12	6/18	8/25	130
L-23	129 mix 纯	4/16	4/25	6/12	6/18	8/24	129
L-24	成藜 4 号	4/16	4/25	6/8	6/15	8/15	120
L-25	79 mix 纯	4/16	4/25	6/3	6/13	8/24	129
L-26	140 mix 梅红	4/16	4/25	6/8	6/15	8/25	130
L-27	陇藜 1 号	4/16	4/26	6/10	6/20	8/27	132
L-28	陇藜 3 号	4/16	4/25	6/3	6/15	8/15	120
L-29	陇藜 4 号	4/16	4/24	5/28	6/13	8/15	120
L-30	LQ021	4/16	4/26	6/3	6/16	8/25	130
L-31	LQ166-1	4/16	4/26	6/3	6/16	8/24	129
L-32	航 LQ10	4/16	4/26	6/10	6/20	8/25	130
L-33	LQ029	4/16	4/28	6/12	6/20	8/25	130

表 3 藜麦品种(系)数量性状描述

	N	极小值	极大值	平均值	标准差	变异系数(*CV*)
株高/cm	32	118.64	199.25	160.98	21.02	0.13
一级分支/个	32	0.00	2.50	0.75	0.81	1.08
主穗长/cm	32	59.00	146.40	82.01	17.73	0.22
茎粗/mm	32	9.25	30.38	14.14	3.52	0.25
主花序粗度/mm	32	35.89	117.93	71.00	18.63	0.26
千粒质量/g	32	1.57	5.95	2.80	0.77	0.27

皮尔逊(Pearson)相关性分析表明,单株籽粒质量与主花序粗度、单株总质量、单株茎质量呈极显著正相关($p<0.01$),单株总质量与株高、分支数、主穗长及主花序粗度都呈极显著正相关($p<0.01$),千粒质量与主花序测度、单株鲜体质量、单株籽粒质量及单株叶质量呈正相关($p<0.05$)(表 4)。

表 4　藜麦数量性状相关性

	株高	一级分支	主穗长	茎粗	主花序粗度	单株总质量	单株茎秆质量	单株籽粒质量	单株叶子质量	千粒质量
株高	1.000									
一级分支	0.116	1.000								
主穗长	0.165	0.180	1.000							
茎粗	0.225	0.19	0.182	1.000						
主花序粗度	0.023	0.229	0.471**	0.404*	1.000					
单株总质量	0.363*	0.398*	0.357*	0.312	0.631**	1.000				
单株茎秆质量	0.541**	0.448*	0.392*	0.424*	0.510**	0.941**	1.000			
单株籽粒质量	0.059	0.277	0.243	0.145	0.686**	0.899**	0.698**	1.000		
单株叶子质量	0.012	−0.114	0.056	−0.193	−0.035	−0.050	−0.117	−0.004	1.000	
千粒质量	−0.087	−0.019	−0.004	−0.058	0.075	0.110	−0.015	0.240	0.261	1.000

注:* 表示在 $p<0.05$ 水平(双侧)差异具有统计学意义;** 表示在 $p<0.01$ 水平(双侧)差异具有统计学意义。

2.2.2　质量性状比较

穗型除墨脱藜麦和 WQ-117 为半紧凑外,其余均属紧凑型。穗色较深的有 CH-307-1-1、CH-307-1-2、墨脱藜麦、LQ166-1、LQ029 共 5 个,为紫色。CH-404、129 mix、140 mix、WQ-70-2 及陇藜 1 号为梅红色。幼苗展开叶面除 WQ-117 为粉红色外,其余为绿色。除 WQ-143、CH-400-1 叶片有盐泡,其余材料叶片均无盐泡。CH-417 叶尖形状为柳叶、航 LQ10 叶尖形状为章形,其余品种(系)叶尖形状均为三角形。CH-417 叶缘形态为平滑形,LQ029 叶缘形态为波状形,其余材料均为锯齿形。叶柄颜色大多数为绿色,除去 CH-417 叶柄为紫绿色,LQ029、CH-404 叶柄为紫红色。LQ029 的主花序荚型为纺锤型,其余均为单枝型。主花序颜色 CH-404、CH-417 为紫色,LQ029 为紫红,其余均为绿色。

2.3　藜麦单株产量比较

藜麦品种(系)单株总质量、单株茎秆质量和单株籽粒质量结果(图 1)和千粒质量结果(图 2)显示,L-19 单株总质量显著高于其他品种(490.18 g),单株茎秆质量为 302.72 g,单株籽粒质量为 185.63 g。其次是 L-14,单株总质量为 321.37 g,单株茎秆质量为 155.73 g,单株籽粒质量为 162.03 g。单株总质量、单株茎秆质量、单株籽粒质量排名第 3 的分别为 L-4、L-16、L-29。千粒质量排名前 5 的分别为 L-3、L-14、L-18、L-11、L-29。

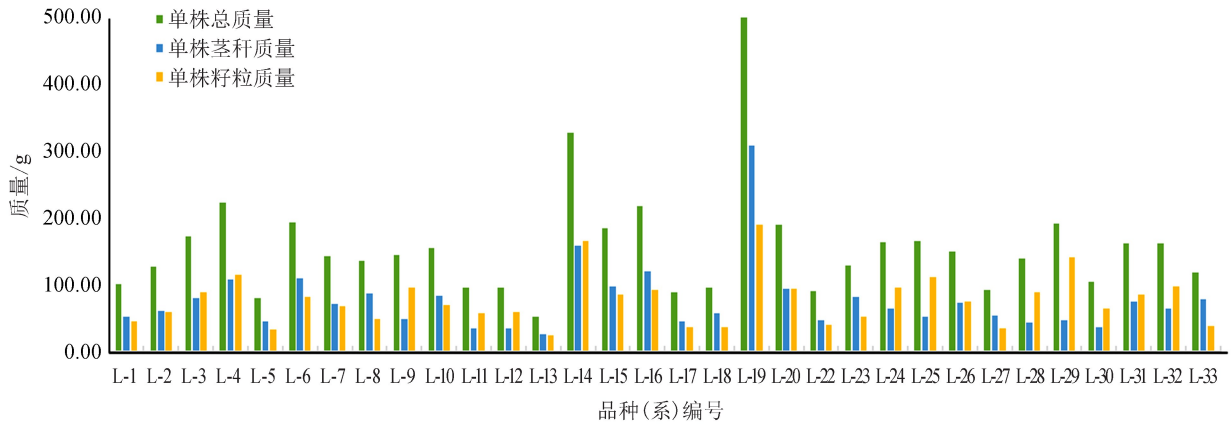


图 1　藜麦品种(系)单株产量结果

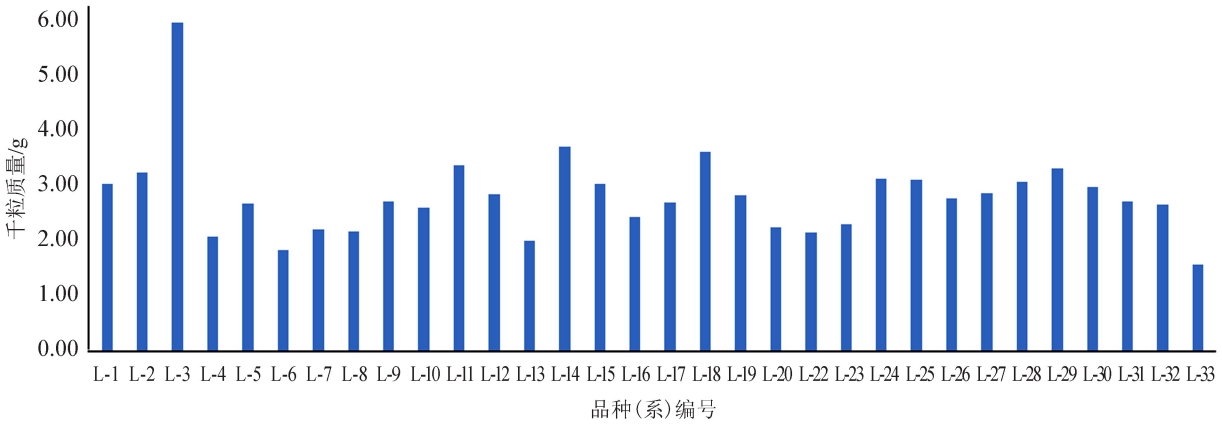


图 2　藜麦品种(系)千粒质量

2.4　藜麦籽粒品质比较

选取籽粒颜色及形状有显著差异的 10 个品种(系)进行品质分析，结果显示，粗淀粉平均含量为 58.97%，*CV* 为 3.51%，变异幅度为 55.79%～61.80%，其中 L-25 籽粒粗淀粉含量最高。籽粒蛋白质平均含量为 14.90%，*CV* 为 5.10%，变异幅度为 13.40%～16.10%，L-26 籽粒蛋白质含量最高为 16.10%。粗脂肪平均含量为 5.73%，*CV* 为 11.53%，变异幅度为 4.49%～6.63%，L-16粗脂肪含量最高，L-9 粗脂肪含量最低。粗纤维平均含量为3.10%，*CV* 为 12.17%，变异幅度为2.70%～3.70%，L-13 粗脂肪含量最高。总糖平均含量为69.32%，*CV* 为 2.58%，变异幅度为66.60%～72.90%，其中 L-11 总糖含量最高。总黄酮平均含量 0.45%，*CV* 为 15.61%，变异幅度为 0.32%～0.57%。总皂苷平均含量为 2.00%，*CV* 为81.06%，变异幅度为 0.70%～5.10%，L-9 总皂苷含量最高，L-13 总皂苷含量最低(表 5)。

表 5　藜麦籽粒品质比较

样品名称	L-9	L-11	L-13	L-16	L-19	L-24	L-25	L-26	L-27	L-29	平均含量	*CV*
水分/%	8.46	7.44	7.34	7.91	8.24	7.52	8.29	7.82	8.00	7.96	7.90	4.76
蛋白质/%	14.70	15.20	15.30	13.40	15.30	15.40	15.00	16.10	14.10	14.50	14.90	5.10
粗淀粉/%	60.24	60.31	55.90	57.26	58.87	59.90	61.80	60.92	55.79	58.67	58.97	3.51
粗脂肪/%	4.49	5.55	6.13	6.63	5.07	5.86	5.81	6.51	5.99	5.23	5.73	11.53
粗纤维/%	3.30	3.10	3.70	2.90	3.40	2.80	2.70	2.80	3.60	2.70	3.10	12.17
总糖/%	69.40	72.90	66.60	67.50	71.40	68.70	69.80	68.90	69.00	69.00	69.32	2.58
总黄酮/%(以芦丁计)	0.45	0.48	0.57	0.47	0.48	0.32	0.39	0.46	0.46	0.37	0.45	15.61
总皂苷/%	5.10	2.70	0.70	4.50	1.10	1.40	2.10	0.68	0.86	0.84	2.00	81.06
籽粒颜色	红色	橙黄	橘红	紫色	梅红	淡黄	淡黄	梅红	梅红	淡黄		

3　讨论与结论

3.1　讨论

3.1.1　藜麦的功能营养成分利用前景

藜麦蛋白质含量较高[11]，氨基酸比例均衡[15]，矿物质元素固醇、麸质等含量丰富[16]，含有 23 种酚类化合物，黄酮含量与小麦、大麦、燕麦、黑麦相比较高[17]。多酚与黄酮类物质具有清除自由基以及预防心血管疾病等功能。王超雄等[18]研究表明，饮用酥油茶为高血压的危险因素，且高血压与饮用酥油茶数量呈正性相关，而藜麦推广可能益于这一情况。

申审等[17]综述了藜麦中的营养成分在代餐产业中的发展前景，刘贺等[19]的研究围绕藜麦为原料的营养棒加工，分析产品贮藏期间的品质变化，可为拉萨市场提供参考。藜麦优点众多，大范围推广种植可能在拉萨的饮食养生和保健方面掀起新的风潮。

3.1.2　藜麦的表型性状鉴定与多样性分析

1)农艺性状：农艺性状是直接的鉴定指

标[20]，筛选出的CH-401、CH-404、陇藜4号，籽粒颜色分别为橘黄、梅红和淡黄，颜色鲜艳，花序大而群体整齐，观赏性良好。CH-401、CH-404、CH-400-1在株型特征方面，平均株高分别为178.56 cm、199.25 cm，191.11 cm，株型高大、分枝能力也较强，CH-404的单株茎秆质量突出，单株高度较高，同时兼具良好的抗倒伏性，作为秸秆饲料潜力巨大。

2）单株产量：在单株产量方面，CH-404、CH-401总鲜质量相对较高，可用于收获籽粒，获得高产。WQ-141在所有被试品种中千粒质量相比其他品种最高，其籽粒产量品质突出。千粒质量受到播期与行距的影响，张亚萍等[21]研究发现播期对藜麦各生育期持续时间均有影响，后期可进一步试验验证。

3）生育期：生育期也是适应性的重要因素，生育期120 d的7个品种（系）中，陇藜4号早熟且单株产量较大，可能适应拉萨周边地区海拔3 000～4 000 m的肥力中等种植条件。CH-401、CH-404、陇藜4号能够在拉萨完成生育期，且抗倒伏，是值得在拉萨推广的品种。由于每667 m^2留苗数不一致，小区产量难免产生数据偏差，故本试验产量只考虑了单株产量，没有设计小区产量对品种稳产的综合评价。

3.1.3　藜麦的高原适应性

张娜等[22]的研究关注了藜麦对盐胁迫的适应性，发现不同盐胁迫对藜麦种子萌发及胚根、胚芽生长有不同的影响，展现出藜麦在耐盐碱方面具有独特优势。另有研究结果显示，耐低温藜麦品种通过促进水分吸收，加速氮素代谢进程来缓解低温导致的伤害[23]。西藏属高原高寒干旱地区[24]，有研究发现藜麦对干旱、盐度、热量、重金属和UV－B辐射各项环境压力的耐受性强[25]，且关键物候期与当地气候匹配度高。

3.2　结论

本次试验的藜麦品种（系），除墨脱藜麦在拉萨不能成熟外，其余均能正常成熟，且相对早熟的有7个品种（系）。将不同品种（系）全生育期进行对比，筛选出与拉萨生长季匹配的早熟品种（生育期不超过120 d），为陇藜3号、陇藜4号、WQ-142、WQ-20-1、WQ-20、WQ-18、成藜4号。

CH-404、CH-401、陇藜4号3个品种在此次试验中综合表现良好，是适应拉萨地区的藜麦优势品种（系），其生育期适宜、产量优于其他品种（系），可尝试在拉萨河谷地带进行规模种植，同时采取播种期调整、密植优化等手段确保产量及对当地气候的适应。后续也需验证稳定性，结合分子标记进一步挖掘抗逆基因，将藜麦纳入西藏特色杂粮作物产业高质量发展规划。

4　建议

藜麦作为粮饲兼用型作物，籽粒是营养全面的粮食，茎叶可作为饲草饲喂牲畜。藜麦全株营养价值较高[26]，生物产量大，具有广泛的环境适应性，是良好的饲草替代品。目前小黑麦和燕麦是拉萨周边主要人工建植牧草[27]，尚缺乏高产、稳产、低皂苷和低纤维素的饲料应用，藜麦可成为解决西藏优质饲料不足的主要潜力作物之一[28]。

致谢：感谢成都大学吴琪老师、甘肃省农业科学院杨发荣老师无偿提供藜麦材料。

参考文献：

[1] 贡布扎西，旺姆.南美藜生物学特性及栽培技术[J].西藏科技，1995，17(4)：19-22.

[2] 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.

[3] 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.

[4] 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，2015，46(12)：1-5.

[5] Vega-Gálvez A，Miranda M，Vergara J，et al.Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa*)，an ancient Andean grain：a review[J].Journal of the Science of Food and Agriculture，2010，90(15)：2541-2547.

[6] 贡布扎西，旺姆，张崇玺，等.南美藜生物学特性研究[J].西藏农业科技，1994，16(4)：43-48.

[7] 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(4)：81-86.

[8] 贡布扎西，旺姆，张崇玺，等.南美藜在西藏的生物学特性表现[J].西南农业学报，1994，7(3)：54-62.

[9] 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，1994，16(4)：49-54.

[10] 旺姆,贡布扎西,刘云龙,等.西藏南美藜(*Chenopodium quinoa*)病害初步研究[J].云南农业大学学报,1995,10(2):88-91.

[11] 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.

[12] 贡布扎西,旺姆,王莉.南美藜育种原始材料研究[J].西藏科技,1996,18(3):13-17.

[13] 白玛群宗,贡布扎西.影响西藏南美藜粒重因素的初步研究[J].陕西理工学院学报(自然科学版),2014,30(1):60-64,70.

[14] 孙宇星,迟文娟.藜麦推广前景分析[J].绿色科技,2017,19(7):197-198.

[15] 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):381-384,389.

[16] 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 Reviews International,2003,19(1/2):179-189.

[17] 申审,符宏奎,聂博岩,等.藜麦营养功能成分及其代餐市场前景分析[J].粮油与饲料科技,2022(2):30-34.

[18] 王超雄,匡彬,林清.高血压与酥油茶的相关性[J].中国当代医药,2018,25(34):171-173.

[19] 刘贺,李艳琼,李育川.藜麦营养棒的加工工艺研究及其贮藏期间品质变化分析[J].粮食与油脂,2023,36(3):49-52.

[20] 刘正杰,李玉平,张盟,等.云南省藜麦引进栽培及产业发展现状研究[J].现代农业科技,2021(10):4-9.

[21] 张亚萍,杜雷超,孙建蓉,等.播期和密度对不同藜麦品种农艺性状和产量的影响[J].大麦与谷类科学,2023,40(1):36-42.

[22] 张娜,罗于洋,马迎梅,等.盐胁迫对藜麦种子萌发的影响研究[J].广西植物,2022,42(6):1029-1039.

[23] 姚庆,王杰花,西尔娜依·阿不都拉,等.低温胁迫下不同藜麦品种苗期的生理响应[J].新疆农业科学,2024,61(7):1597-1604.

[24] 李彬,王志春,孙志高,等.中国盐碱地资源与可持续利用研究[J].干旱地区农业研究,2005,23(2):154-158.

[25] Dehghanian Z,Ahmadabadi M,Asgari Lajayer B,et al.Quinoa:a promising crop for resolving the bottleneck of cultivation in soils affected by multiple environmental abiotic stresses[J].Plants,2024,13(15):2117.

[26] 张琴萍,邢宝,周帮伟,等.藜麦饲用研究进展与应用前景分析[J].中国草地学报,2020,42(2):162-168.

[27] 徐冰,李想,张紫森,等.拉萨河谷喷灌双季饲草作物系数与土壤蒸发研究[J].灌溉排水学报,2024,43(2):31-40.

[28] 周娟娟,魏巍.关于西藏饲草种植模式探讨:以拉萨市为例[J].西藏农业科技,2019,41(1):10-13.