

不同品系藜麦苗菜农艺性状及营养品质评价

吴应齐¹, 姚理武¹, 吴丽芳², 叶增新¹, 应国华³, 胡康华¹

(1. 庆元县自然资源和规划局, 浙江 庆元 323800; 2. 庆元县睦睦家庭农场, 浙江 庆元 323800; 3. 丽水市农林科学研究院, 浙江 丽水 323000)

摘要: 为探索不同品系藜麦 *Chenopodium quinoa* 苗菜在浙西南地区农艺性状和营养品质的差异, 对引自于国内的 11 个品系藜麦 (Q₁ ~ Q₁₁) 苗菜的主要农艺性状进行观测、并对可食用嫩茎鲜产量、营养品质进行综合评价。结果表明, 11 个品系藜麦苗菜在浙西南地区均可正常生长, 播种至采收历期 27 d, 可食用嫩茎鲜产量为 10 763.9 ~ 13 888.9 kg·hm⁻², 各品系的产量之间差异不显著; 除维生素 E 未检出外, 不同品系藜麦苗菜所含 9 个主要成分之间存在一定的差异, 变异系数 (CV) 从大到小的排序为: 锌>钙>硝酸盐>β-胡萝卜素>皂苷>脂肪>蛋白质>草酸>含水量, 其中, 锌含量变异系数最大, 为 34.94%; 营养品质综合评价排序为: Q₉>Q₅>Q₁₁>Q₁>Q₆>Q₁₀>Q₄>Q₈>Q₇>Q₂>Q₃; 营养分级为 I 级有 2 个品系, 为 Q₅、Q₉, II 级有 2 个品系, 为 Q₁、Q₁₁, 其他 7 个品系分属于 III 和 IV 级。根据研究结果, 可将 Q₅、Q₉ 品系作为藜麦苗菜推广的主要品系, Q₁、Q₁₁ 品系可作为优质高产藜麦苗菜品系选育的重要种质。

关键词: 藜麦苗菜; 农艺性状; 营养品质; 综合评价

中图分类号: S322.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3776 (2021) 04-0056-06

Agronomic Characters and Evaluation on Nutritional Quality of Sprouts of Different *Chenopodium quinoa* Lines

WU Ying-qi¹, YAO Li-wu¹, WU Li-fang², YE Zeng-xin¹, YING Guo-hua³, HU Kang-hua¹

(1. Qingyuan Natural Resources and Planning Bureau of Zhejiang, Qingyuan 323800, China; 2. Qingyuan Mumu Family Farm of Zhejiang, Qingyuan 323800, China; 3. Lishui Agricultural and Forestry Institute of Zhejiang, Lishui 323800, China)

Abstract: On July 15th, 2020, seeds of 11 introduced *Chenopodium quinoa* lines were under sowed in young *Camellia oleifera* stand in Qingyuan, Zhejiang province. On August 10th of the current year, sprouts were collected. The results showed that the 11 lines could grow normally and the edible stem yield was 10 763.9-13 888.9 kg/ha, with no significant difference among lines. Essential nutrients in sprouts had differences among different lines. Zinc content had the largest coefficient of variability, 34.94%. Comprehensive evaluation was made on nutritional quality. Grading of nutritional quality of different lines demonstrated that 2 lines could be extended for cultivation in Qingyuan.

Key words: sprout of *Chenopodium quinoa* lines; agronomic character; nutritional quality; comprehensive evaluation

藜麦 *Chenopodium quinoa* 为藜科 Chenopodiaceae 藜属 *Chenopodium* 一年生自花授粉草本植物^[1-2], 原产于

收稿日期: 2021-03-06; 修回日期: 2021-05-19

基金项目: 浙江省林业发展和资源保护专项基金项目 (庆林计 [2019] 1 号、浙林计 [2017] 74 号)

作者简介: 吴应齐, 高级工程师, 从事藜麦种植研究与推广; E-mail: zjlsyq@126.com。通信作者: 姚理武, 高级工程师, 从事林下经济研究和林业技术推广; E-mail: ylw1051@163.com。

南美洲安第斯山脉, 已有 5 000 多年的种植历史, 是古印加民族的主要粮食作物之一, 具有较高的营养价值^[2-4], 被联合国粮农组织正式推荐为最适宜人类的全营养食品^[5]。藜麦嫩叶蛋白质和维生素含量丰富^[6-7], 含多酚、阿魏酸、芥子酸等多种生物活性物质, 具有抗氧化性和抑制癌细胞增殖的作用^[8-9], 但因含皂甘、硝酸、草酸等物质, 限制了藜麦苗菜的利用率^[10-11]。在我国, 藜麦主要作为粮食作物以收获籽实为主, 在山西、甘肃、吉林、青海、河北等地广为栽培^[12], 近年来, 有南扩趋势, 云南、浙江、江西等地都有引种适应性或小规模化种植的报道^[13-15], 但因藜麦原产于高原地区, 受气候条件限制, 种植区域扩展受到一定影响^[15-16]。而藜麦嫩茎因具有较高的营养价值和保健功能, 引起人们的高度关注^[17-21], 选择适宜的栽培品系将是藜麦深度开发与研究的重要方向。本研究通过引进国内 11 个品系藜麦, 进行藜麦苗菜栽培实验, 开展不同品系藜麦苗菜农艺性状和营养品质综合评价, 以期筛选出高产、优质的藜麦苗菜品系, 为浙江丽水等地开发应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于浙江省庆元县江根乡箬坑村睦睦家庭农场“小虎岙”油茶 *Camellia oleifera* 幼林地, 地理坐标为 119°26′20.2″E, 27°32′2.5″N, 年平均气温为 14.4℃, 最热月(7 月)均温为 23.4℃, 最冷月(1 月)均温为 4.6℃, 年平均降水量为 1 765.3 mm, $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温为 4 686.6℃。试验地海拔为 1 018 m, 黄壤, pH5.52, 水解性氮含量为 227 mg·kg⁻¹, 有效磷含量为 711 mg·kg⁻¹, 速效钾含量为 123 mg·kg⁻¹。

2020 年 3 月, 油茶基地采用 1 年生芽苗苗建园, 品种为长林系, 分别为‘长林 53’‘长林 4 号’‘长林 27 号’, 苗高约 15 cm, 种植密度为 1 333 株·hm⁻²。

1.2 试验材料

供试藜麦品系材料见表 1。播种时的覆盖材料为金翼有机肥(屏南金翼有机肥有限公司, N+P₂O₅+K₂O \geq 5%, 有机质 \geq 45%), 培育过程中所用的追肥为微生物生态复合肥(湖北鄂中生态工程股份有限公司, 总养分 \geq 42%, N:P₂O₅:K₂O=18:10:14, 有效活菌数 \geq 5 \times 10⁷个, 有机质 \geq 15%)。

表 1 供试藜麦品系与来源
Table 1 Lines and provenance of *C. quinoa*

品系	籽粒颜色	来源	品系	籽粒颜色	来源
Q ₁	白	甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所	Q ₇	褐	宁夏农林科学院老科协
Q ₂	白	甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所	Q ₈	褐	宁夏农林科学院老科协
Q ₃	白	甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所	Q ₉	褐红	宁夏农林科学院老科协
Q ₄	红黄	中国农业科学院作物科学研究所	Q ₁₀	白	河北省张家口市农业科学研究院
Q ₅	白	中国科学院西北高原生物研究所	Q ₁₁	白	河北省张家口市农业科学研究院
Q ₆	白	中国科学院西北高原生物研究所			

1.3 试验设计

试验于油茶林间套种, 按不同藜麦品系分别设置套种处理, 随机区组设计, 各处理面积皆为 2 m², 按 1.0 m \times 2.0 m 布设, 重复 3 次。于 2020 年 7 月 15 日播种, 用木楔开设播种沟, 沟深 5 cm 左右, 行距 20 cm, 均匀播种, 播种量 7 g·处理⁻¹, 播种后覆盖有机肥厚 1 cm 左右, 连续 3 d 浇透水。出苗后追施微生物生态复合肥 0.2 kg·m⁻², 兑水施入。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 苗高与产量 于 2020 年 8 月 10 日藜麦苗菜采收时, 各处理随机选取 10 个测量点测定藜麦的平均苗高。采收各处理中的可食用嫩茎, 测量各处理的藜麦苗菜产量(kg·hm⁻²)。

1.4.2 营养品质 进行藜麦苗菜产量测量后, 分别取各品系藜麦苗菜嫩茎 1 个批次立即送往国家林业和草原局经济林产品质量检测中心进行营养测定。测定内容与方法, 水分: GB 5009.3—2006(第一法); 蛋白质: GB 5009.5—2006(第一法); 脂肪: GB 5009.6—2016; β -胡萝卜素: GB 5009.83—2016; 维生素 E: GB 5009.82—2016;

钙、锌: GB 5009.268—2016; 草酸: 莫润宏等人检测方法^[22]; 硝酸盐: GB 5009.33—2006; 皂苷: 《中国药典》(2015)。

1.5 数据处理

运用 SPSS19.0 软件对藜麦苗菜株高、产量进行因素分析, 利用隶属函数法对营养成分综合评价。运用的主要公式如下:

(1) 隶属函数计算公式:

$$U(X_j) = \frac{(X_j - X_{\min})}{(X_{\max} - X_{\min})} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$$U(X_j) = 1 - \frac{(X_j - X_{\min})}{(X_{\max} - X_{\min})} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

式中, X_j 表示第 j 个因子的得分值, X_{\min} 表示第 j 个因子的得分最小值, X_{\max} 表示第 j 个因子的得分最大值。

(2) 综合评价公式:

$$D_i = \frac{\sum_{j=1}^n U(X_j)}{N}$$

式中, D_i 表示隶属函数营养综合评价值, N 为参加评价营养指标数。

2 结果与分析

2.1 不同品系藜麦苗菜的主要农艺性状

由表 2 可见, 各品系藜麦苗菜从 2020 年 7 月 15 日播种至 8 月 10 日采收, 历期 27 d, 采摘期时, 除 Q₄、Q₉ 的心叶颜色呈红色外, 其他品系的心叶颜色皆为绿色。不同品系的苗高之间有显著差异 ($F=8.276$, $P=0.000 < 0.05$), Q₁、Q₅、Q₆、Q₁₀ 与 Q₂、Q₃、Q₄ 的苗高之间差异显著 ($P < 0.05$), 而 Q₇、Q₈、Q₉、Q₁₁ 的苗高之间差异不显著。Q₁₁ 的鲜产量最高, 达 13 888.9 kg·hm⁻², Q₄ 的鲜产量最低, 为 10 763.9 kg·hm⁻², 两者相差 3 125 kg·hm⁻², 11 个品系的鲜产量排序为 Q₁₁ > Q₁₀ > Q₁ > Q₂ > Q₅ > Q₉ > Q₈ > Q₆ = Q₇ > Q₃ > Q₄, 各品系间的鲜产量差异未均达到显著水平 ($F=1.345$, $P=0.268 > 0.05$)。

表 2 不同品系藜麦苗菜的主要农艺性状
Table 2 Main agronomic characters of sprouts of different *C. quinoa* lines

品系	播种时间(月.日)	出苗时间(月.日)	采摘时间(月.日)	心叶颜色	苗高/cm	鲜产量/(kg·hm ⁻²)
Q ₁	7.15	7.19	8.10	绿色	33.4±2.7a	12 037.0±2 093.0
Q ₂	7.15	7.19	8.10	绝色	28.9±3.5b	11 921.3±1 314.5
Q ₃	7.15	7.19	8.10	绿色	24.6±2.1c	10 879.6±530.4
Q ₄	7.15	7.19	8.10	红色	24.3±1.1c	10 763.9±347.2
Q ₅	7.15	7.19	8.10	绿色	32.8±1.9a	11 574.1±1 403.2
Q ₆	7.15	7.19	8.10	绝色	32.8±3.3a	11 111.1±1 041.7
Q ₇	7.15	7.19	8.10	绿色	31.8±1.47ab	11 111.1±1 388.9
Q ₈	7.15	7.19	8.10	绿色	31.7±3.0ab	11 342.6±1 060.8
Q ₉	7.15	7.19	8.10	红色	30.2±1.6ab	11 458.3±2 083.4
Q ₁₀	7.15	7.19	8.10	绿色	32.8±2.1a	13 425.9±2 463.4
Q ₁₁	7.15	7.19	8.10	绿色	30.7±3.3ab	13 888.9±1 513.5

2.2 不同品系藜麦苗菜的营养品质

2.2.1 不同成分变异幅度的差异 对 11 个品系藜麦苗菜的 10 个指标进行了检测, 包括蛋白质、脂肪、维生素、矿物质等 7 个人体必需或有利于人体营养的成分和草酸、硝酸盐、皂苷 3 个影响藜麦苗菜品质的不利成分, 检测结果见表 1。由表 1 可知, 除维生素 E (含 α -维生素 E、 β -维生素 E、 γ -维生素 E、 δ -维生素 E) 未验出,

不同品系藜麦苗菜所含 9 个主要成分之间存在一定的差异, 变异系数 (CV) 由大到小的排序为锌>钙>硝酸盐> β -胡萝卜素>皂苷>脂肪>蛋白质>草酸>含水量, 其中, $CV < 10\%$ 的成分主要为含水量、蛋白质和草酸; CV 在 $10\% \sim 30\%$ 的有脂肪、皂苷、 β -胡萝卜素、钙; 锌含量在 $6.3 \sim 17.20 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 间, 含量最高品系 Q_1 是含量最低品系 Q_8 的 2.73 倍, 其变异系数也最大, 为 34.94%。

表 3 不同品系藜麦苗菜主要营养成分比较
Table 3 Essential nutrients of sprouts of different *C. quinoa* lines

品系	含水率/%	蛋白质 /(g·100g ⁻¹)	脂肪 /(g·100g ⁻¹)	β -胡萝卜素 /(mg·100g ⁻¹)	维生素 E /(mg·100g ⁻¹)	钙 /(mg·kg ⁻¹)	锌 /(mg·kg ⁻¹)	草酸 /(mg·kg ⁻¹)	硝酸盐 /(mg·kg ⁻¹)	皂苷 /(g·100g ⁻¹)
Q ₁	90.5	2.41	0.40	18.10	—	650	17.20	20 779	1 533	0.92
Q ₂	92.5	2.10	0.30	16.50	—	713	8.27	18 786	1 268	1.39
Q ₃	92.2	2.05	0.30	13.80	—	649	7.82	18 601	1 093	1.48
Q ₄	92.4	2.05	0.40	8.49	—	638	8.28	17 699	2 480	0.87
Q ₅	91.0	2.27	0.40	21.50	—	1 357	15.90	18 502	2 184	1.22
Q ₆	92.2	2.46	0.30	18.70	—	673	8.07	17 111	2 148	1.13
Q ₇	92.0	2.23	0.30	24.30	—	623	7.91	19 125	1 735	1.23
Q ₈	92.4	2.47	0.30	17.80	—	676	6.30	19 986	2 473	0.74
Q ₉	92.8	2.45	0.40	23.90	—	556	7.48	15 909	2 095	0.83
Q ₁₀	92.1	2.58	0.30	18.80	—	745	9.07	19 615	2 164	1.24
Q ₁₁	92.5	2.32	0.40	21.70	—	656	9.82	17 888	2 721	0.82
平均值	92.05	2.31	0.35	18.51	—	721.45	9.65	18 545.55	1 990.36	1.08
标准差	0.66	0.18	0.05	4.36	—	206.18	3.37	1 306.06	496.48	0.24
CV/%	0.72	7.59	14.41	23.56	—	28.58	34.94	7.04	24.94	22.38

2.2.2 营养品质隶属函数评价 对 11 个品系藜麦苗菜检出的 9 个营养成分指标进行隶属函数分析, 其中人体必需或有利于人体营养的含水率、蛋白质、脂肪、 β -胡萝卜素、钙、锌 6 个指标按公式 (1) 计算隶属函数值; 草酸、硝酸盐、皂苷 3 个不利指标按公式 (2) 计算隶属函数值, 按公式 (3) 计算综合评价隶属函数值 (D), 综合评价结果见表 3。依据表 3 综合评价结果, 并根据隶属函数值越大营养品质越高的原则, 11 个品系藜麦苗菜营养品质的排序为 $Q_9 > Q_5 > Q_{11} > Q_1 > Q_6 > Q_{10} > Q_4 > Q_8 > Q_7 > Q_2 > Q_3$ 。

表 4 不同品系藜麦苗菜营养品质综合评价比较
Table 4 Comprehensive evaluation on nutritional quality of sprouts of different *C. quinoa* lines

品系	含水率 /%	蛋白质 /(g·100g ⁻¹)	脂肪 /(g·100g ⁻¹)	β -胡萝卜素 /(mg·100g ⁻¹)	钙 /(mg·kg ⁻¹)	锌 /(mg·kg ⁻¹)	草酸 /(mg·kg ⁻¹)	硝酸盐 /(mg·kg ⁻¹)	皂苷 /(g·100g ⁻¹)	D	排序
Q ₁	0	0.679	1.000	0.608	0.117	1.000	0	0.730	0.757	0.543	4
Q ₂	0.870	0.094	0	0.507	0.196	0.181	0.409	0.893	0.122	0.363	10
Q ₃	0.739	0	0	0.336	0.116	0.139	0.447	1.000	0	0.309	11
Q ₄	0.826	0	1.000	0	0.102	0.182	0.632	0.148	0.824	0.413	7
Q ₅	0.217	0.415	1.000	0.823	1.000	0.881	0.468	0.330	0.351	0.609	2
Q ₆	0.739	0.774	0	0.646	0.146	0.162	0.753	0.352	0.473	0.449	5
Q ₇	0.652	0.340	0	1.000	0.084	0.148	0.340	0.606	0.338	0.390	9
Q ₈	0.826	0.792	0	0.589	0.150	0	0.163	0.152	1.000	0.408	8
Q ₉	1.000	0.755	1.000	0.975	0	0.108	1.000	0.385	0.878	0.678	1
Q ₁₀	0.696	1.000	0	0.652	0.236	0.254	0.239	0.342	0.324	0.416	6
Q ₁₁	0.870	0.509	1.000	0.836	0.125	0.323	0.594	0	0.892	0.572	3

2.2.3 营养品质分级 以 D 值为基准向两侧等距分级, 分级间距 $\approx (D_{\max} - D_{\min}) / 4 = 0.0927$, 由高到低依次划分为 4 个等级, 分别标注为 I、II、III、IV 级, 见表 4。从表 4 可见, 11 个品系藜麦苗菜的营养品质分级以 III 级品系最多, 包含 Q_4 、 Q_6 、 Q_8 、 Q_{10} 这 4 个品系; IV 级品系有 3 个, 为 Q_2 、 Q_3 、 Q_7 ; II 级品系有 2 个, 为 Q_1 、 Q_{11} ; I 级品系有 2 个, 为 Q_5 、 Q_9 。其中, 以 I、II 级的藜麦品系营养品质性状较为突出, 适合作为高品质藜

麦苗菜推广品系的种质资源。

表5 不同品系藜麦苗菜营养品质分级
Table 5 Grading of nutritional quality of sprouts of different *C. quinoa* lines

分级	I	II	III	IV
分级标准	>0.586	>0.493 ~ 0.586	0.401 ~ 0.493	<0.401
品系	Q ₅ 、Q ₉	Q ₁ 、Q ₁₁	Q ₄ 、Q ₆ 、Q ₈ 、Q ₁₀	Q ₂ 、Q ₃ 、Q ₇

3 结论与讨论

3.1 结论

在浙西南地区庆元县引选的 11 个藜麦品系苗菜在当地均可正常生长,播种至采收历期 27 d,可食用嫩茎鲜产量为 10 763.9 ~ 13 888.9 kg·hm⁻²,各品系产量之间的差异不显著;除维生素 E 未验出,不同品系藜麦苗菜所含 9 个主要成分之间存在一定的差异,变异系数(CV)由大到小的排序为锌>钙>硝酸盐>β-胡萝卜素>皂苷>脂肪>蛋白质>草酸>含水量,其中,锌含量变异系数最大,为 34.94%;营养品质综合评价排序为 Q₉>Q₅>Q₁₁>Q₁>Q₆>Q₁₀>Q₄>Q₈>Q₇>Q₂>Q₃;营养分级为 I 级的品系有 Q₅、Q₉ 品系, II 级的品系有 2 个,为 Q₁、Q₁₁,其他 7 个品系为 III 和 IV 级。

综合评价各品系可食用嫩茎鲜产量及营养品质,营养分级为 I 级的 Q₅、Q₉ 品系可作为当地藜麦苗菜推广的主要品系, II 级中的 Q₁、Q₁₁ 可作为今后优质高产藜麦苗菜品系选育的重要种质。

3.2 讨论

11 个品系藜麦在庆元皆可正常生长,播种后至第 27 天时可食用嫩茎苗菜产量在 10 763.9 ~ 13 888.9 kg·hm⁻²,与河北 13 个品系藜麦苗菜的产量 9 988.3 ~ 1 249.1 kg·hm⁻² 相当^[21]。这说明藜麦作为蔬菜种植对气候条件要求并不严格^[16]。相关研究也表明藜麦苗菜适种区域广的特性,例如:郭萍等在湖南(海拔 36 m, 112°25' E、28°32' N)开展藜麦苗菜试种试验,7 对叶期‘陇藜 1 号’和‘云南红’品系平均鲜产量分别达 2.71 kg·m⁻²、2.84 kg·m⁻²^[20];魏志敏等在冀中南平原(海拔 51 ~ 65 m, 114.6° E、37.9° N)开展 5 个藜麦品系的引种试验发现,5 个品系均不适合作为粮食进行种植,但可作为藜麦苗菜种植开发,鲜产量每季达 1 500 kg·hm⁻²^[23];王艳青等在云南(海拔 1 887 m, 102°25' E、24°45' N)高山地区对国内引进的 135 份藜麦种质遗传多样性的研究表明,135 份种质皆可在云南正常生长,并筛选出适合当地作为收获籽实藜麦种质 11 份^[13]。以上研究都表明,藜麦苗菜适种区域可不受收获籽实为目的的藜麦适种区的限制,可向低海拔、低纬度的南方扩展趋势。

在浙江省庆元县,11 个藜麦品系苗菜从播种至采收历期 27 d,明显短于吉林最佳苗菜采收期 38 d^[24](播期为 4 月,苗期平均气温为 18.25℃),天津设施栽培 40 d^[16](冬季棚内气温保持 15℃以上,白天保持在 20 ~ 25℃)和河北采收期 45 d^[23](播期 4 月 15 日—5 月 30 日)。其原因可能为播期差异的原因造成,也可能是气候差异造成,试验地较高的温度和降水量,易形成更大的生物量^[25],从而缩短藜麦苗菜的生长历期。与当前国内采收籽实为目的的藜麦主产区相比,南方地区气候温和,雨量丰沛,藜麦苗菜种植播期弹性更大,适合种植时间更长,更容易达到高产的目标。本试验期间 Q₁ ~ Q₃ 苗菜因高温出现轻度日灼伤害,因而品系 Q₁ ~ Q₃ 在试验当地高温期不宜在海拔 1 000 m 以下种植。

试验表明,藜麦品系苗菜有关营养测试指标在浙江庆元县表现出的较大变异系数,说明该批藜麦种质营养品质之间存在的差异大,资源类型丰富,有利于特异种质材料的比较和筛选^[26-27],因而,高营养品质品系的培育与选育的重点是锌、钙、β-胡萝卜素含量高。藜麦苗菜品系蛋白质含量范围在 2.05 ~ 2.58 g·100 g⁻¹,这与 Comejo^[6]、郭萍等^[20]的检测结果相当;钙含量在 556 ~ 1 357 mg·kg⁻¹,锌含量在 6.3 ~ 17.2 mg·kg⁻¹,与郭萍等^[20]的检测结果相近;硝酸盐含量在 1 093 ~ 2 721, mg·kg⁻¹ 与崔纪菡等^[21]的检测结果相近。11 个藜麦品系苗菜中未检出维生素 E,与崔纪菡等^[21]的检测结果以及陈树俊等^[7]的藜麦叶片维生素 E 含量为 2.9 mg·100 g⁻¹ 的结果不相一致,具体原因有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 丁云双, 曾亚文, 闵康, 等. 藜麦功能成分综合研究与利用[J]. 生物技术进展, 2015, 5 (05): 340-346.
- [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] 迪迪埃·巴齐乐, 弗朗西斯科·富恩特斯, 安琪·穆希卡, 等. 藜麦生产与应用 2 驯化和栽培史[A]. 藜麦生产与应用[C]. 科学出版社: 中国作物学会, 2014: 17.
- [4] 林春, 刘正杰, 董玉梅, 等. 藜麦的驯化栽培与遗传育种[J]. 遗传, 2019, 41 (11): 1009-1022.
- [5] 顾娴, 黄杰, 魏玉明, 等. 藜麦研究进展及发展前景[J]. 中国农学通报, 2015, 31 (30): 201-204.
- [6] COMEJO, DE Z G. Hojas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) fuente de protein[C]. In: Segunda convencion Internacional de Quenopodiaceas, Universidad Boliviana Tomas Ftias, Comite Departamental de Obras Publicas de Potosi, Instituto Interamericano de Ciencias Agricolas, Potosi, Bolivia, (1976), 177-180.
- [7] 陈树俊, 胡洁, 庞震鹏, 等. 藜麦营养成分及多酚抗氧化活性的研究进展[J]. 山西农业科学, 2016, 44 (1): 110-114, 122.
- [8] 陆敏佳, 蒋玉蓉, 陈国林, 等. 藜麦叶片黄酮类物质的提取及基因型差异[J]. 浙江农林大学学报, 2014, 31 (4): 534-540.
- [9] GAWLK-DZIKI U, WIECA M, SULKOWSKI M, et al. Antioxidant and anticancer activities of *Chenopodium quinoa* leaves extracts in vitro study[J]. Food Chem Toxic, 2013, 57: 154-160.
- [10] 阿图尔·博汗格瓦, 希尔皮·斯利瓦斯塔瓦, 于晓娜, 等. 藜麦生产与应用 12 化学特性[A]. 科学出版社. 藜麦生产与应用[C]. 中国作物学会, 2014: 27.
- [11] 崔纪菡, 魏志敏, 刘猛, 等. 新型叶菜类蔬菜—藜麦菜的营养与潜力[J]. 河北农业科学, 2019, 23 (2): 57-59.
- [12] 郑天翔, 雷玉明, 王红娟, 等. 2 个藜麦品种在张掖市甘州区试种初报[J]. 甘肃农业科技, 2019 (04): 41-43.
- [13] 王艳青, 李春花, 卢文洁, 等. 135 份国外藜麦种质主要农艺性状的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2018, 19 (5): 887-894.
- [14] 陆红法, 张永正, 方美娟. 浙江庆元高山藜麦营养成分分析[J]. 浙江师范大学学报(自然科学版), 2017, 40 (4): 441-445.
- [15] 刘水华, 于徐根, 徐桂花, 等. 藜麦在江西南昌的适应性及生产性能初步评价[J]. 江西畜牧兽医杂志, 2019, (3): 27-29.
- [16] 周学永, 付荣霞, 李航, 等. 藜麦苗蔬菜设施栽培新技术[J]. 北方园艺, 2019, (10): 176-178.
- [17] 陈光, 孙旸, 王刚, 等. 藜麦全植株的综合利用及开发前景[J]. 吉林农业大学学报, 2018, 40 (01): 1-6.
- [18] 陆敏佳, 蒋玉蓉, 陈国林, 等. 藜麦叶片黄酮类物质的提取及基因型差异[J]. 浙江农林大学学报, 2014, 31 (04): 534-540.
- [19] 罗秀秀, 秦培友, 杨修仕, 等. 藜麦苗生长过程中功能成分含量及抗氧化活性变化研究[J]. 作物杂志, 2018 (02): 123-128.
- [20] 郭萍, 尹跃明, 杨德胜, 等. 洞庭湖区藜麦苗菜种植试验初探[J]. 湖南农业科学, 2020 (02): 22-26.
- [21] 崔纪菡, 魏志敏, 刘猛, 等. 不同品系菜用藜麦的品质及产量[J]. 河北农业科学, 2019, 23 (3): 62-65.
- [22] 莫润宏, 王富民, 倪张林, 等. 离子排斥色谱-双检测器法同时测定果蔬中的糖、有机酸和维生素 C[J]. 现代食品科技, 2016, 32 (04): 277-282, 287.
- [23] 魏志敏, 宋世佳, 赵宇, 等. 冀中南地区 5 个藜麦品种的引种试验[J]. 河北农业科学, 2018, 22 (05): 1-3, 7.
- [24] 周彦航, 陆明海, 姜悦, 等. 不同采收期藜麦苗营养成分分析[J]. 吉林农业大学学报, 2020, 42 (03): 261-268.
- [25] 刘敏国, 杨倩, 杨梅, 等. 藜麦的饲用潜力及适应性[J]. 草业科学, 2017, 34 (06): 1264-1271.
- [26] 张加强, 骆霞虹, 陈常理, 等. 叶用芥菜种质表型性状的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2015, 16 (03): 535-540.
- [27] 孙铭, 符开欣, 范彦, 等. 15 份多花黑麦草优良引进种质的表型变异分析[J]. 植物遗传资源学报, 2016, 17 (04): 655-662.