

不同栽培密度对广西葛根产量和品质的影响

周艳霞^{1,2}, 万正林^{1,2}, 邓俭英^{1,2}, 李立志³ (1. 广西农业科学院蔬菜研究所, 广西南宁 530007; 2. 广西蔬菜育种与新技术研究重点实验室, 广西南宁 530007; 3. 广西农业科学院, 广西南宁 530007)

摘要 为了解不同种植密度对葛根产量及品质的影响, 进一步筛选出适宜的种植密度, 以细叶葛根扦插苗为试验材料, 采用不同种植密度(16 500、13 500、12 000、10 500、9 000 株/hm²) 单行种植, 研究不同种植密度对葛根产量及品质的影响, 旨在为提高广西葛根栽培水平及规模化、标准化栽培提供理论依据。结果表明, 当种植密度为 12 000 株/hm² 时, 葛根单株产量、折合小区产量、茎粗、淀粉、总糖、可溶性蛋白均达到最大值, 分别为 4.12 kg、161.2 kg、11.93 mm、290.0 g/kg、9.5 g/kg、25.2 g/kg, 与其他处理存在显著差异; 且在主成分分析中, 12 000 株/hm² 处理得分最高。因此, 在该试验条件下, 广西葛根最适宜种植密度为 12 000 株/hm²。

关键词 葛根; 密度; 产量; 品质

中图分类号 S567.1⁺9 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)13-0045-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.13.014



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Different Planting Densities on Yield and Quality of *Pueraria* in Guangxi

ZHOU Yan-xia^{1,2}, WAN Zheng-lin^{1,2}, DENG Jian-ying^{1,2} et al (1. Vegetable Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning, Guangxi 530007; 2. Guangxi Key Laboratory of Vegetable Breeding and New Technology Development, Nanning, Guangxi 530007)

Abstract The purpose of the study was to understand the effects of different planting densities on the yield and quality of *Pueraria*, which was to screen out the suitable planting densities further, and to provide theoretical basis for improving the cultivation level of *Pueraria* in Guangxi and for large-scale and standardized cultivation. The study on effects of different planting densities on yield and quality of *Pueraria* was tested with fine leaf *Pueraria* as experimental materials and adopted with various densities (16 500, 13 500, 12 000, 10 500, 9 000 plants/hm²). The results showed the yield of single plant, plot yield, stem diameter, starch, total sugar and soluble protein reached under 12 000 plants/hm², which were respectively 4.12 kg, 161.2 kg, 11.93 mm, 290.0 g/kg, 9.5 g/kg, 25.2 g/kg, and was significant differences with other treatments. In principal component analysis, the treatment of 12 000 plants/hm² got the highest score. Therefore the optimum planting density of *Pueraria* in Guangxi was 12 000 plants/hm² under the experimental conditions.

Key words *Pueraria*; Density; Yield; Quality

葛根(*Pueraria*)是豆科葛属多年生落叶藤本植物, 淀粉含量高达40%, 为中国卫生部首批批准的药食同源两用植物^[1-3]。葛根被誉为“亚洲人参”, 含有葛根素、大豆苷元等药效成分, 及人体所需的13种氨基酸和多种微量元素, 具有清热解毒、扩张血管、生津止渴、抗肿瘤及清除氧自由基等功效^[4-6]; 葛根淀粉可用作非粮生物质新能源原料, 具有巨大的开发潜力^[7]。此外, 葛根是世界各国极为重视的水土保持植物, 在我国南方红壤丘陵区常被用于边坡防护植物^[8]; 加之葛根耐存放管理, 用工少, 生产成本低, 因此, 葛根适合规模化种植及大面积推广发展, 发展葛根产业可促进广西山区打赢脱贫攻坚战, 带动农民脱贫^[7,9]。研究适合广西种植的葛根品种及配套栽培模式, 对促进葛根产业发展具有重要意义。目前, 针对葛根种植资源调查及引种表现已有较多研究, 张爱丽等^[10]、余智奎等^[11]、康林峰等^[12]对江苏、河南、陕西、西山、湖南等地葛根种质资源进行了调查, 均发现葛根资源丰富; 郭艳艳等^[1]、蒋向辉等^[13]、袁灿等^[14]、尚小红等^[7]利用分子技术, 对葛根资源遗传多样性进行了分析, 发现其遗传背景丰富, 有利于种质创新; 罗亚红等^[15]对8个葛根种子资源在贵州种植的性状表现和产量进行对比和评估, 筛选出适合当地种植的多年生品种QS08-04和一年生商品葛根品种QS08-01; 谭燕群等^[16]对不同葛种质资源的植物学性状、

藤蔓产量及营养品质进行了分析, 结果显示湘葛2粗纤维和钙含量高, 桃江野葛1粗蛋白含量高, 湘葛3号灰分和粗脂肪含量高, 桃江粉葛磷含量高, 江西野葛产量最高; 王婷等^[17]、崔传锋等^[18]对栽培技术进行探索, 总结出适合当地种植的栽培技术。目前, 在广西葛根栽培均为粗放式管理, 关于葛根种植密度、配方施肥、栽培架式等栽培技术方面的研究鲜见报道, 因缺乏系统的科学研究, 影响了葛根生产。笔者以细叶葛根为研究材料, 在不同栽培密度、栽培模式下, 测定葛根产量和品质等指标及分析相关性, 筛选出适宜的种植密度及栽培方式, 旨在为提高广西葛根栽培水平及规模化、标准化栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 采用细叶葛根扦插苗为试验材料, 于2017年3月移栽至那桐试验基地。

1.2 试验设计 试验于2017年3—12月在那桐试验基地进行。共设6个处理。单行种植, 每行包沟为1.2 m, 统一保留2条根, 共设置5个密度梯度: 16 500、13 500、12 000、10 500、9 000 株/hm², 每个小区30 m², 每个处理重复3次。

1.3 测定项目与方法 葛根采收后, 分别测定中部茎粗(cm)、茎块重量(kg)并折合小区产量(kg), 总糖含量(g/kg)、可溶性蛋白含量(g/kg)、淀粉含量(g/kg)和粗纤维含量(%)。

总糖、淀粉含量采用硫酸-蒽酮比色法测定^[19], 可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝法测定^[20]; 粗纤维含量参考国标法CB/T 5009.88(2008)。

基金项目 广西农业科学院科技发展基金项目(桂农科2016YM25)。

作者简介 周艳霞(1986—), 女, 河南修武人, 助理研究员, 从事设施园艺、园艺栽培与遗传育种研究。

收稿日期 2019-12-05; **修回日期** 2019-12-30

1.4 数据统计 采用 SPSS 20.0 进行数据统计。

2 结果与分析

2.1 不同种植密度对葛根产量和茎粗的影响 由图 1~3 可知,不同种植密度对葛根单株产量、小区产量、茎粗的影响,均呈先增加后下降的趋势,当种植密度为 12 000 株/hm² 时,均达到最大值,分别是单株产量为 4.12 kg,折合小区产量为

161.2 kg,茎粗为 11.93 mm,其中单株产量及折合小区产量与其他处理存在显著差异。

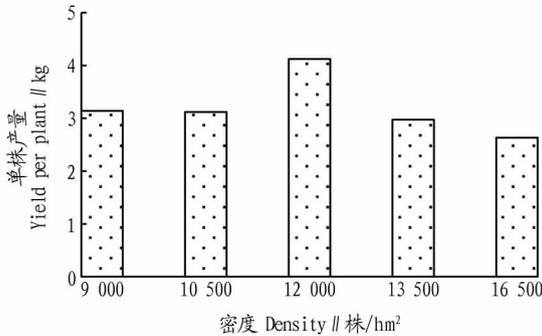


图 1 不同种植密度对葛根单株产量的影响

Fig. 1 Effect of different densities on yield per plant of *Pueraria*

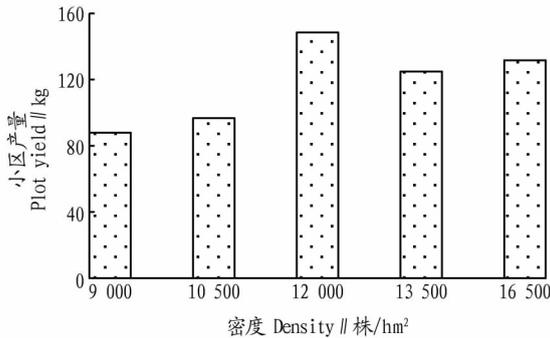


图 2 不同种植密度对葛根小区产量的影响

Fig. 2 Effect of different densities on plot yield of *Pueraria*

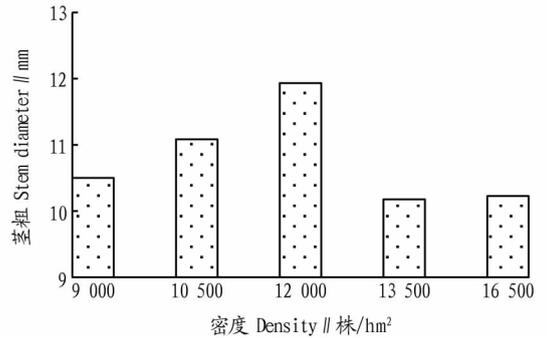


图 3 不同种植密度对葛根茎粗的影响

Fig. 3 Effect of different densities on stem diameter of *Pueraria*

2.2 不同种植密度对葛根品质的影响 由表 1 可知,不同种植密度对葛根淀粉含量的影响表现为 12 000 株/hm² > 13 500 株/hm² > 9 000 株/hm² > 10 500 株/hm² > 16 500 株/hm², 12 000 株/hm² 处理淀粉含量最高,达 290 g/kg,与其他处理存在显著差异;不同种植密度对葛根总糖含量的影响表现为 12 000 株/hm² > 13 500 株/hm² = 9 000 株/hm² > 10 500 株/hm² > 16 500 株/hm², 12 000 株/hm² 处理总糖含量最高,达 9.5 g/kg,与其他处理存在显著差异;不同种植密度对葛根可溶性蛋白含量的影响表现为 12 000 株/hm² > 10 500 株/hm² > 9 000 株/hm² > 16 500 株/hm² > 13 500 株/hm², 12 000 株/hm² 处理可溶性蛋白含量最高,达 25.2 g/kg,与其他处理存在显著差异;不同种植密度对葛根粗纤维含量的影响表现为 10 500 株/hm² > 12 000 株/hm² > 9 000 株/hm² > 13 500 株/hm² = 16 500 株/hm²,各处理之间不存在显著差异。

表 1 不同种植密度对葛根品质的影响

Table 1 Effect of different densities on quality of *Pueraria*

密度 Densities//株/hm ²	淀粉 Starch//g/kg	总糖 Total sugar//g/kg	可溶性蛋白 Soluble protein//g/kg	粗纤维 Crude fiber//%
16 500	248.7±3.2 d	7.90±0.23 b	20.40±0.11 c	1.10±0.06 a
13 500	273.0±1.7 b	8.30±0.20 b	19.20±0.06 d	1.10±0.11 a
12 000	290.0±2.3 a	9.50±0.20 a	25.20±0.17 a	1.30±0.11 a
10 500	256.0±2.9 c	8.20±0.20 b	24.50±0.23 b	1.50±0.17 a
9 000	262.7±1.5 c	8.30±0.30 b	24.20±0.65 b	1.20±0.07 a

注:同列不同小写字母表示不同密度间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences between different densities ($P < 0.05$)

2.3 不同栽培密度条件下各指标的相关性分析 从表 2 可以看出,单株产量与可溶性蛋白含量呈极显著正相关,与淀粉和总糖含量呈显著正相关,淀粉含量与总糖含量呈显著正相关,这表明产量指标和品质指标之间存在密切的相关性,采用主成分分析法对个指标之间进行分类,对不同栽培密度的葛根产量及品质进行综合评价。

2.4 不同栽培密度下各指标主成分分析 提取出的原有信息量是由特征值和方差贡献率体现,根据合计 > 1 的原则,提取成分 1 和 2 作为主成分代替 7 个产量及品质指标进行主

成分分析,2 个主成分的特征值分别为 3.530 和 1.774,方差贡献率分别为 50.422% 和 25.344%,方差累计贡献率达 75.766% (表 3)。从 7 个指标中提出 2 个主成分,得出 3 次迭代后的旋转得分矩阵见表 4。由表 4 可知,主成分 1 中与粗纤维呈负荷载,与其他指标都呈正荷载,其中淀粉含量正荷载最大,其次为总糖含量,主成分 2 中与粗纤维含量和可溶性蛋白含量表现较高的正荷载,而折合小区产量表现为较高的负荷载,由此可见,主成分 1 反映的是植株品质和产量的互作情况,主成分 2 反映的主要是植株的品质。

表 2 不同栽培密度下各指标间的相关性分析

Table 2 Correlation analysis between different indexes at different densities

指标 Index	总糖 Total sugar	可溶性蛋白 Soluble protein	淀粉 Starch	粗纤维 Crude fiber	单株产量 Yield per plant	茎粗 Stem diameter	折合小区产量 Plot yield
总糖 Total sugar	1						
可溶性蛋白 Soluble protein	0.394	1					
淀粉 Starch	0.911**	0.230	1				
粗纤维 Crude fiber	0.033	0.445	0.011	1			
单株产量 Yield per plant	0.506*	0.628**	0.539*	0.214	1		
茎粗 Stem diameter	0.505*	0.413	0.455	0.417	0.303	1	
折合小区产量 Plot yield	0.457	-0.186	0.502*	-0.132	0.473*	0.163	1

注: * 表示在 0.05 水平差异显著, ** 表示在 0.01 水平差异极显著

Note: * indicates significant differences at 0.05 level, and ** indicates extremely significant differences at 0.01 level

根据各主成分的特征向量值(表 5),可获得 2 个主成分的函数表达式:

$$F1 = 0.481ZX_1 + 0.144ZX_2 + 0.485ZX_3 - 0.110ZX_4 + 0.444ZX_5 + 0.399ZX_6 + 0.181ZX_7 \quad (1)$$

$$F2 = 0.212ZX_1 + 0.637ZX_2 + 0.092ZX_3 + 0.607ZX_4 + 0.321ZX_5 - 0.266ZX_6 + 0.470ZX_7 \quad (2)$$

式中, X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 、 X_6 、 X_7 分别代表指标总糖、可溶性

蛋白、淀粉、粗纤维、单株产量、折合小区产量及茎粗。

根据 2 个主成分的贡献率及主成分得分(F_i),建立栽培密度综合得分评价模型: F 综合 = $(50.422F1 + 25.344F2) / 75.766$ 。由表 6 可知,在主成分 1、主成分 2 和综合得分中,均是 12 000 株/hm² 时得分最高,由此可见 12 000 株/hm² 是适宜的栽培密度。

表 3 解释的总方差

Table 3 Total variance of interpretation

成分 Component	起始特征值 Initial eigenvalues			提取平方和载入 Extraction sums of squared loading			旋转平方和载入 Rotation sums of squared loading		
	合计 Total	方差贡献率 Variance contribution rate//%	累计贡献率 Cumulative contribution rate//%	合计 Total	方差贡献率 Variance contribution rate//%	累计贡献率 Cumulative contribution rate//%	合计 Total	方差贡献率 Variance contribution rate//%	累计贡献率 Cumulative contribution rate//%
1	3.530	50.422	50.422	3.530	50.422	50.422	3.135	44.781	44.781
2	1.774	25.344	75.766	1.774	25.344	75.766	2.169	30.985	75.766
3	0.723	10.323	86.088						
4	0.569	8.126	94.214						
5	0.278	3.976	98.190						
6	0.099	1.409	99.598						
7	0.028	0.402	100						

表 4 旋转成分矩阵

Table 4 Rotated component matrix

指标 Index	主成分 1(F1) The first principal component	主成分 2(F2) The second principal component
淀粉 Starch	0.911	0.122
总糖 Total sugar	0.903	0.282
单株产量 Yield per plant	0.835	0.427
折合小区产量 Plot yield	0.749	-0.354
可溶性蛋白 Soluble protein	0.270	0.849
粗纤维 Crude fiber	-0.207	0.808
茎粗 Stem diameter	0.340	0.626

3 讨论

该研究结果显示,不同栽培密度对葛根品质和产量都有显著影响,可见种植密度是影响葛根产量和品质的主要因素之一。研究种植密度对产量和品质影响的多位国内外专家一致认为合理密植,增加单位种植株数,构建合理群体结构,

能更充分利用空间、光照和土壤肥力,提高光合利用率,促进植株生长,是提高生产力的有效措施^[21-23]。该试验结果显示,葛根产量和品质随密度减小呈先增加后降低的趋势,在各指标综合得分中也显示 12 000 株/hm² 效果最佳,这与侯伦俊等^[24]认为合理种植密度为(坡面)3 000~4 500株/hm²,

表 5 特征矩阵和特征向量

Table 5 Eigenmatrix and eigenvectors

指标 Index	特征向量 Eigenvectors	
	主成分 1(F1) The first principal component	主成分 2(F2) The second principal component
淀粉 Starch	0.485	0.092
总糖 Total sugar	0.481	0.212
单株产量 Yield per plant	0.444	0.321
折合小区产量 Plot yield	0.399	-0.266
可溶性蛋白 Soluble protein	0.144	0.637
粗纤维 Crude fiber	-0.110	0.607
茎粗 Stem diameter	0.181	0.470

表6 主成分综合评价结果

Table 6 Comprehensive evaluation results of principal components

密度 Density 株/hm ²	主成分1(F1) The first principal component		主成分2(F2) The second principal component		综合评价结果 Comprehensive evaluation results	
	得分 Score	排序 Order	得分 Score	排序 Order	得分 Score	排序 Order
	16 500	-1.548	5	-1.128	5	-1.408
13 500	-0.364	2	-1.086	4	-0.606	4
12 000	3.022	1	1.911	1	2.650	1
10 500	-0.645	4	0.576	2	-0.237	2
9 000	-0.464	3	-0.273	3	-0.400	3

段艳菊^[25]认为15 000株/hm²较为合理的观点不一致,这可能是由于种植地形、种植品种、气候条件等有所差异造成的。在各指标综合得分中也显示7 500株/hm²效果最差,说明种植密度过高,产量和品质都下降,这可能由于该品种在高密度栽培条件下,植株生长空间不足,造成生长受阻,肥水竞争激烈,光合产量积累下降,从而影响产量和品质。综上所述,在该试验条件下,该品种葛根适宜的种植密度是12 000株/hm²,即12 000株/hm²株距单行种植。

参考文献

- [1] 郭艳艳,成春燕,黄静丽,等.不同来源葛根遗传多样性ISSR分析[J].大众科技,2013,15(4):134-136.
- [2] 杨旭东,王爱勤,何龙飞.葛根种质资源及其开发利用研究进展[J].中国农学通报,2014,30(24):11-16.
- [3] 罗勇.葛根实用栽培技术及开发利用前景[J].南方农业,2015,9(27):16-19.
- [4] 王黎,高苏亚,李华.不同产地粉葛的指纹图谱及PCA模式识别分析研究[J].中药新药与临床药理,2011,22(4):448-451.
- [5] 陈大霞,彭锐,李隆云,等.部分粉葛品种遗传关系的SRAP研究[J].中

- 国中药杂志,2011,36(5):538-541.
- [6] 肖淑贤,李安平,范圣此,等.葛根种质资源研究进展[J].山西农业科学,2013,41(1):99-102.
- [7] 尚小红,严华兵,曹升,等.广西地方葛根种质资源遗传多样性的SCoT分析[J].核农学报,2019,33(7):1311-1317.
- [8] 刘云,张瑶,和润喜.葛根及葛根食品的研究与开发现状[J].中国林副特产,2010(1):94-97.
- [9] 郑霞,王郝为,唐守伟,等.8个引种葛藤品种在湖南地区块根饲用价值评价[J].热带农业科学,2017,37(10):12-15,22.
- [10] 张爱丽,陈月,胡虹,等.江苏云台山野生葛根的资源状况和质量研究[J].时珍国医国药,2006,17(12):2418-2419.
- [11] 余智奎,南博,刘春生,等.晋陕豫三省葛根资源调查[J].中药材,2009,32(4):491-492.
- [12] 康林峰,梁植荣,刘光辉,等.娄底市葛类资源调查分析与开发建议[J].湖南农业科学,2011(1):66-67.
- [13] 蒋向辉,刘良科,余朝文.葛属11份种质基于核rDNA ITS序列的亲缘关系分析[J].江苏农业科学,2015,43(7):46-49.
- [14] 袁灿,钟文娟,龚一耘,等.葛根资源遗传多样性和性状关联分析[J].植物遗传资源学报,2017,18(2):233-241.
- [15] 罗亚红,欧珍贵,周明强,等.8个葛根种质资源的性状表现与产量评价[J].贵州农业科学,2015,43(12):158-160,163.
- [16] 谭燕群,陈建芳,揭雨成,等.不同葛种质资源的植物学性状、藤茎产量和营养品质分析[J].湖南林业科技,2016,43(5):85-87,91.
- [17] 王婷,胡亮,李桂花.优质粉葛栽培技术[J].北方园艺,2011(6):62-63.
- [18] 崔传锋,刘安浩,余轱楠.山阳县葛根高产栽培技术[J].陕西林业科技,2016(6):109-111.
- [19] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:182-185.
- [20] 张志良.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,1990.
- [21] 史婵,李秋卓,张蕊,等.栽培密度、肥料对优质鲜食型甘薯‘万薯10号’产量及品质的影响[J].中国农学通报,2018,34(34):7-13.
- [22] 张伟春,曹春信,刘新华.种植密度对西瓜佳蜜生长、产量和品质的影响[J].浙江农业科学,2018,59(11):2032-2033.
- [23] 安霞,骆霞虹,陈常理,等.不同移栽密度对苎麻植株性状的影响[J].浙江农业科学,2019,60(6):950-951.
- [24] 侯伦俊,袁丽,冯礼斌,等.荒山荒坡地种植葛根高产栽培技术[J].四川农业科技,2011(7):31.
- [25] 段艳菊.葛根种植技术规范[J].河南农业,2019(10):47.

(上接第44页)

- [3] 吴国兴.保护地蔬菜生产实用大全[M].北京:中国农业出版社,2000:20-42.
- [4] 张述英,王向东.蔬菜保护地高产高效栽培技术[M].北京:中国农业科技出版社,1997:170-171.
- [5] 柏林,李大霞.日光温室秋冬茬番茄栽培技术[J].安徽农学通报,2008,14(18):180,184.
- [6] 李晓蕾,李景富,康立功,等.番茄品质遗传及育种研究进展[J].中国蔬菜,2010(14):1-7.

- [7] 刘富中,张志斌,贺超兴,等.节能日光温室番茄长季节高产栽培研究初报[J].中国蔬菜,2000(2):11-14.
- [8] 李远新,李进辉,何莉莉,等.氮磷钾配施对保护地番茄产量及品质的影响[J].中国蔬菜,1997(4):10-13.
- [9] 张盛林,王国伟,董绍辉.不同氮磷钾配施对番茄产量及品质的影响[J].中国农学通报,2006,22(8):385-388.
- [10] 秦文利,李春杰.增施钾肥对日光温室番茄产量和品质的影响[J].中国土壤与肥料,2007(1):44-47.
- [11] 崔瑞秀,张丽敏,吴秀英.氮钾肥配施对番茄产量及品质的影响研究初报[J].河北农业科学,2005,9(1):114-115.