浙 江 林 业 科 技，2021，41（5）：99－103
J Zhejiang For Sci Technol

doi:10.3969/j.issn.1001-3776.2021.05.017

不同种植密度与配置方式对藜麦农艺性状和籽粒产量的影响

姚理武 1，吴应齐 1，叶增新 1，吴伟玮 1，应国华 2，陈吴伟 1，余久华 1

（1. 浙江省庆元县自然资源和规划局，浙江 庆元 323800；2. 丽水市农林科学研究院，浙江 丽水 323000）

摘要：为了探索不同种植密度与配置方式对藜麦 *Chenopodium quinoa* 农艺性状及籽粒产量的影响，2020 年 4—8 月，在浙江省庆元县油茶 *Camellia oleifera* 幼林地，以‘陇藜 1 号’为试验材料，在行距为 20 ~ 60 cm，株距为 20 ~ 40 cm 条件下，布设 9 种不同株行距配置方式的比较试验。结果表明，随着行距的缩小，藜麦的第 1 有效分枝部位上移，有效穗数减少，株高、主穗长、植株保存率、处理产量、抗倒伏性能提高；扩大株距，第 1 有效分枝部位下移，有效穗数、单株粒质量增加，主穗长、植株保存率、处理产量减少。在 9 个处理中，20 cm × 20 cm 株行距配置方式，能获得最高的单位面积藜麦产量。在试验当地，与‘陇藜 1 号’农艺性状相近的藜麦品系种植时宜适当密植，种植密度宜控制在 160 000 ~ 250 000 株·hm^{-2}。

关键词：藜麦；种植密度；农艺性状；产量；庆元县

中图分类号：S318 **文献标识码**：A **文章编号**：1001-3776（2021）05-0099-05

Effect of Different Interplanting Densities on Agronomic Traits and Yield of *Chenopodium quinoa*

YAO Li-wu[1]，WU Ying-qi[1]，YE Zeng-xin[1]，WU Wei-wei[1]，YING Guo-hua[2]，CHEN Wu-wei[1]，YU Jiu-hua[1]

（1. Qingyuan Natural Resources and Planning Bureau of Zhejiang, Qingyuan 323800, China; 2. Lishui Academy of Agriculture and Forestry Sciences of Zhejiang, Lishui 323000, China）

Abstract: In March 2020, oil tea base was established in Qingyuan, Zhejiang province with 1-year *Camellia oleifera* ‘Changlin 53, 4, 27’ with density of 1 333 plant/ha. In April 2020, interplanting of *Chenopodium quinoa* ‘Longli 1’ was implemented in oil tea plantation with 9 densities and in August 2020, investigations were carried out on agronomic traits, lodging rate and seed yield. The results showed that the treatment with spacing of 20 cm×20 cm had the advantages of higher first effective branch, less number of productive ear, as well as improved plant height, main panicle length, survival rate, lodging resistance performance and the highest seed yield among the 9 treatments. Density with 160 000-250 000 plant/ha was recommended for interplanting of *Chquinoa* ‘Longli 1’ in Qingyuan.

Key words: *Chenopodium quinoa*; planting density; agronomic traits; yield; Qingyuan

藜麦 *Chenopodium quinoa* 属藜科 Chenopodioideae 藜属 *Chenopodium*，是一种 1 年生的草本作物，原产于南美洲安第斯山区，已有 5 000 多年的种植历史，是古印加民族主要粮食作物之一[1-2]。藜麦籽粒具有较高的营养价值，素有“营养黄金”“粮食之母”之称[3-5]。联合国粮农组织认为藜麦是唯一一种可满足人体基本营养需求的单体植物，并正式推荐为最适宜人类的全营养食品[6]。但我国种植藜麦历史较短，2008 年始才进行规模化种

收稿日期：2021-04-13；修回日期：2021-07-19

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：姚理武，高级工程师，从事林下经济研究和林业技术推广工作；E-mail:ylw1051@163.com。通信作者：吴应齐，高级高程师，从事藜麦栽培研究与推广；E-mail:zjlswyq@126.com。

植[7]，在藜麦种植技术上，较多关注种植密度[8-13]，一般只提及原则性的种植株行距[14]，缺乏明确的株行距研究以促进藜麦产业的发展和土地资源的合理利用。目前，国内对其它作物株行距的研究较多，已确定不同种植密度和株行距配置对农作物的农艺性状及产量和品质有一定的影响[15-20]。适度的密植和株行距设计有利于生产性状的改变[21-24]。本研究通过‘陇藜 1 号’[25]不同种植密度与配置方式实验，开展对藜麦农艺性状和籽粒产量影响的研究，拟通过试验验证揭示‘陇藜 1 号’以及相近品系在浙江丽水地区适宜的种植密度和配置方式，为藜麦的推广种植密度选择提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验地设置在浙江省丽水市庆元县江根乡箬坑村睦睦家庭农场的“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，≥10℃年积温为 4 686.6℃。试验地海拔为 1 018 m，黄壤，土层厚度 >30 cm，pH 均值为 5.52，土壤水解性氮含量约为 227 mg·kg^{-1}，土壤有效磷含量约为 711 mg·kg^{-1}，土壤速效钾含量约为 123 mg·kg^{-1}，地力等级为 I 级[26]。2020 年 3 月，油茶基地采用 1 年生芽砧苗建园，品种为‘长林 53 号’‘长林 4 号’‘长林 27 号’，苗高约为 15 cm，株行距为 2.5 m × 3.0 m，种植密度为 1 333 株·hm^{-2}。供试藜麦种子为该农场 2019 年种植的‘陇藜 1 号’自留种。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 于油茶幼林行间分别设 3 种行距（A），3 种株距（B），A 分别为 A_1：60 cm，A_2：40 cm，A_3：20 cm；B 分别为 B_1：40 cm，B_2：30 cm，B_3：20 cm，共 9 种不同种植密度与配置方式，见表 1。每个处理重复 3 次，随机区组排列。每处理面积为 14.4 m^2，按 1.2 m × 12 m 布设，处理宽向垂直于水平梯带，各处理深耕 15 ~ 20 cm，撒施有机肥（$N+P_2O_5+K_2O$≥5%，有机质≥45%）50 kg·处理$^{-1}$，再次翻耕，起垄做畦，畦面耙耱平整，处理间保留宽 30 cm，深 15 cm 的操作沟。藜麦苗采用育苗繁殖，于 2020 年 4 月 10 日播种，4 月 17 日出苗。5 月 13 日，苗高为 12 ~ 15 cm 时进行移植。移植后及时进行人工除草，于 5 月 27 日沟施复合肥（总养分≥45%，$N-P_2O_5-K_2O$：15-15-15）0.5 kg·处理$^{-1}$。于藜麦成熟期（8 月 11 日）进行农艺性状、植株倒伏率、产量调查。

表 1 藜麦 9 种不同种植密度与配置方式

Table 1 9 interplanting densities of *Ch. quinoa*

处理号	处理	种植密度 /（株·处理$^{-1}$）	处理号	处理	种植密度 /（株·处理$^{-1}$）
1	A_1B_1	60	6	A_2B_3	180
2	A_1B_2	80	7	A_3B_1	180
3	A_1B_3	120	8	A_3B_2	240
4	A_2B_1	90	9	A_3B_3	360
5	A_2B_2	120			

1.2.2 观察指标与方法 农艺性状调查：于藜麦成熟期，根据各处理保存株数，采用等距取样法，随机选取 5 株生长正常的植株，调查株高、茎粗、主穗粗、主穗长、分枝数、有效穗数、第 1 分枝部位。株高为主茎根部以上至穗顶端的长度。茎粗为植株中部最粗处的直径[27]。有效穗数：有效分枝+主穗。穗长：主穗基部到顶端的长度，主穗基部以从植株顶端至第 1 个两个花序之间的距离大于 3 cm 花序部位为标准[28]。主穗粗为主茎穗下的粗度。第 1 分枝部位指第 1 个有效分枝距离地面的高度。

倒伏率调查：调查各处理藜麦植株的倒伏株数，植株主径与地面角度<45° 植株计入倒伏株数。

倒伏率/% = 倒伏株数/保存株数 × 100%

产量测定：各处理分别对进行农艺性状调查的 5 株成熟藜麦脱粒、晒干扬净，然后进行称量。

处理产量/kg = 平均单株产量/kg × 种植密度/株 × 株数保存率/% ×（1 – 倒伏率）/%

1.2.3 数据统计与分析 用 Microsoft Excel 2010 进行数据计算和绘图，用 SPSS 19.0 进行多因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 方差分析及 F 测验

对不同种植密度和配置方式下‘陇藜 1 号’的农艺性状和籽粒产量试验结果的进行方差分析及 F 值测验，结果见表 2。由表 2 可知，行距因素中的株高、主穗长、第 1 有效分枝部位、有效穗数、倒伏率、植株保存率、处理产量之间均达显著差异（$P < 0.05$）。株距因素中的主穗长、第 1 有效分枝部位、有效穗数、单株粒质量、植株保存率、处理产量之间均达显著水平（$P < 0.05$）。行距×株距的第 1 有效分枝部位、有效穗数之间均达显著差异（$P < 0.05$）。

表 2　不同种植密度与配置方式藜麦农艺性状和籽粒产量试验结果的方差分析及 F 值

Table 2　ANOVA and F value of agronomic traits and yield of *Ch. quinoa* with different interplanting densities

因素	株高	茎粗	主穗粗	主穗长	第 1 有效分枝部位	分枝数	有效穗数	倒伏率	单株粒质量	植株保存率	处理产量
行距	14.344*	0.533	3.132	14.067*	4.505*	0.941	5.113*	4.013*	1.466	9.495*	34.171*
株距	2.139	0.725	3.287	4.716*	6.055*	2.805	10.538*	1.110	4.684*	5.631*	4.396*
行距×株距	0.321	0.279	0.421	0.675	5.046*	1.467	4.058*	1.339	0.599	2.431	0.363

注：“*”表示各调查指标的株距、行距及行距×株距在 0.05 水平达到显著差异。

2.2　农艺性状分析

不同种植密度与配置方式下‘陇藜 1 号’的农艺性状见表 3。

表 3　不同种植密度与配置方式下藜麦的农艺性状比较

Table 3　Agronomic traits of *Ch. quinoa* with different densities

项目	处理	株高/cm	茎粗/mm	主穗粗/mm	主穗长/cm	第 1 有效分枝部位/cm	分枝数 /（条·株$^{-1}$）	有效穗数 /（条·株$^{-1}$）
行距	A_1	80.56±12.84b	12.67±3.18	8.11±3.32	48.78±13.09b	10.56±2.67b	11.72±3.53	10.00±3.66a
	A_2	96.56±12.50a	13.28±1.45	9.89±1.41	67.28±15.06a	10.17±4.10b	10.89±2.22	7.22±3.17b
	A_3	100.11±9.16a	12.39±2.70	9.61±1.85	69.11±12.08a	15.00±10.35a	12.06±2.36	7.28±4.42b
株距	B_1	91.00±13.45	13.06±1.86	8.67±2.03	57.50±16.007b	11.00±3.22b	12.50±3.24	10.39±3.47a
	B_2	89.28±13.53	12.17±2.79	8.61±1.38	58.44±12.42b	10.22±3.56b	11.72±2.42	8.28±3.0647b
	B_3	96.94±15.38	13.11±2.85	9.33±3.28	69.22±17.66a	15.50±10.14a	10.44±2.26	5.83±3.99c
行距×株距	A_1×B_1	81.17±14.76	12.67±2.50	7.00±1.67	48.17±17.09	11.00±2.28b	11.83±4.96	11.00±5.10a
	A_1×B_2	77.50±11.54	11.67±2.07	7.33±1.03	46.00±8.88	9.83±1.72b	11.83±3.06	9.83±3.31ab
	A_1×B_3	83.00±13.80	13.67±4.63	10.00±5.22	52.16±13.70	10.83±3.76b	11.50±2.88	9.17±2.56abc
	A_2×B_1	96.33±14.07	13.50±1.05	9.67±1.63	61.33±19.52	10.33±4.84b	12.00±2.68	9.50±3.21abc
	A_2×B_2	93.00±12.15	13.17±1.33	9.50±0.84	66.33±10.03	9.50±2.35b	10.17±1.72	5.67±2.25c
	A_2×B_3	100.33±12.39	13.17±2.04	10.50±1.64	74.17±13.75	10.67±5.28b	10.50±2.07	6.50±3.02bc
	A_3×B_1	95.50±5.01	13.00±2.00	9.33±1.86	63.00±6.20	8.67±1.75b	13.67±1.21	10.67±1.75a
	A_3×B_2	97.33±8.96	11.67±4.322	9.00±1.27	63.00±7.72	11.33±5.68b	13.17±1.47	9.33±1.86bc
	A_3×B_3	107.50±8.94	12.50±1.05	10.50±2.26	81.33±11.38	25.00±12.03a	9.33±1.37	1.83±2.32d

注：同列行距、株距、行距 × 株距不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著，下同。

由表 3 可知，在 20 ~ 60 cm 行距内，藜麦的株高、主穗长、第 1 有效分枝部位、有效穗数之间均存在显著差异（$P < 0.05$），表现为缩小行距，第 1 有效分枝部位上移，有利于株高、主穗长的提高，但有效穗数减少。在 20 ~ 60 cm 株距内，藜麦主穗长、第 1 有效分枝部位、有效穗数之间的差异均达显著水平（$P < 0.05$），表现为随着株距的缩小，第 1 有效分枝部位上移，主穗长增加，有效穗数减少。第 1 有效分枝高与有效穗数存在交互效应，从总体看，20 cm × 20 cm 株行距配置方式的第 1 有效分枝部位显著高于其它处理（$P < 0.05$），有效穗数显著少于其它处理（$P < 0.05$）。

2.3　产量性状分析

不同种植密度与配置方式‘陇藜 1 号’的籽粒产量性状见表 4。

由表 4 可知，在 20 ~ 60 cm 行距内，藜麦的植株保存率、倒伏率、处理产量之间均存在显著差异（$P < 0.05$），表现为随着行距的缩小，抗倒伏性增强，植株保存率、处理产量增加。在 20 ~ 40 cm 株距内，单株粒质量、植株保存率、处理产量之间的差异均达显著水平（$P < 0.05$），表现为随着株距的缩小，单株粒质量下降，植株保存率、处理产量呈上升趋势。不同配置方式下，藜麦的籽粒产量性状不存在交互效应，但 A_3B_3 的产量明显高于其它株行距配置。因而，在试验当地，‘陇藜 1 号’种植时宜加大种植密度，采用 20 cm × 20 cm 株行距密植配

置，有利于获得高产。

表 4 不同种植密度与配置方式藜麦籽粒产量性状比较
Table 4 Yield traits of *Ch. quinoa* with different densities`

项目	处理	单株粒质量 g	植株保存率/%	倒伏率/%	处理产量/kg
行距	A_1	65.31±15.47	91.5±6.3c	18.9±19.1a	3.97±2.20b
	A_2	60.76±11.36	95.2±4.3b	17.9±11.0a	5.87±2.19b
	A_3	55.59±13.12	98.8±5.3a	3.6±6.5b	12.59±3.07a
株距	B_1	70.59±10.17a	93.5±5.6b	11.9±14.2	3.70±0.55b
	B_2	55.58±7.54b	93.6±6.1b	9.9±8.0	6.98±4.59b
	B_3	55.48±14.10b	98.4±2.3a	18.5±19.5	9.29±4.94a
行距×株距	A_1×B_1	77.35±10.17	91.6±7.7	8.1±8.9	3.70±0.55
	A_1×B_2	54.84±7.39	86.4±4.1	16.6±9.3	3.04±0.78
	A_1×B_3	63.72±20.34	96.5±2.4	32.0±29.2	5.17±3.87
	A_2×B_1	69.75±14.93	90.5±2.0	25.6±16.3	4.08±1.52
	A_2×B_2	56.16±2.52	96.3±3.3	11.1±2.5	5.40±0.58
	A_2×B_3	57.38±10.08	98.7±2.3	16.9±6.9	8.12±1.93
	A_3×B_1	64.67±14.95	98.4±2.9	1.9±3.3	10.69±2.54
	A_3×B_2	56.75±12.77	98.0±1.8	2.2±2.0	12.49±3.30
	A_3×B_3	45.34±4.29	100.0±0.0	6.7±11.5	14.59±3.00

3 结论与讨论

在试验当地种植‘陇藜 1 号’藜麦，在 20 ~ 60 cm 行距内，随着行距的缩小，第 1 有效分枝部位上移，有效穗数减少，有利于株高、主穗长、植株保存率、单位面积藜麦产量、抗倒伏性能的提高，这与前人的研究结果[20,22]近似，但与胡一波[16]的藜麦单株产量随行距的增加而降低的结论相反。出现这种情况的原因可能是由于不同地理环境、气候条件下藜麦的生态适应表现型、株行距试验配置及种植管理的差异造成，这需要未来进一步开展试验研究。在 20 ~ 40 cm 株距内，随着株距的缩小，第 1 有效分枝部位上移，单株粒质量、有效穗数减少，有利于主穗长、植株保存率、处理产量的增加，这与胡一波[16]的研究结果相同，与前人对其它作物的研究结果[17,20-21]近似。从总体看，20 cm × 20 cm 株行距配置方式藜麦的单位面积产量最高，增加行、株距，藜麦的单位面积产量降低。

在确保基本苗的情况下，合理地配置株行距，是获得高产的有效途径[29]。在作物有效营养面积和有效株行距内，调整藜麦的株行距配置方式，有效改善群体结构，增加光截获率，提高群体的光能利用率，发挥作物群体生产力，从而提高藜麦小区产量[30-31]。相关研究也表明，不同株行距和密度对植物的产量有一定影响。例如，黄洁等研究表明，密植有利于木薯 *Manihot esculenta* 提高淀粉产量、鲜薯产量和鲜薯淀粉含量[32]；株行距对王草 *Pennisetum americanum* × *P. purpureum* 的生产性状产生显著影响，但株行距太小，不利于王草的生长[32]；孩儿参 *Pseudostellariae heterophylla*（太子参）株行距组合以 2.5 cm × 5.0 cm 和 16.7 cm × 5.0 cm 合理密植，种植密度以 120 万 ~ 160 万株·hm^{-2} 为佳[34]。以上研究都表明，株行距不同配置方式对农艺性状中的第 1 分枝部位、有效穗数指标具有显著的影响，且存在交互效应；株行距间不同配置方式对藜麦产量有明显影响效应，但株行距之间不存在交互作用。

本研究通过试验方法证实了合理的株行距配置能有效的优化藜麦群体质量，充分发挥藜麦个体与群体的光合能力，协调了产量结构因素之间的关系，从而提高单位面积产量[29]。但是与选育地（甘肃省临夏州永靖县）相比较[25]，试验地的藜麦植株性状有趋于矮化的趋势，因而，‘陇藜 1 号’选育地的株行距配置方式并不适用于试验当地。若选择与‘陇藜 1 号’农艺性状相近的藜麦品系及与试验当地气候因子、地理位置等因子相当的丽水地区，藜麦种植建议适当密植，种植密度宜控制在 160 000 ~ 250 000 株·hm^{-2}。

参考文献：

[1] 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.

[2] 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 驯化和种植史[A]. 科学出版社.藜麦生产与应用[C]. 中国作物学会，2014：17.
[3] 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.
[4] 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（01）：381－384，389.
[5] 王启明，张继刚，郭仕平，等. 藜麦营养功能与开发利用进展[J]. 食品工业科技，2019，40（17）：340－346，354.
[6] 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.
[7] 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.
[8] 张晓玲，袁加红，何丽，等. 云南省高海拔低温干旱山区藜麦种植技术探讨[J]. 安徽农业科学，2018，46（30）：45－46，50.
[9] 张平，吕富华，郑元刚，等. 鲁西北藜麦生产技术[J]. 青海农林科技，2019（4）：86－87.
[10] 武卫秀. 藜麦推广前景及种植技术[J]. 江西农业，2019（8）：15，25.
[11] 吴亚军. 藜麦高产高效种植技术研究[J]. 种子科技，2019，37（5）：58，60.
[12] 李进才. 藜麦的生物学特性及种植技术[J]. 天津农林科技，2016（3）：23－26.
[13] 李成祖. 格尔木市藜麦引种种植技术试验研究[J]. 农业科技通讯，2015（6）：94－96.
[14] 胡一波. 藜麦品质性状评价与遗传多样性分析[D]. 北京：中国农业科学院，2017.
[15] 金峰，邵玺文，李彦利，等. 株行距配置对吉林省水稻生长发育动态及物质生产的影响[J]. 东北农业科学，2016，41（05）：17－23.
[16] 金峰，王帅，邵玺文，等. 株行距配置对吉林稻区水稻产量及群体微气象因子的影响[J]. 东北农业科学，2017，42（05）：6－14.
[17] 陈书强，杨丽敏，赵海新，等. 株行距配置和插植苗数对寒地水稻产量和倒伏性状的影响[J]. 浙江农业学报，2016，28（3）：371－377.
[18] 龚竹娟，黄云，魏朝富. 株行距配置对水稻群体生态及抗倒伏性的影响[J]. 江苏农业科学，2017，45（17）：61－65.
[19] 于凤瑶，辛秀君，周顺启，等. 不同株行距下大豆性状的因子分析[J]. 辽宁农业科学，2010（1）：5－9.
[20] 李洪，王斌，李爱军，等. 玉米株行距配置的密植增产效果研究[J]. 中国农学通报，2011，27（9）：309－313.
[21] 王伟，刘泽洲，高莉敏，等. 不同行株距配置对大蒜产量和主要农艺性状的影响[J]. 山东农业科学，2018，50（1）：63－66.
[22] 敦磊，李鹏程，余超，等. 早熟棉区行距与密度互作对棉花产量的影响[J]. 新疆农业科学，2020，57（6）：981－989.
[23] 吴文荣，袁丁，杨柳. 不同株行距对马铃薯生长及产量的影响[J]. 河北北方学院学报（自然科学版），2010，26（5）：38－42.
[24] 李洁英，臧玉文，谢静静，等. 营养面积和行株距配置对红香芋植株光合特性及产量品质的影响[J]. 西北农业学报，2014，23（10）：127－133.
[25] 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）：1－4，5.
[26] 中华人民共和农业部种植国管理司. 南方地区耕地土壤肥力诊断与评价：NY/T 1749－2009[S]. 北京：中华人民共和农业部，2009.
[27] 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.
[28] 宋娇，姚有华，刘洋，等. 6 个藜麦品种（系）农艺性状的主成分分析[J]. 青海大学学报（自然科学版），2017，35（6）：6－10.
[29] 彭秀荣，何爱萍，贺云梅，等. 不同株行距对水稻产量的影响[J]. 安徽农学通报，2017，23（10）：47－48.
[30] 周勋波，杨国敏，孙淑娟，等. 不同株行距配置对夏大豆群体结构及光截获的影响[J]. 生态学报，2010，30（3）：691－697.
[31] 韩秉进，金剑，中嶋博. 黑龙江省中部地区大豆主栽品种有效株行距解析[J]. 大豆科学，2007，26（3）：327－331.
[32] 黄洁，王萍，许瑞丽，等. 株行距和施肥量对木薯产量及生长的影响[J]. 热带作物学报，2009，30（9）：1271－1275.
[33] 许岳飞，毕玉芬，涂旭川，等. 施肥与株行距对王草生产性状的影响[J]. 草原与草坪，2006（2）：24－27.
[34] 林光美，侯长红，王树贵，等. 行株距对太子参产量的影响[J]. 特产研究，2005，27（4）：9－13.