

施肥对台湾青枣营养生长的影响

杨平¹ 孙向阳¹ 王海燕¹ 郭树花¹ 薛岩¹ 续九如²

(¹北京林业大学水土保持学院 ²北京林业大学生物科学与技术学院)

摘要:采用正交试验设计 $L_{16}(4^5)$ 对台湾青枣进行塑料大棚施肥试验,观测其在一个单一生长季节内生长量(包括地径、一次分枝粗和冠幅)的变化,以确定 N、P、K 肥及其配比对台湾青枣营养生长的影响。结果表明:台湾青枣在植株生长期间,N 肥对其生长影响作用最大,其次是 K 肥,最后是 P 肥;台湾青枣生长量达到最大的施肥量是 $m(N)$ 135 g、 $m(P)$ 9.90 g、 $m(K)$ 93.60 g,即在台湾青枣一个单一生长季节里,N、P、K 最佳施肥配比为 $m(N):m(P_2O_5):m(K_2O)=1:0.17:0.84$ 。这对于台湾青枣在北方开始栽培、幼树生长及营养生长阶段具有极为重要的参考价值。

关键词:台湾青枣,施肥试验,生长量,施肥配比

中图分类号:S714.8 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-1522(2007)06-0211-04

YANG Ping¹; SUN Xiangyang¹; WANG Haiyan¹; GUO Shuhua¹; XUE Yan¹; XU Jiuru². **Effects of fertilization on *Zizyphus mauritiana* Lam. growth.** *Journal of Beijing Forestry University* (2007) **29**(6) 211-214 [Ch, 10 ref.]

¹ College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, 100083, P. R. China;

² College of Biological Sciences and Biotechnology, Beijing Forestry University, 100083, P. R. China.

The plastic shed fertilization experiment with an orthogonal experimental design $L_{16}(4^5)$ was conducted to study the effects of N, P, K and their recipe on the growth of *Zizyphus mauritiana* Lam. Ground diameter, the first branch width and crown width were selected as the growth indices. Results showed that in the growth period of *Z. mauritiana*, the effects of fertilization were in the order of $N > K > P$, and the optimal recipe was $m(N)$ 135 g, $m(P)$ 9.90 g, $m(K)$ 93.60 g, ie $m(N):m(P_2O_5):m(K_2O)=1:0.17:0.84$, which provides a scientific basis for the cultivation, seedling growth and nutritious growth of *Z. mauritiana* in north China.

Key words *Zizyphus mauritiana* Lam., fertilization experiment, growth amount, fertilization recipe

台湾青枣 (*Zizyphus mauritiana* Lam.) 是近 20 多年来快速发展起来的热带、亚热带经济果树,被认为是中国加入世界贸易组织以来,在 21 世纪比较有市场发展潜力的经济果树。台湾青枣是一种“反季果树”,果实成熟于冬季,正值水果淡季,果实供不应求,故其经济价值可观。目前在我国南方主要省市有一定面积的种植^[1]。从 2000 年开始,河北、北京、辽宁等北方省市也陆续引种,进行栽培并获得成功^[2-4]。在印度、中国台湾及大陆南方一些主要城市,对台湾青枣营养及施肥已有一些研究报道^[5],但由于地区差异性,特别是土壤理化性状的不同,所推荐台湾青枣的最佳施肥配比也有很大的差别,而在北方地区,这方面的研究还未见报道。随着台湾青

枣在北方得到推广种植,为了使其达到高产、优质,本文采用正交试验设计 $L_{16}(4^5)$,研究了施肥(N、P、K 肥及其配比)对台湾青枣营养生长的影响,以期为建立台湾青枣“施肥—生长—产量”肥料效应模式和生产专用肥料提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验地位于北京市海淀区香山门头村苗圃地日光室温室塑料大棚内。施肥试验前土壤的基本理化性质为:有机质含量 11.4 g/kg、全氮 0.98 g/kg、有效磷 18.5 mg/kg、速效钾 21.57 mg/kg,土壤 pH 值 7.94,土壤为轻质棕壤土。

收稿日期:2006-10-10

http://www.bjfujournal.cn

第一作者:杨平,主要研究方向:植物营养学。电话:010-82830373 Email:yangping6666@163.com 地址:100083 北京林业大学水土保持学院。

责任作者:孙向阳,教授,博士生导师。主要研究方向:土壤学及植物营养学。电话:010-62338103 Email:sunxy@bjfu.edu.cn 地址:同上。

选择3年生台湾青枣嫁接植株进行施肥试验. 供试肥料为目前农林生产上常用的商业性肥料: 尿素(含N 46%)、复合肥(含N、P₂O₅和K₂O各为15%)和K₂SO₄(含K₂O 50%).

1.2 试验设计与施肥方案

台湾青枣栽培密度为2 m×2 m, 使用低床作业方式. 采用不考虑交互效应的正交试验设计L₁₆(4⁵), 重复4次^[6-7]. 初始N肥用量参考文献[8]: 台湾青枣在一个单一生长季节里需要的N肥量为142.25~190.50 g/株, 并根据试验地N、P、K有效养分供应能力, 运用地力差减法计算得出N肥施用量; 再根据文献[9]中推荐的最优施肥配比 $m(N):m(P_2O_5):m(K_2O)=4:2:5$, 即 $m(N):m(P):m(K)=1:0.22:1.04$ 来推算P、K肥用量. 在田间施肥试验中是以尿素、复合肥和K₂SO₄作为肥料施用控制因子, 全年各肥料施用量如表1所示. 肥料分3次施入: 第1次在4—5月份台湾青枣主干更新后进行, 以尿素为主, 适当施用部分复合肥和K₂SO₄; 第2次在大量开花期8—9月份进行, 尿素、复合肥和K₂SO₄施用量各占1/3; 第3次在果实膨大期(10—11月)施肥, 以复合肥和K₂SO₄为主. 在树冠滴水线内开环状沟进行施肥. 施肥试验期间, 进行正常的修剪、整形和疏花疏果, 以及给、排水等一系列果树田间管理.

表1 施肥水平及全年施肥量 g/株

TABLE 1 Fertilization levels and the corresponding amounts in the whole year

水平	肥料种类		
	尿素	复合肥	K ₂ SO ₄
1	0	0	0
2	48.53	151.17	67.45
3	97.06	302.34	134.90
4	145.60	453.50	202.34

1.3 试验指标数据及指标数据的观测

采用地径、一次分枝粗(一次分枝指的是主干更新后, 首次分枝生长出来的枝条, 其直径大小称为一次分枝粗)和冠幅作为生长量指标^[4]. 地径是在植株嫁接接口以上5 cm处用游标卡尺进行测量, 观测时间为第1次施肥前(2005年4月28日)和第2年主干更新之前(2006年4月16日); 对每个处理的4棵植株分别测量, 取其平均值作为该处理的地径观测值. 一次分枝粗是在离分枝基部1 cm处用游标卡尺测量, 测量时间为施肥以后、第2年主干更新之前进行; 每个处理任选2棵作为待测植株, 在植株上沿东、南、西、北方向各选一次分枝进行测量, 取其平均值作为该处理一次分枝粗的观测值. 冠幅测量时间同一次分枝粗, 对每个处理的4棵植株分别用卷尺测量, 取其平均值作为该处理的冠幅观测值.

2 结果与分析

经过1年的施肥试验, 台湾青枣生长量变化的指标观测值如表2所示. 数据用Office软件的Excel作为分析工具.

表2 施肥处理对台湾青枣生长量的影响结果

TABLE 2 Effects of fertilization treatments on the growth amount of *Z. mauritiana*

处理 (试验号)	因子(列数)			测量结果		
	1	2	3	地径增长	一次分枝	冠幅/
	N	P	K	值/cm	粗/cm	m ²
1	1	1	1	2.65±0.04	2.52±0.06	1.27±0.01
2	1	2	2	2.76±0.03	2.58±0.09	1.68±0.01
3	1	3	3	2.78±0.03	2.67±0.07	1.83±0.02
4	1	4	4	3.09±0.14	2.75±0.17	2.07±0.01
5	2	1	2	3.15±0.05	2.72±0.12	2.02±0.01
6	2	2	1	3.18±0.07	2.65±0.13	1.68±0.00
7	2	3	4	3.45±0.05	3.02±0.10	2.61±0.02
8	2	4	3	3.59±0.05	2.72±0.09	2.91±0.01
9	3	1	3	3.95±0.09	2.85±0.08	2.71±0.01
10	3	2	4	4.87±0.04	3.47±0.03	3.19±0.01
11	3	3	1	4.15±0.03	2.76±0.03	2.59±0.01
12	3	4	2	4.73±0.03	2.94±0.06	3.27±0.01
13	4	1	4	4.76±0.04	3.53±0.05	2.99±0.00
14	4	2	3	4.94±0.04	3.72±0.07	3.76±0.01
15	4	3	2	4.81±0.05	3.31±0.09	3.33±0.01
16	4	4	1	4.57±0.04	3.40±0.08	3.13±0.01

2.1 地径

地径增长绝对数量最大的前3个处理依次是14、10和15, 其增长量分别为4.94、4.87和4.81 cm(见表2). 由此, 可以初步断定最佳施肥配比为处理14. 经计算得出: 施N肥, 地径增长的平均值 \bar{x}_N 和极差 R_N 最大, 分别为4.77和1.95 cm; 其次是施K肥; 施P肥的影响最小. 并且由N肥引起的极差值远大于由磷和K肥引起的极差值, 这说明施肥对台湾青枣地径生长的影响为: N肥>K肥>P肥.

对地径观测值进行方差分析^[10], 结果见表3. 氮对地径生长的影响极显著($\alpha=0.01$), 而磷和钾的影响不显著. 这说明台湾青枣地径生长, 特别需要N肥, N肥对其影响效应最明显. F值大小依次是N、K、P, 进一步说明肥料三要素对台湾青枣地径生长的作用大小依次为N>K>P.

表3 方差分析表

TABLE 3 Variance analysis

变差来源	F值			F _α
	地径	一次分枝粗	冠幅	
N	79.21**	28.50**	39.40**	F _{0.01} (3, 6)=9.78
P	2.54	1.50	4.80*	F _{0.05} (3, 6)=4.76
K	2.62	5.00*	6.40*	

注: **表示差异极显著($\alpha=0.01$), *表示差异显著($\alpha=0.05$)

氮对地径生长影响显著,为了选出最佳水平,进行多重比较,结果见表4.由表4得出,水平3和4对地径生长的影响没有显著差异,而水平3和4与水平1和2之间有极显著的差异,水平1与2之间有显著性差异.由此,可认为最佳施肥水平为3和4.

表4 N素不同水平对地径影响的多重比较(LSD方法)

TABLE 4 Multi-comparison of the effects of N different levels on ground diameter (LSD method)

水平	均值/cm	显著水平	
		$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
4	4.77	a	A
3	4.43	a	A
2	3.34	b	B
1	2.82	c	B

注:同一列中字母不同表示差异显著($\alpha=0.05$)或极显著($\alpha=0.01$).表5同此.

2.2 一次分枝粗

一次分枝粗最大值依次出现在处理14、13和10中,分别为3.72、3.53和3.47 cm(见表2).可以初步断定,施肥试验的最优处理是14.把N、P、K三因素对一次分枝粗影响的平均值与施肥水平建立简单对应关系(见图1).从图1中看出,由N素引起一次分枝粗的变化幅度最大,随着N肥施用量增加,一次分枝粗也加大,从2.6 cm增加到3.5 cm;由K素引起的变化幅度次之,随着K肥用量的增加,一次分枝粗也随着增加,但增加的速率比N肥的小;变化幅度最小的是由P素引起,随着P肥施用量的不断增加,其对一次分枝粗的影响由正效应转变为负效应.由此可见,N、P、K肥对台湾青枣一次分枝粗影响的顺序为: $N>K>P$.

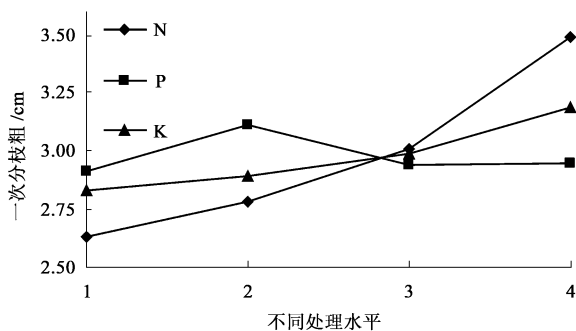


图1 不同处理对一次分枝粗的影响

FIGURE 1 Effects of different treatments on the first branch width

表6 不同处理对冠幅生长影响的多重比较

TABLE 6 Multi-comparison of the effects of different treatments on the growth of crown width

	处 理															
	14	15	12	10	16	13	8	9	7	11	4	5	3	6	2	1
冠幅/ m^2	3.76	3.33	3.27	3.19	3.13	2.99	2.91	2.71	2.61	2.59	2.07	2.02	1.83	1.68	1.68	1.27
显著 $\alpha=0.05$	a	ab	ab	ab	ab	ab	b	bc	bc	bcd	cde	cdef	def	ef	ef	f
水平 $\alpha=0.01$	A	A	A	AB	ABC	ABCD	ABCD	ABCDE	ABCDE	ABCDE	BCDEF	CDEF	DEF	EF	EF	F

注:同一行中字母不同表示差异显著($\alpha=0.05$)或极显著($\alpha=0.01$).

方差分析结果如表3所示.N对一次分枝粗的影响极显著($\alpha=0.01$),K的影响显著($\alpha=0.05$),P的影响不显著.这说明台湾青枣在植株枝条生长期间对N要求最高,其次是K,最后是P.由于在方差分析中,P肥作用效应没有达到显著水平,可以用以上极差分析法来确定P肥最佳施肥配比.

对N不同水平作多重比较,结果见表5.在N肥4个水平中,水平4与水平1和2之间差异极显著($\alpha=0.01$),与水平3达到了显著性差异($\alpha=0.05$),这表明水平4对一次分枝生长影响最大.水平3与水平1之间也有显著差异,而水平3与2以及水平2与1之间差异不显著.由此得出,N肥对台湾青枣枝条生长影响最优的是水平4.

表5 N素不同水平对一次分枝粗影响的多重比较

TABLE 5 Multi-comparison of the effects of N different levels on the first branch width

水平	均值/cm	显著水平	
		$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
4	3.49	a	A
3	3.01	b	AB
2	2.79	bc	B
1	2.63	c	B

2.3 冠幅

冠幅最大值依次出现在处理14、15、12和10中,分别为3.76、3.33、3.27和3.19 m^2 (见表2).可初步断定施肥对台湾青枣冠幅生长影响最优处理及最佳组合配比为处理14.冠幅平均值最大依次是 $x_{N4}=3.30 m^2$ 、 $x_{N3}=2.94 m^2$ 、 $x_{P4}=2.85 m^2$ 和 $x_{K3}=2.80 m^2$.这说明N肥对冠幅生长的影响最大,施用最高N肥量,冠幅达到最大值.极差值为 $R_N=1.95 m^2 > R_K=0.63 m^2 > R_P=0.60 m^2$,说明对冠幅生长影响作用大小依次是: $N>K>P$.

由表3可知,N、P和K3因素对冠幅生长的影响都达到了显著水平.其中,N肥对冠幅生长的影响达到极显著($\alpha=0.01$),说明N肥能够很好地促进台湾青枣冠幅的生长;而P和K对冠幅生长的影响达到了显著水平($\alpha=0.05$),说明P肥和K肥的作用也很重要.

为了选出最佳处理,对16个不同处理作多重比

较(见表6)。由表6可知,在对冠幅生长的影响上,处理14与处理15、12、10、16和13之间没有达到显著性差异,而与其他处理之间均达到了显著差异;处理15、12、10、16和13与处理8、9、7和11之间没有显著差异,处理9和7与处理4和5之间也没有显著差异。这说明处理14最能促进冠幅生长;处理15、12、10、16和13对冠幅生长的影响处在同一个水平上,几乎有同等效应。

以上分析表明:台湾青枣冠幅生长期对N要求最高,P和K次之。最佳施肥配比是处理14。

3 结论与讨论

通过对台湾青枣一个单一生长季节N、P和K不同配比施肥试验,观测其生长量指标的变化,分析结果表明:台湾青枣在植株生长期, N肥对其生长影响作用最大,其次是K肥,最后是P肥;极差分析和方差分析得出,使台湾青枣生长量达到最佳的施肥配比是:施用 $m(N)$ 135 g、 $m(P)$ 9.90 g、 $m(K)$ 93.60 g,即台湾青枣在一个单一生长季节里,N、P、K最佳施肥配比为 $m(N) : m(P_2O_5) : m(K_2O) = 1 : 0.17 : 0.84$ (即 $m(N) : m(P) : m(K) = 1 : 0.07 : 0.69$)。这对于台湾青枣在北方开始栽培、幼树生长,以及营养生长阶段具有极为重要的参考价值。

台湾青枣是一种果树,人们最关心的是其果实产量和品质。因此,后续试验将在土壤理化性质相同或相似条件下,保证其有最佳的营养生长前提,再通过相关试验因子与N、P、K的回归模型分析,以得出其高产、优质的最佳施肥量和施肥配比。

参 考 文 献

- [1] 卢扬荣.台湾青枣栽培技术总结[J].中国南方果树,2001,30(4):62-63.
LU Y R. Summarizing on culture technique of Indian jujube [J]. *South China Fruits*, 2001, 30(4): 62-63.
- [2] 刘慧纯,蒋锦标,邢军.台湾青枣在北方日光温室的试栽表现[J].辽宁农业职业技术学院学报,2003,5(1):15-16.
LIU H C, JIANG J B, XING J. Test on planting Taiwan green jujube in the greenhouse in north area of China [J]. *Journal of Liaoning Agricultural Vocation-Technical College*, 2003, 5(1): 15-16.
- [3] 张义勇,何艳成,刘全国,等.台湾青枣北方日光温室优质丰产栽培技术[J].承德民族职业技术学院学报,2004(2):85-87.
ZHANG Y Y, HE Y C, LIU Q G, et al. The high-yield cultivating techniques of Indian jujube in northern greenhouse [J]. *Journal of Chengde Vocational and Technical College for Nationalities*, 2004 (2): 85-87.
- [4] 李颖岳.引进台湾青枣品种设施栽培的对比研究[D].北京:北京林业大学,2005.
LI Y Y. *Comparison research on introduced ber varieties in protected culture* [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2005.
- [5] 臧小平,雷新涛.毛叶枣的营养与施肥[J].热带农业科学,1999(5):30-35.
ZANG X P, LEI X T. Nutrition and fertilization of ber [J]. *Chinese Journal of Tropical Agriculture*, 1999(5): 30-35.
- [6] 杨德.试验设计与分析[M].北京:中国农业出版社,2002.
YANG D. *Test design and analysis* [M]. Beijing: China Agricultural Publishing House, 2002.
- [7] 洪伟,吴承祯.试验设计与分析[M].北京:中国林业出版社,2004.
HONG W, WU C Z. *Test design and analysis* [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2004.
- [8] MEHROTTA N K. Studies on the removal of N, P and K in ber (*Z. mauritiana* Lamk) cv. Umran [J]. *Punjab Horticultural Journal*, 1987, 27(314): 200-202.
- [9] 梁鹗.经济植物二集[M].台北:丰年社,1989:32-33.
LIANG E. *Economic plants series II* [M]. Taipei: Bumper Harvest Year Publishing House, 1989: 32-33.
- [10] 贾乃光.数理统计[M].北京:中国林业出版社,2002.
JIA N G. *Mathematical statistics* [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2002.

(责任编辑 冯秀兰)