

海拔和经纬度对藜麦生长及品质的影响

魏玉明^{1,2}, 杨发荣^{1,2}, 黄杰^{1,2}, 刘文瑜^{1,2}, 金茜^{1,2}, 王昶³, 杨钊⁴

(1. 甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所, 甘肃兰州 730070; 2. 甘肃藜麦育种栽培技术及综合开发工程研究中心, 甘肃兰州 730070; 3. 甘肃省农业科学院作物研究所, 甘肃兰州 730070; 4. 甘肃省农业科学院, 甘肃兰州 730070)

摘要: 为确定藜麦在甘肃省的适宜种植区, 通过对甘肃省12个生态区(7市12县)种植的藜麦进行田间调查及分析检测, 探讨海拔和经纬度对藜麦生育期、长势及籽粒品质的影响。结果表明, 地理位置对藜麦生育期、长势和籽粒品质均具有显著影响, 变异程度由高到低依次为生育期、产量、品质、株高。藜麦生育期与海拔呈极显著负相关($P<0.01$), 而与经纬度呈显著相关($P<0.05$), 籽粒产量与纬度呈显著正相关; 株高与海拔和经度均呈显著负相关($P<0.05$), 粗蛋白含量和海拔与生育期均呈极显著负相关($P<0.01$); 粗脂肪与经度呈极显著正相关($P<0.01$), 而与海拔呈显著负相关($P<0.05$)。多元回归分析表明, 株高、产量和品质均与海拔存在显著回归关系, 说明海拔是影响藜麦生育期、长势和品质的主要生态因子, 高海拔区种植的藜麦植株生育期明显增长, 粗蛋白则显著降低。

关键词: 藜麦; 海拔; 经纬度; 长势; 品质

中图分类号: S519

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2022)02-0042-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2022.02.011

Effects of Altitude, Longitude and Latitude on Growth and Quality of Quinoa

WEI Yuming^{1,2}, YANG Farong^{1,2}, Huang Jie^{1,2}, LIU Wenyu^{1,2}, JIN Qian^{1,2}, WANG Chang³, YANG Zhao⁴

(1. Institute of Animal Husbandry, Pasture and Green Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Gansu Quinoa Breeding and Cultivation Technology and Comprehensive Development Engineering Research Center, Lanzhou Gansu 730070, China; 3. Institute of Crops Research, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 4. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: In order to determine the suitable planting area of quinoa in Gansu province, field investigation and analysis were conducted on quinoa planted in 12 ecological areas (7 cities and 12 counties) in Gansu province, and the effects of altitude, longitude and latitude on growth period, growth trend and grain quality of quinoa were investigated. The results showed that the geographical location had significant influence on the growth period, growth trend and grain quality of quinoa, and the variation degree was in the order of growth period, yield, quality and plant height from high to low. The growth period of quinoa was significantly negatively correlated with altitude ($P<0.01$), but significantly correlated with latitude and longitude ($P<0.05$), and the grain yield was significantly positively correlated with latitude. Plant height was significantly negatively correlated with altitude and longitude ($P<0.05$), and crude protein content and altitude were significantly negatively correlated with growth period ($P<0.01$). Crude fat was significantly positively correlated with longitude ($P<0.01$) and negatively correlated with altitude ($P<0.05$). Multiple regression analysis showed that plant height, yield and quality had significant regression relationship with altitude, which indicated that altitude was the main ecological factor affecting the growth period, growth and quality of quinoa. The growth period of quinoa planted in high altitude area increased significantly, while crude protein decreased significantly.

Key words: Quinoa (*Chenopodium quinoa*); Altitude; Longitude and latitude; Growth trend; Quality

藜麦 (*Chenopodium quinoa*) 主要分布于南美洲 0~4 000 m 的海拔范围内均有分布, 且具有耐寒、安第斯地区^[1], 大多生长于高海拔冷凉地区, 在 耐旱、耐盐碱、耐瘠薄等生物特性, 生长受温度、

收稿日期: 2021-11-01

基金项目: 甘肃省科技计划项目(18ZD2NA008-2); 中央引导地方科技发展专项“特色藜麦产业培育及科技扶贫模式推广”; 甘肃省现代农业科技支撑体系区域创新中心重点科技项目(2019GAAS51)。

作者简介: 魏玉明(1981—), 男, 甘肃民勤人, 硕士, 副研究员, 主要从事藜麦栽培与育种研究。Email: weiyuming513@163.com。

通信作者: 杨发荣(1964—), 男, 甘肃宁县人, 研究员, 主要从事藜麦栽培育种工作。Email: lzyf08@163.com。

降水的影响较大^[2-3]。海拔和经纬度的改变会引起环境温度、湿度和光照等环境因子的变化,从而影响植物的各项功能、生长发育和形态结构^[4-5]。近年来,由于藜麦籽粒富含全面而丰富的营养价值和对不同环境胁迫的耐受性被当今“营养爱好者”和农业从业者所追捧^[6-8]。自2008年起,在我国西北、华北、西南和东北等十余省(市)均有不同规模种植^[9]。截至2020年,我国藜麦种植面积超过2万hm²,种植面积和总产量已跃居世界第三。其中甘肃省种植面积近1万hm²,占全国总面积的50%左右,在全省14个市(州)40多个县(区)均有分布,经纬度跨度大(E 94° 40' 12"~107° 55' 12"; N 33° 55' 12"~40° 7' 48"),海拔范围广(1 100~3 200 m)。尽管在不同的海拔生态气候类型下均有种植,但各地区藜麦产量、品质差异较大。为探寻适宜藜麦生长的生态区域,我们对甘肃7市11县的12个藜麦种植生态区种植的藜麦进行了采样测定分析,以探索海拔、经度和纬度对藜麦生长发育和籽粒品质的影响,为进一步评价划分藜麦适宜种植生态区提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

鉴于当前藜麦在甘肃的主要种植区域在海拔

1 120~2 976 m范围内,选择具有代表性的12个生态点作为试验地,具体见表1。

1.2 试验材料

指示藜麦品种为陇藜1号,由甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所提供,采收于2018年9月,室内避光保存。种子净度 $\geq 95\%$,发芽率 $\geq 90\%$,水分 $\leq 5\%$ 。试验所用的肥料为藜麦专用肥(甘肃苏地肥业有限公司,总养分 $\geq 40.0\%$,N-P₂O₅-K₂O为12-18-10)。

1.3 试验设计

试验随机区组设计,3次重复,小区面积96 m²(12 m×8 m)。行距40 cm,株距30 cm,覆膜穴播,播种量9 kg/hm²,播种深度2 cm。4~6叶期注意间苗,每穴留苗1株,保苗66 690株/hm²。播种前施底肥(磷酸二铵375 kg/hm²、尿素150 kg/hm²),对土地精细旋耕,镇压和耙耱,做到土质绵软,墒足平整。成熟时在每个试验样地选取长势一致的5株用于考种,测定生长指标及籽粒产量、品质。

1.4 测定指标与方法

统计藜麦自播种到成熟所需要的天数。每个小区选取5株,用卷尺测量从地面至植株穗部顶端的高度。按小区去除边行收获后测产,折算出

表1 试验样地地理条件概况

试验地	种植地点	海拔/m	纬度	经度
A1	宁县南义乡	1 120	35°38'59"	107°57'43"
A2	华池县南梁镇	1 370	36°19'15"	108°13'27"
A3	安宁区甘肃省农业科学院试验地	1 540	36°6'6"	103°41'14"
A4	红古区花庄镇	1 696	36°13'26"	103°6'6"
A5	甘肃省农业科学院秦王川试验地	1 886	36°31'45"	103°40'28"
A6	永昌县东寨镇	1 980	38°11'44"	102°0'43"
A7	兰州新区秦川镇	2 083	35°45'10"	103°25'11"
A8	民乐县民联乡	2 186	38°15'33"	101°52'51"
A9	康乐县八松镇	2 380	35°19'36"	103°29'58"
A10	榆中县新营镇	2 643	35°37'57"	104°7'48"
A11	天祝县松山镇	2 720	37°1'45"	103°25'26"
A12	甘南州卡加曼乡甘南州农科所试验地	2 976	35°09'29"	102°54'44"

单位面积籽粒产量。粗蛋白采用凯氏定氮法(NY/T 3-1982),参考农业标准 NY/T3-1982;粗脂肪采用索氏抽提法(NY/T1285-2007),参考国家标准 GB/T5512-2008。

1.5 数据分析

采用 Microsoft Excel 2010 整理数据,结果以“平均值±标准差”表示。采用 SPSS 19.0 进行多元回归分析。

2 结果与分析

2.1 甘肃省藜麦种植示范区海拔与经纬度描述性统计

甘肃省藜麦种植示范区的海拔与经纬度描述统计结果如表 2 所示。结果表明,甘肃省藜麦种植试验示范区的经度和纬度平均值分别为 E 104° 10' 58"、N 35° 57' 33"。经度跨度为 E 101° 52' 51"~E108° 13' 27", 纬度跨度为 N 35° 09' 29"~N 38° 15' 33"。海拔、经度和纬度的变异系数均较小,偏

表 2 经纬度与海拔描述性统计分析表

	海拔 /m	经度	纬度
最大值	2 976	108°13'27"	38°15'33"
最小值	1 120	101°52'51"	35°09'29"
平均值	2 048.333	104°10'58"	35°55'33"
标准偏差	568.568	2.025	1.020
变异系数/%	0.277	0.019	0.028
偏度系数	0.035	1.555	1.018
峰度系数	-0.793	1.641	0.171

度系数分别为 0.035、1.555、1.018,均大于 0,趋于正向偏态;经纬度的峰度系数分别为 1.641 和 0.171,均大于 0,呈尖峭峰态;海拔峰度系数为 -0.793<0,呈负向偏态峰。

2.2 海拔对藜麦植株长势及籽粒品质的影响

由表 3 可知,不同海拔的藜麦生育期、株高、产量、粗蛋白和粗脂肪变异程度存在明显差异。藜麦的生长周期随海拔的升高而延长,每升高 100

表 3 不同海拔高度藜麦生育期、株高、产量及品质变化

试验地	海拔 /m	生育期 /d	株高 /cm	产量 /(kg/hm ²)	粗蛋白 /%	粗脂肪 /%
A1	1 120	123.67±2.08	160.67±6.11	2 301.75	14.88±0.48	7.35±0.74
A2	1 370	126.33±1.53	147.67±7.51	2 329.95	14.85±0.41	7.32±0.29
A3	1 540	128.33±2.08	167.00±4.36	1 570.05	13.86±1.10	7.40±0.25
A4	1 696	129.67±2.52	176.33±6.03	2 545.05	14.32±0.68	6.24±0.59
A5	1 886	133.00±3.00	183.67±6.03	4 525.05	14.14±0.66	5.85±0.22
A6	1 980	135.00±6.24	178.00±5.00	3 375.00	13.21±0.99	5.83±0.28
A7	2 083	135.00±1.73	165.00±8.72	2 449.95	12.33±1.14	6.15±0.12
A8	2 186	139.00±1.00	164.00±14.42	2 779.95	10.74±0.45	6.00±0.20
A9	2 380	143.67±1.53	192.33±17.50	3 075.00	10.59±0.56	5.70±0.24
A10	2 640	156.33±5.13	172.67±5.86	2 265.00	9.80±0.70	5.62±0.12
A11	2 743	167.33±5.03	164.33±10.02	2 265.00	8.45±0.38	5.62±0.09
A12	2 976	178.00±5.00	171.00±12.12	2 590.05	7.89±0.41	5.45±0.08
平均		140.79±3.63	170.22	2 672.65	12.09	6.21
范围		123.67~178.00	147.67~192.33	1 570.05~45 25.05	7.89~14.88	5.45~7.40
标准差		1.95	13.75	736.94	2.50	0.76
变异系数/%		0.54	0.08	0.28	0.21	0.12

m, 生长周期延长 2.93 d。株高最高值出现在海拔 2 380 m 处, 为 192.33 cm; 产量最高值出现在海拔 1 886 m 处, 最低值出现在海拔 1 540 m 处, 产量范围 1 570.05 ~ 4 525.05 kg/hm², 极差达 2 955.00 kg/hm²。除 A3 点外, 其余试点的籽粒粗蛋白含量随海拔高度的升高而降低, 最高值在海拔 1 120 m 处, 达 14.88%; 籽粒粗脂肪含量随海拔呈波动变化, 最高值出现在海拔 1 540 m 处, 为 7.40%; 最低值在海拔 2 976 m 处, 仅为 5.45%。各指标变异程度从高到低依次为生育期、产量、粗蛋白含量、粗脂肪含量、株高。

相关分析结果(表 4)表明, 藜麦生育期与海拔呈极显著正相关($P < 0.01$), 而与纬度呈显著负相关($P < 0.05$); 籽粒产量与纬度呈显著正相关($P < 0.05$)。株高与其余指标无显著相关($P > 0.05$)。粗蛋白与海拔和生育期分别呈极显著负相关, 而与粗脂肪呈极显著正相关($P < 0.01$); 粗脂肪与生

育期呈极显著负相关($P < 0.01$), 与海拔呈显著负相关($P < 0.05$)。

2.2 藜麦与海拔、经纬度的回归关系分析

对藜麦生育期、成熟期株高、籽粒产量、粗蛋白和粗脂肪含量分别与海拔、经纬度进行多元回归分析表明(表 5), 粗蛋白与海拔之间呈极显著回归关系, 粗脂肪与海拔间呈显著回归关系。经逐步回归, 排除不显著变量经度和纬度, 得知品种粗蛋白与粗脂肪含量均与海拔存在极显著回归关系。

3 小结与讨论

分析表明, 在不影响产量的前提下, 选择低海拔地区种植藜麦, 有利于藜麦粗蛋白和粗脂肪营养的积累, 提高藜麦籽粒营养品质。在海拔 1 696 ~ 2 380 m 范围内藜麦(陇藜 1 号)产量最高达 4 525.05 kg/hm², 植株生长发育较好(株高 192.33 cm), 且粗蛋白、粗脂肪含量适中。因此, 该海拔

表 4 试验指标与地理位置间的相关性分析^①

指标	海拔	纬度	经度	生育期	株高	产量	粗蛋白	粗脂肪
海拔	1							
纬度	-0.573	1						
经度	-0.438	-0.046	1					
生育期	0.998**	-0.581*	-0.416	1				
株高	0.287	0.077	-0.221	0.305	1			
产量	0.116	0.333*	-0.291	0.133	0.56	1		
粗蛋白	-0.979**	0.608*	0.378	-0.977**	-0.231	0.004	1	
粗脂肪	-0.921*	0.522	0.228	-0.933**	-0.42	-0.277	0.858**	1

① * 表示显著相关, ** 表示极显著相关。

表 5 各指标与经纬度和海拔的多元回归分析

多元回归参数	生育期		产量		株高		粗蛋白		粗脂肪	
	参数值	P值	参数值	P值	参数值	P值	参数值	P值	参数值	P值
常量	-41.062	0.83	-32.087	0.988	715.977	0.109	17.183	0.499	2.847	0.836
海拔	0.03	0	0.011	0.819	-0.003	0.732	-0.004	0.000	-0.001	0.013
纬度	-2.227	0.306	10.717	0.642	-2.674	0.558	0.386	0.187	-0.048	0.751
经度	1.923	0.15	-1.906	0.889	-4.249	0.141	-0.101	0.542	0.069	0.451

生态区间, 适宜陇藜 1 号藜麦生长。

地理位置和海拔高度的变化会导致环境温度、湿度、光照、土壤等诸多环境因子的改变, 从而影响植物分布、生长发育、形态结构、营养品质以及其生理生态机制发生变化^[10]。但不同作物对经纬度和海拔的适应性不尽相同。邱黛玉等^[11]认为地理位置对当归早期抽薹和长势有显著影响, 且海拔是决定株高、叶片数和抽薹率的主要生态因子。刘文瑜等^[12]、何斌等^[13]报道, 海拔对藜麦幼苗生理特性的影响明显。徐天才等^[14]研究表明, 藜麦营养成分的含量与种植区海拔有密切关系, 籽粒的微量元素、氨基酸组分和总糖等成分随着海拔增高而增加, 粗纤维和脂肪酸含量则随海拔增加而下降。环秀菊等^[15]研究显示, 海拔对藜麦主要功能成分具有较大影响, 低海拔地区的高温环境中不利于籽粒类黄酮、维生素 E 和可溶性蛋白质等成分的合成和积累。

本研究表明, 海拔和地理位置(经纬度)对藜麦生育期、株高和籽粒品质具有显著影响, 而海拔是决定生育期、蛋白质和粗脂肪含量的主要生态因子。随海拔的增加, 藜麦生育期显著延长, 而粗蛋白呈下降趋势, 产量和株高由于其他原因影响不显著, 但总体表现随海拔产量呈先升高后降低的趋势, 这与在当归^[16]、水稻^[17]等植物上的研究相一致。而粗脂含量则随海拔呈先降后升再降的“S”形变化, 这与徐天才等^[14]的研究不一致, 可能由于不同地理位置的土壤养分变化而导致粗脂肪积累。粗蛋白与纬度呈显著正相关, 与经度不相关, 与姚小华等^[18]、闫洪奎等^[19]报道的结果相一致, 同时进一步表明藜麦在纬度较高地区相对适应。

本研究采集的样点较少, 且光、温、水等指标收集不全, 对光、温、水及其互作效应对藜麦籽粒结实率和其他品质影响的研究将不够深入和系统, 有待于进一步研究。

参考文献:

[1] RADMILA S, DJORDJE G, MIRJANA D, et al. Agro-

nomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) as an ingredient in bread formulations[J]. Journal of Cereal Science, 2012, 55: 132-138.

- [2] 任永峰, 王志敏, 赵沛义, 等. 内蒙古阴山北麓区藜麦生态适应性研究[J]. 作物杂志, 2016(2): 79-82.
- [3] FUENTES F F, MARTINEZ E A, HINRICHSEN P V, et al. Assessment of genetic diversity patterns in Chilean quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) using multiplex fluorescent microsatellite markers[J]. Conservation Genetics. 2009, 10: 369-377.
- [4] ABUGOCH L E, ROMERO N, TAPIA C A, et al. Study of some physico-chemical and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) protein isolates [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56(12): 4745-4750.
- [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] REN Y F, WANG ZH M, ZHAO P Y, et al. Ecological adaptability of quinoa in northern foot of Yinshan in Inner Miguel E, Alonso A. High altitude plants, chemistry of acclimation and adaptation[J]. Studies in Natural Products Chemistry, 2008, 34: 883-982.
- [7] 石振兴, 杨修仕, 么 杨, 等. 60 份国内外藜麦材料籽粒的品质性状分析[J]. 植物遗传资源学报, 2017, 18 (1): 88-93.
- [8] 吴文强, 杨 箐, 陈天青, 等. 藜麦种质资源的遗传多样性分析[J]. 种子, 2020, 40(2): 13-19.
- [9] 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.
- [10] 潘红丽, 李迈和, 蔡小虎, 等. 海拔梯度上的植物生长与生理生态特性[J]. 生态环境学报, 2009, 18 (2): 722-730.
- [11] 邱黛玉, 蔺海明, 陈 垣, 等. 经纬度和海拔对当归成药期植株长势和早期抽薹的影响[J]. 草地学报, 2010, 18(6): 838-843.
- [12] 刘文瑜, 李健荣, 黄 杰, 等. 海拔对藜麦苗期生理指标的影[J]. 甘肃农业科技, 2018(9): 17-20.

北花1号金银花在高海拔山旱地的表现及其栽培技术

甘敏¹, 康天兰¹, 曹志强²

(1. 甘肃省经济作物技术推广站, 甘肃 兰州 730030; 2. 定西市经济作物技术推广站, 甘肃 定西 743000)

摘要: 2013年引进金银花品种北花1号, 在甘肃定西通渭县经过连续7a的旱作栽培观察, 根据其特征特性和种植表现, 总结出高海拔山旱地金银花北花1号栽培技术。

关键词: 金银花; 北花1号; 高海拔; 栽培技术

中图分类号: S643.3

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2022)02-0047-04

doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2022.02.012

Culture Technology for Drought High Altitude Area of Honeysuckle Cultivar Beihua 1

GAN Min¹, KANG Tianlan¹, CAO Zhiqiang²

(1. Cash Crop Technology Extension Station of Gansu Province, Lanzhou Gansu 730030, China; 2. Cash Crop Technology Extension Station of Ding city, Dingxi Gansu 743000, China)

Abstract: Honeysuckle cultivar Beihua 1 was introduced in 2013, and was cultivated in dry land with film covering after 7 consecutive years of dry cultivation observation in Tongwei county, Dingxi city, Gansu province. According to its characteristics and planting performance, the cultivation technology of honeysuckle cultivar Beihua 1 in dry land of high altitude mountain was summarized.

Key words: Honeysuckle(*Lonicera japonica* Thunb.); Beihua 1; High altitude; Cultivation techniques

金银花(*Lonicera japonica* Thunb)又名忍冬, 系忍冬科忍冬属。“金银花”名出《本草纲目》, 由于

收稿日期: 2021-10-10; 修订日期: 2022-01-07

基金项目: 甘肃省民生科技计划项目(1503FCMJ021)。

作者简介: 甘敏(1992—), 女, 甘肃兰州人, 农艺师, 硕士, 现主要从事中药材栽培与推广工作。联系电话: (0)13893493224。Email: 1083020986@qq.com。

- [13] 何斌, 刘文瑜, 王旺田, 等. 不同品种藜麦苗期对海拔变化的生理响应[J]. 分子植物育种, 2020, 18(8): 2702-2712.
- [14] 徐天才, 和桂青, 李兆光, 等. 不同海拔藜麦的营养成分差异性研究[J]. 中国农学通报, 2017, 33(17): 129-133.
- [15] 环秀菊, 孔治有, 张慧, 等. 海拔和播期对藜麦主要品质性状的影响[J]. 西南农业学报, 2020, 33(2): 258-262.
- [16] 王惠珍. 当归产量和品质形成对海拔的响应及生理机制[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2011.
- [17] 吴永斌, 朱勇, 朱斌, 等. 昆明市东川区不同海拔高度水稻生长的差异性分析[J]. 西南农业学报, 2020, 33(7): 1410-1416.
- [18] 姚小华, 王亚萍, 王开良, 等. 地理经纬度对油茶籽中脂肪及脂肪酸组成的影响[J]. 中国油脂, 2011, 36(4): 31-34.
- [19] 闫洪奎, 杨镇, 吴东兵, 等. 玉米生育期和品质性状的纬度效应研究[J]. 科技导报, 2009, 27(12): 38-41.