

莱克西蓝莓开花影响因素分析

张 力¹, 李青峰^{1*}, 唐桂梅¹, 符红艳¹, 刘 洋¹, 黄 佳¹, 朱和英²

¹湖南省园艺研究所, 湖南 长沙

²湖南省星城明月生态农业科技发展有限公司, 湖南 长沙

收稿日期: 2022年2月22日; 录用日期: 2022年3月18日; 发布日期: 2022年3月25日

摘 要

莱克西是目前深受欢迎的蓝莓品种, 本研究采用黄金水位育苗容器, 研究了N、P、K、Ca、Mg、S、Fe等7种元素对莱克西开花的影响。研究分析表明, 花穗数是决定总花苞数的主要因素, 每穗花苞数是决定总花苞数的次要因素, 单株全氮超过70.1克、单株全磷低于268.3克, 基质水分低于33.88%时, 莱克西只会分枝长叶, 不会花芽分化。单株全磷高于268.3克时, 莱克西才会花芽分化。红叶率超过62.96%时, 莱克西不能花芽分化。

关键词

蓝莓, 开花, 影响因素, 叶色诊断

Analysis on Influencing Factors of Blueberry Flowering in Legacy

Li Zhang¹, Qingfeng Li^{1*}, Guimei Tang¹, Hongyan Fu¹, Yang Liu¹, Jia Huang¹, Heying Zhu²

¹Hunan Horticultural Research Institute, Changsha Hunan

²Hunan Xingcheng Mingyue Ecological Agriculture Technology Development Co., Ltd., Changsha Hunan

Received: Feb. 22nd, 2022; accepted: Mar. 18th, 2022; published: Mar. 25th, 2022

Abstract

Legacy is a popular variety of blueberry at present. In this study, the effects of N, P, K, Ca, Mg, S and Fe on the flowering of Legacy were studied by using golden water level seedling container. The results showed that the number of spikes was the main factor determining the number of flower buds, and the number of flower buds per spike was the secondary factor determining the number of flower buds. When the total nitrogen per plant was more than 70.1 g, the total phosphorus per

*通讯作者。

plant was less than 268.3 g, and the matrix moisture was less than 33.88%, Legacy would only branch and grow leaves without flower bud differentiation. When the total phosphorus per plant is higher than 268.3 g, Legacy will differentiate into flower buds. When the rate of red leaves exceeded 62.96%, Legacy could not differentiate flower buds.

Keywords

Blueberry, Flowering, Influencing Factors, Leaf Color Diagnosis

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

蓝莓为五大健康食品之一[1], 莱克西(Legacy)是目前深受欢迎的蓝莓品种, 为 1993 年在美国新泽西州发表的品种。株高在 1.5~2 米之间、树姿直立, 树体生长健壮。莱克西的果实在北高丛中属于大果型、单果重 1.5 g~2.6 g。果形扁圆, 果色淡蓝、果粉厚。由于蓝莓为浅根性植物, 须根多, 粗根少, 新根发生困难, 栽培中即便精心管理保证成活率, 但却难以确保良好的苗木质量[2], 蓝莓的生长发育适宜少量的钙和镁, 并对过多的铁、锰、铝有很大的耐性, 所以它在酸性土壤上生长正常[3]。蓝莓对施肥反应敏感, 过量施肥容易造成减产, 生长受抑制, 植株受害甚至死亡, 不施肥会导致不成花、产量低、果品质量差[4]。蓝莓对钙有迅速吸收与积累的能力, 土壤中硝态氮等离子过多对树体生长有毒害[5]。这严重影响蓝莓后期的生长和开花结果。因此, 研究氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁等 7 种元素对莱克西开花的影响, 以期为进一步花期调控提供依据。

2. 材料与方

2.1. 试验材料

试验基质(表 1): 育苗基质, 购自湖南省湘晖农业技术开发有限公司。

Table 1. Nutrient composition of matrix and fertilizer

表 1. 基质与肥料营养成分表

基质	全氮%	全磷%	全钾%	pH	水分%	钙%	镁%	硫%	铁%
煤灰	0.26	0.04	0.92	7.52	32.09	0.62	0.14	0.23	0.87
木屑	0.21	0.02	0.17	3.88	19.75	0.13	0.04	0.02	0.09
泥炭土	1.63	0.28	0.46	6.11	30.86	0.42	0.34	0.19	1.28
砂子	0.03	0.01	0.11	6.83	17.53	0.01	0.02	0.01	0.34
松树皮	0.42	0.01	0.63	6.47	50.49	0.93	0.23	0.08	0.84
育苗基质	0.84	0.25	1.18	5.74	26.86	0.40	0.32	0.20	2.19
珍珠岩	0.11	0.01	1.68	6.16	26.28	0.07	0.01	0.09	0.04
生物有机肥	2.08	2.32	2.63	-	-	12.14	1.12	1.07	0.98

松树皮, 来自湖南省张家界市。生物有机肥, 湖南浩博生物科技有限公司生产。试验容器: 为防止水肥流失, 试验采用作者发明的六边形第二代黄金水位栽培容器进行, 专利授权号: ZL201420541865.4,

其主要特征就是以黄金水位栽培理论为指导，将试验容器植物的灌排水孔设计在花盆高度从上往下的0.618位置。并在该平面位置设有打孔隔板。

2.2. 试验方法

处理 1~5 由育苗基质和生物有机肥组成，重复 9~10 次，处理 6~10 由松树皮、和生物有机肥组成，重复 3~4 次(表 2)，蓝莓移植前将 500 g 生物有机肥放入花盆隔板上，育苗基质和松树皮放入生物有机肥上面。试验在湖南省园艺研究所大棚中进行。样品检测化验由湖南省土壤肥料研究所根据相关项目国家标准进行。

3. 结果与分析

3.1. 莱克西大苗不同基质处理结果

莱克西大苗不同基质处理营养生长期结果(表 2)表明：木屑处理叶片数、新梢数、新梢长、叶长、叶宽均比其他基质较好，砂子处理表现徒长，泥炭处理表现矮壮。方差分析表明不同基质处理新梢数有显著差异。木屑、珍珠岩、砂子处理显著高于煤灰和泥炭土。

Table 2. Growth of Legacy seedlings treated with different substrates in vegetative growth period

表 2. 莱克西大苗不同基质处理营养生长期长势

基质	苗高 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	一次分枝 (个)	叶片数 (片)	新梢数 (个)	新梢长 (cm)	茎粗 (mm)
煤灰	54.67Aa	3.20Aab	1.80Aab	4.7Aab	76.33Aa	16.7Bb	5.9Aa	3.8Aa
木屑	56.17Aa	4.67Aa	2.50Aa	6.3Aab	211.33Aa	45.0Aa	9.90Aa	3.7Aa
泥炭土	49.83Aa	4.03Aab	2.20Aab	5.0Aab	109.00Aa	21.0ABb	7.73Aa	4.4Aa
砂子	59.17Aa	4.57Aab	2.37Aab	6.7Aa	202.00Aa	39.7ABa	9.10Aa	4.5Aa
树皮	53.17Aa	2.53Ab	1.47Ab	4.3Ab	88.00Aa	26.3ABab	4.03Aa	4.0Aa
育苗基质	54.00Aa	2.60Ab	2.17Aab	5.3Aab	128.67Aa	29.7ABab	6.23Aa	4.4Aa
珍珠岩	54.33Aa	4.17Aab	2.43Aa	4.3Ab	190.67Aa	40.0ABa	8.47Aa	3.9Aa

注：表中有相同字母的数据之间没有显著差异，不同大写字母之间表示有极显著差异，不同小写字母之间表示有显著差。

方差分析表明(表 3)：育苗基质总花苞数极显著高于其他处理，木屑基质处理的红叶数和红叶率 X_6 极显著高于其他处理，育苗基质和泥炭土处理绿叶数显著高于其他处理。育苗基质和泥炭土处理总叶片数显著高于沙子、珍珠岩、煤灰、树皮基质。

3.2. 不同生物性状对总花苞数的影响

相关分析表明：蓝莓总花苞数 Y_1 与苗高、叶长、叶宽、茎粗、一次分枝、总叶片数、新梢数、新梢长、茎粗、红叶数无显著相关，总花苞数 Y_1 与红叶率 X_6 ($r = -0.459^*$)显著负相关，和分枝($r = 0.586^*$)显著正相关，与绿叶数($r = 0.746^{**}$)、花枝数 Y_2 ($r = 0.892^{**}$)和每枝花苞数 Y_3 ($r = 0.698^{**}$)极显著正相关。

总花苞数 Y_1 与红叶率 X_6 的回归分析表明：

$$Y_1 = 15.7008 - 0.6800X_6 + 0.0054X_6^2$$

求极值： $Y = 0$ ， $X_6 = 62.96\%$ 。

Table 3. Growth of reproductive growth period in Legacy treated with different substrates**表 3.** 莱克西不同基质处理生殖生长期长势

基质	总花苞数 Y_1 (个)	花穗 Y_2 (支)	红叶数(片)	总叶数(片)	红叶率 X_6 %
煤灰	0.00Bb	0.00Aa	10.67Bb	53.33Ab	20.61Bb
木屑	0.00Bb	0.00Aa	109.33Aa	109.33Aab	100.001Aa
泥炭土	11.33ABab	5.33Aa	25.00Bb	161.00Aa	16.261Bb
砂子	0.00Bb	0.00Aa	48.33ABb	60.33Aab	86.231Aa
树皮	0.00Bb	0.00Aa	10.67Bb	74.00Ab	15.91Bb
育苗基质	21.67Aa	5.00Aa	0.33Bb	138.00Aab	0.26Bb
珍珠岩	0.00Bb	0.00Aa	46.33ABb	67.00Ab	67.51Aa

注：表中有相同字母的数据之间没有显著差异，不同大写字母之间表示有极显著差异，不同小写字母之间表示有显著差。

蓝莓总花苞数 Y_1 由花枝数 Y_2 和每枝花苞数 Y_3 组成，通径分析表明(表 4)：花枝数 Y_2 是决定蓝莓总花苞数 Y_1 的主要因素，每枝花苞数 Y_3 是决定总花苞数 Y_1 的次要因素，所以在生产中要增加蓝莓的总花苞数 Y_1 应该以增加花枝数 Y_2 为主攻目标。

Table 4. Path analysis of components of total bud number Y_1 **表 4.** 总花苞数 Y_1 构成因素的通径分析

模型	偏回归系数		通径系数 Beta	t	显著性
	B	标准误差			
(常量)	-0.337	0.991		-0.340	0.738
每枝花苞数 Y_3	1.730	0.552	0.316	3.136	0.006
花穗 Y_2	2.161	0.300	0.726	7.203	0.000

3.3. 氮磷钾对蓝莓开花的影响

全氮 X_1 、全磷 X_2 、全钾与基质水分对蓝莓总花苞数 Y_1 的通径分析表明(表 5)：本试验全氮 X_1 与总花苞数 Y_1 呈极显著负的通径关系。全氮 X_1 增加 1 g，总花苞数 Y_1 减少 2.726 个。全磷 X_2 与总花苞数 Y_1 呈极显著正的通径关系，全磷增加 1 g，总花苞数增加 3.192 个，基质水分与总花苞数 Y_1 呈极显著正的通径关系，基质水分增加 1%，总花苞数 Y_1 增加 0.662 个。全钾对总花苞数 Y_1 的影响不显著。总花苞数 Y_1 与全氮 X_1 回归分析表明，总花苞数 Y_1 与全氮 X_1 有极显著回归关系，有如下回归方程：

$$\text{总花苞数 } Y_1 = -9.776 + 0.709X_1 - 0.005X_1^2$$

对方程求导，令一阶导数为 0，最佳全氮 $X_1 = 70.1$ ，可得到总花苞数为 0 的蓝莓单株全氮 X_1 临界点为 70.1 g。即单株全氮 X_1 超过 70.1 g 时，蓝莓只会分枝长叶，不会花芽分化。

总花苞数与全磷 X_2 回归分析表明，总花苞数 Y_1 与全磷 X_2 有极显著正回归关系，有如下回归方程：

$$\text{总花苞数 } Y_1 = -76.733 + 8.594X_2 - 0.193X_2^2$$

对方程求导，总花苞数为 0 的蓝莓单株全磷 X_2 临界点为 268.3 g。即单株全磷 X_2 低于 268.3 g 时，蓝莓只会分枝长叶，不会花芽分化。单株全磷 X_2 高于 268.3 g 时，蓝莓才会花芽分化。

基质水分与总花苞数回归分析表明，总花苞数 Y_1 与基质水分 X_3 有显著正回归关系，有如下回归方程：

$$\text{总花苞数 } Y_1 = -28.964 + 2.236X_3 - 0.033X_3^2$$

对该方程求导，总花苞数为 0 的蓝莓基质水分 X_3 临界点为 33.88%。即基质水分 X_3 低于 33.88% 时，蓝莓不会花芽分化。基质水分 X_3 高于 33.88% 时，蓝莓才会花芽分化。

3.4. 钙镁硫铁对蓝莓总花苞数的影响

因子分析表明(表 4)，钙镁硫铁对蓝莓总花苞数的影响各不相同，全镁和全硫对总花苞数没有显著影响，而全钙 X_4 、全铁 X_5 则有显著和极显著影响。

全钙 X_4 与总花苞数 Y_1 回归分析表明，总花苞数 Y_1 与全钙 X_4 有显著负回归关系，有如下回归方程：

$$\text{总花苞数 } Y_1 = -201.179 + 5.174X_4 - 0.031X_4^2$$

对该方程求导，总花苞数为 0 的蓝莓全钙 X_4 临界点为 83.45g。即单株全钙 X_4 高于 83.45g 时，蓝莓不会花芽分化。单株全钙 X_4 低于 83.45 g 时，蓝莓才会花芽分化。

全铁 X_5 与总花苞数 Y_1 回归分析表明，总花苞数 Y_1 与全铁 X_5 有显著正回归关系，有如下回归方程：

$$Y_1 = 2.433 - 0.396 + 0.007X_5^2$$

对该方程求极值，总花苞数 Y_1 为 0 的蓝莓全铁临界点为 28.29 g。即单株全铁 X_5 高于 28.29 g 时，蓝莓才会花芽分化。单株全铁 X_5 低于 28.29 g 时，蓝莓不会花芽分化。

3.5. 氮、磷、钾对每枝花苞数 Y_3 的影响

通径分析表明(表 5)：在大量元素系统中，全氮 X_1 与每枝花苞数 Y_3 呈极显著负的通径关系。全钾与每枝花苞数 Y_3 呈显著负的通径关系，基质水分、全磷 X_2 与每枝花苞数 Y_3 呈极显著正的通径关系。从通径系数大小分析，全磷 X_2 ($p = 3.267$) 是增加每枝花苞数 Y_3 的主要贡献因子，全氮 X_1 ($p = -2.565$) 是减少每枝花苞数 Y_3 的主要贡献因子。

Table 5. Path analysis of the effect of fertilizer on total bud number Y_1

表 5. 肥料对总花苞数 Y_1 影响的通径分析

模型		偏回归系数		t	显著性
		B	标准误差		
大量元素系统	(常量)	-64.878	16.203	-4.004	0.001
	水分	0.649	0.270	2.401	0.029
	全氮	-0.863	0.237	-3.639	0.002
	全磷	5.469	1.264	4.326	0.001
	全钾	-0.137	0.110	-1.238	0.233
微量元素系统	(常量)	21.709	10.456	2.076	0.055
	水分	0.851	0.622	1.367	0.192
	全钙	-0.740	0.387	-1.912	0.075
	全镁	-0.230	0.674	-0.342	0.737
	全硫	0.456	0.809	0.563	0.582
	全铁	0.331	0.144	2.302	0.036
钙铁系统	(常量)	18.310	8.196	2.234	0.039
	水分	0.565	0.361	1.566	0.136
	全钙	-0.561	0.220	-2.553	0.021
	全铁	0.318	0.072	4.435	0.000

3.6. 钙镁硫铁对每枝花苞数的影响

在微量元素系统中(表 6), 镁、硫与每枝花苞数 Y_3 没有显著通路关系, 全钙 X_4 与每枝花苞数 Y_3 呈极显著负的通路关系($p = -1.225$)。全铁 Y_1 与每枝花苞数 Y_3 呈显著正的通路关系($p = 1.142$)。

Table 6. Effect of fertilizer on the number of buds per bud Y_3

表 6. 肥料对每枝花苞数 Y_3 的影响

模型		偏回归系数		通路系数 Beta	t	显著性
		B	标准误差			
大量元素系统	(常量)	-12.126	1.436		-8.442	0.000
	全氮	-0.148	0.021	-2.565	-7.056	0.000
	全磷	1.023	0.112	3.267	9.125	0.000
	全钾	-0.027	0.010	-0.277	-2.807	0.013
	水分	0.115	0.024	0.641	4.794	0.000
微量元素系统	(常量)	4.428	1.189		3.723	0.002
	水分	0.148	0.071	0.828	2.097	0.053
	全钙	-0.150	0.044	-1.551	-3.415	0.004
	全镁	0.061	0.077	0.232	0.794	0.440
	全硫	0.097	0.092	0.291	1.054	0.309
	全铁	0.052	0.016	0.844	3.194	0.006
钙铁系统	(常量)	3.802	1.000		3.804	0.001
	全钙	-0.119	0.027	-1.225	-4.432	0.000
	全铁	0.071	0.009	1.142	8.082	0.000
	水分	0.120	0.044	0.667	2.718	0.015

3.7. 肥料对蓝莓花枝数 Y_2 的影响(表 7)

在大量元素系统中, 全磷 X_2 与花枝数 Y_2 呈显著正的通路关系。全磷 X_2 ($p = 1.928$)是增加花枝数 Y_2 的主要因子, 为了增加蓝莓产量, 在生产中应该注重磷肥的全程施用。全氮 X_1 ($p = -1.320$)是减少花枝数 Y_2 的次要因子, 但未达显著水平。在微量元素系统中, 全钙 X_4 也是减少花枝数 Y_2 的次要因子($p = -1.298$), 但未达显著水平, 他们的通路系数绝对值均大于 1, 值得进一步关注。

Table 7. Effect of fertilizer on the number of flowering branches Y_2 of blueberry

表 7. 肥料对蓝莓花枝数 Y_2 的影响

模型		偏回归系数		通路系数 Beta	t	显著性
		B	标准误差			
大量元素系统	(常量)	-13.149	6.507		-2.021	0.060
	水分	0.114	0.109	0.347	1.054	0.307
	全氮	-0.140	0.095	-1.320	-1.474	0.160
	全磷	1.110	0.508	1.928	2.186	0.044
	全钾	-0.033	0.044	-0.180	-0.741	0.470

Continued

	(常量)	5.387	3.787		1.422	0.175
	水分	0.144	0.225	0.438	0.640	0.532
微量元素系统	全钙	-0.182	0.140	-1.022	-1.298	0.214
	全镁	0.231	0.244	0.477	0.944	0.360
	全硫	0.124	0.293	0.202	0.422	0.679

4. 讨论

1) 蓝莓花枝数 Y_2 是决定蓝莓总花苞数 Y_1 的主要因素, 每枝花苞数 Y_3 是决定蓝莓总花苞数 Y_1 的次要因素。

2) 单株全氮 X_1 超过 70.1 g、单株全磷 X_2 低于 268.3 g, 基质水分低于 33.88% 时蓝莓只会分枝长叶, 不会花芽分化。单株全磷 X_2 高于 268.3 g 时, 蓝莓才会花芽分化。红叶率 X_6 超过黄金分割点 61.8%, 时蓝莓不能花芽分化。在水分控制条件下, 氮对蓝莓开花影响极显著。

3) 磷对增加蓝莓开花影响极显著。钾对增加蓝莓开花影响不显著。硫对增加蓝莓开花影响显著, 铁对增加蓝莓开花影响极显著。综合分析大量元素中, 氮对蓝莓开花影响显著。磷对增加蓝莓开花影响极显著。综合分析微量元素中, 钙、镁、硫、铁均对增加蓝莓开花影响不显著。

4) 红叶率 X_6 超过黄金分割点 62.9% 时, 蓝莓不能花芽分化。该指标可以推荐作为蓝莓田间营养诊断的指标之一。

基金项目

国家重点研发计划项目: 乡村生态景观营造关键技术研究, 编号: 2019YFD1100400; 长沙县科技局重点研究开发计划 2020-24。

参考文献

- [1] 张慧琴, 谢鸣, 梁英龙, 等. 我国蓝莓研发现状及产业化发展潜在优势[J]. 浙江农业科学, 2009(3): 444-447.
- [2] 兰冬灵, 李海玲, 王洁, 等. 不同容器对蓝莓幼苗培育的影响[J]. 中国园艺文摘, 2014(4): 38+57.
- [3] 王业胜. 我国南方地区蓝莓栽培技术探讨[J]. 园艺与种苗, 2015(6): 6-8, 44.
- [4] 董克锋, 胡博, 牟明光, 等. 高丛蓝莓栽植后土壤与施肥管理的关键技术[J]. 果农之友, 2015(5): 24-25.
- [5] 董克锋, 高勇, 姜惠铁. 蓝莓园科学施肥技术[J]. 科学种养, 2015(10): 36-37.