

The Effect of N & K Fertilization on Sweet Cherry in Ningxia Heliogreenhouse

Yue Huang¹, Yuwen Liang¹, Yinbao Zhao^{2*}, Li Ji², Xuemei Feng¹, Haiyin Yue¹, Abo Li¹

¹Institute of Germplasm Resources for Academy of Agricultural and Forestry Sciences of Ningxia, Yinchuan Ningxia

²Institute of Quality Standard and Testing Technology for Agro-Products of Ningxia, Yinchuan Ningxia
Email: huangyue_666@163.com, *76053176@qq.com

Received: Mar. 4th, 2018; accepted: Mar. 18th, 2018; published: Mar. 29th, 2018

Abstract

In view of the high saline-alkali content in soils in northern Ningxia, poor cherry adaptability, low yield, and unreasonable fertilization, the two-factor two-equation D-saturated optimal design was used, the effect of N&K fertilization on sweet cherry was researched in Ningxia Heliogreenhouse of the scientific research development zone of Helan Horticultural Industry Park. The mathematical function regression model of N & K fertilization amount and target yield was established, and the optimum fertilizer amount and N & K ratio were optimized. The results showed that within the range of experiment, the yield increased with the increase of N fertilizer amount, and then increased first and then decreased with the increase of K fertilizer amount. The analysis shows that the sweet cherry suitable nitrogen and potassium fertilization ratio is about 1.35:1, the best N, K fertilization amount were 2.12 kg, 1.57 kg, the suitable N fertilizer fertilization range is 2.05 - 2.5 kg and the suitable K fertilizer fertilization range is 0.9 - 1.65 kg.

Keywords

Heliogreenhouse, Sweet Cherry, Saturated D-Optimal Design

宁夏日光温室甜樱桃氮钾施肥对产量的影响

黄岳¹, 梁玉文¹, 赵银宝^{2*}, 季莉², 冯学梅¹, 岳海英¹, 李阿波¹

¹宁夏农林科学院种质资源研究所, 宁夏 银川

²宁夏农产品质量标准与检测技术研究所, 宁夏 银川
Email: huangyue_666@163.com, *76053176@qq.com

收稿日期: 2018年3月4日; 录用日期: 2018年3月18日; 发布日期: 2018年3月29日

*通讯作者。

文章引用: 黄岳, 梁玉文, 赵银宝, 季莉, 冯学梅, 岳海英, 李阿波. 宁夏日光温室甜樱桃氮钾施肥对产量的影响[J]. 植物学研究, 2018, 7(2): 226-232. DOI: 10.12677/br.2018.72029

摘要

针对宁夏北部地区土壤盐碱含量高,大樱桃适生性差、产量低、施肥不合理的问题,采用N、K二因素二次D-饱和最优设计,在宁夏贺兰园艺产业园科研开发区日光温室中进行施肥试验,研究了N、K配施对4年生甜樱桃初果期产量的影响,建立N、K施肥量与目标产量形成的二元二次数学函数回归模型,优化施肥量及N、K配比,以期今后大樱桃科学合理施肥提供技术支撑。结果表明:在试验范围内,产量随N肥施肥量增加而增加,随钾肥施肥量增加则呈现出先增加后降低趋势。甜樱桃适宜的氮钾施肥比例约为1.35:1,最佳N、K施肥量分别为2.12 kg、1.57 kg,适宜的N肥施肥量区间为2.05~2.5 kg,适宜的K肥施肥量区间为0.9~1.65 kg。

关键词

日光温室,甜樱桃,D-饱和最优设计

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

甜樱桃(*Prunus avium* L.),果实色艳、营养丰富是“果中珍品”,设施栽培经济效益好,市场前景广。随着甜樱桃市场行情的快速发展,宁夏的果树种植者也开展了小范围、小规模引种栽培,由于甜樱桃适宜生长在弱酸性及弱碱性土壤环境中,而宁夏北部土壤盐碱含量高,且土壤中K元素含量普遍偏高,在实际栽培过程中又缺乏科学配套的施肥技术指导,盲目参照其它果树施肥方法进行栽培,其不合理的施肥及肥料配比均影响了甜樱桃的正常生长,促进甜樱桃黄叶、落叶、低产、死树等问题发生。目前,针对宁夏甜樱桃施肥与产量模型的研究未见报道。本试验通过氮、钾二因素二次D-饱和最优设计[1][2][3],开展氮、钾肥施用量与产量之间的影响研究,并建立施肥模型,以期宁夏日光温室甜樱桃栽培合理施肥提供科学的理论依据。

2. 材料与方法

2.1. 试验地概况

试验于2016年在宁夏银川市贺兰园艺产业园科研开发区日光温室内进行。试验地位于贺兰县境内,地理坐标在105°53'~106°36',北纬38°26'~38°48'之间,海拔1102~1122米,属中温带干旱气候区。贺兰县年均日照为2935.5小时,太阳辐射总量全年为140.9千卡/厘米,年均气温在7.9℃~8.6℃之间,极端最高气温36.7℃,极端最低温度-27.7℃。大于或等于0℃的积温为3753.2℃,大于或等于5℃的积温为3619.6℃,大于或等于10℃的积温为3281.6℃,大于或等于15℃的积温为2629.9℃。年降水量为177.8 mm,无霜期148~158天。试验温室坐北朝南,东西走向,长66 m,跨度8 m,脊高3.5 m,后墙高3 m,净面积462 m²后墙和山墙均为砖混结构,外侧安装保温聚苯板,棚架为钢架并覆盖聚氯乙烯无滴膜,配有保温棉被和电动卷帘机。试验地土壤质地为沙壤土,全盐0.98 g/kg,有机质11.4 g/kg,全氮0.44 g/kg,全磷0.42 g/kg,全钾15.6 g/kg,速效氮71 g/kg,速效磷48 g/kg,速效钾275 g/kg, pH8.03。

2.2. 试验材料

试验选择无病虫害、生长正常、树势一致的4年生红灯为试材,株行距1.5 m×3 m,树型结构为细长纺锤形。肥料选择以尿素(N46%)、硫酸钾(K₂O≥52%)以追肥形式分别于开花前期、果实膨大前期、果实膨大中期及果实转色前期分四次施入。

2.3. 栽培管理

试验温室内树体于上一年10月中旬开始扣棚休眠,休眠期间白天扣棚遮阳夜间卷帘通风降温,12月中旬开始破眠升温。萌芽期温度5℃~22℃,相对空气湿度60%~80%;花期温度8℃~20℃,相对空气湿度50%~60%;幼果期温度10℃~28℃,相对空气湿度50%~70%;果实成熟期温度15℃~30℃,相对空气湿度50%~60%。

2.4. 试验方法

试验采用二因素二次D-饱和最优设计,建立N、K与甜樱桃产量的回归模型,建立二次多项式: $Y = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_{12} * x_1 * x_2 + b_{11} * x_1^2 + b_{22} * x_2^2$,其中x₁、x₂分别为N、K编码值,b为回归系数,Y为甜樱桃产量。试验以单株小区为处理,三次重复。试验N、K各因素水平编码值及施肥方案分别见表1。

2.5. 产量测定

果实成熟时统一采收,并计算单株产量。

3. 结果与分析

3.1. 回归模型的建立和检验

以表2中N(X₁)、K(X₂)的编码值为自变量,产量(Y)值为因变量,进行回归分析,得出甜樱桃产量和N、K编码值之间的回归方程: $y = 515.67 + 76.98 * X_1 + 32.76 * X_2 - 74.93 * X_1 * X_2 + 41.62 * X_1^2 - 117.25 * X_2^2$,由于饱和最优设计的总自由度与回归自由度相等,不能进行方差分析,试验结果的精度只能由实际测定值Y与理论值Y[^]的相关系数来验证。表2中理论值Y[^]与实际值Y的相关系数为0.99,达到极显著水平,说明该回归模型方程能够反映N、K施用量与甜樱桃产量之间的关系,具有一定的实际意义,可用该模型进行各项指标的分析。

Table 1. Design of various factors coding value and fertilizer schemes for N & K

表 1. N、K 各因素编码值及施肥方案设计

处理 treatment	因子编码值及各因子施肥量(KG/株) coding value and factors fertilizer amount			
	N(X ₁)编码值 coding value	N 施肥量 fertilizer amount	K(X ₂)编码值 coding value	K 施肥量 fertilizer amount
1	-1	0.5	-1	0.5
2	1	2.5	-1	0.5
3	-1	0.5	1	2.1
4	-0.1315	1.3685	-0.1315	1.1948
5	1	2.5	0.3944	1.61552
6	0.3944	1.8944	1	2.1

Table 2. N、K Fertilization treatments and yield of N & K
表 2. N、K 各因素施肥处理及产量

处理 treatment	各因子编码值及产量实际平均值及理论值 coding value and average yield and theoretical value			
	N(X1)编码值 coding value	K(X2)编码值 coding value	(Y)单株产量均值 g average yield of per plant	(Y [^])理论值 theoretical value
1	-1	-1	255.36	255.43
2	1	-1	559.18	559.20
3	-1	1	470.75	470.72
4	-0.1315	-0.1315	498.67	498.64
5	1	0.3944	599.40	599.38
6	0.3944	1	438.46	438.41

3.2. N、K 因子主效应分析

通过比较模型中各因素回归系数绝对值的大小可反映出各因素的重要程度，交互项系数的正负值可说明两种因素之间的促进与拮抗作用[4]。根据产量回归模型可知，回归方程中 N、K 各因素回归系数的绝对值分别为： $|b_1| = |76.98| = 76.98$ ， $|b_2| = |32.76| = 32.76$ ， $|b_1| > |b_2|$ 即氮肥的重要程度远大于钾肥，说明氮肥对产量的影响大于钾肥，施肥过程中不可忽视氮肥的作用。回归方程中，N、K 交互项系数为-74.93，说明两者之间存在一定的拮抗作用。通过 X1、X2 对产量 Y 求一阶偏导数可得方程组：(1) $515.67 + 76.98 * x_1 + 41.62 * x_1 * x_1 = 0$ ，(2) $515.67 + 32.76 * x_2 - 117.25 * x_2 * x_2 = 0$ ，解决此方程组得 $X_1 = 0.621$ ， $X_2 = 0.338$ ，将此施肥水平换算成施肥量可得株施 N 肥 2.12 kg，施 K 肥 1.57 kg，N、K 比例为 1.35:1，在此施肥量下可得最佳单株产量为 561.4 g。

3.3. N、K 因子单因子效应分析

在得到的产量回归模型中，将任意一个因素的 X_i 取值为 0 水平，即可得到另外一个因素与甜樱桃产量的效应方程，从而得出各单因素回归模型见图 1。

由图 1 中 N、K 单因素施肥模型可看出，N、K 因素同时处于低水平时，N 肥可获得相对 K 肥较高的产量，N 肥获得的产量是 K 肥获得产量的 1.3 倍。随着 N 肥施肥水平的增加，其产量总体呈上升趋势，但幅度变化相对平缓。而 K 肥随着施肥水平的增加，其产量呈先增加后下降趋势。当 N、K 处于[-0.1315, 0]水平区间时，可获得基本相同的产量效应，所得产量区间分别为 506.27 g、515.67 g，两者只相差 9.4 g。当 N、K 处于[-1, 0]区间水平时，N 肥所得产量区间为[480.31 g, 506.27 g]，产量区间差值为 25.9 g，K 肥所得产量区间为[365.66 g, 506.27 g]，产量区间差值为 140.61 g，说明在[-1, -0.1315]低水平区间内，N、K 施肥量的增加有利于提高甜樱桃产量，而且 K 肥产量的提升空间是 N 肥的 5.4 倍，多施 K 肥更有利于提高甜樱桃产量。当 N、K 处于[0, 1]水平区间时，N、K 施肥量的增加对甜樱桃产量呈现出背离趋势，其中产量随 N 肥施用量增加而增加，随 K 肥施用量增加而减少。

3.4. N、K 因素互作效益曲面图分析

由 N、K 因素交互对甜樱桃产量的影响表 3 及图 2 的三维曲面图可以明显看出，当 N 取值最高水平 1 时，K 取值-0.1315 水平时，甜樱桃产量为 637.8 g；当 N 取值最低水平-1 时，K 处于 0.5 水平时，甜樱桃产量为 504.84 g。总体来看，当 N 取值在区间[-1, 1]，K 取值在区间[-1, 0.5]变化时，甜樱桃产量

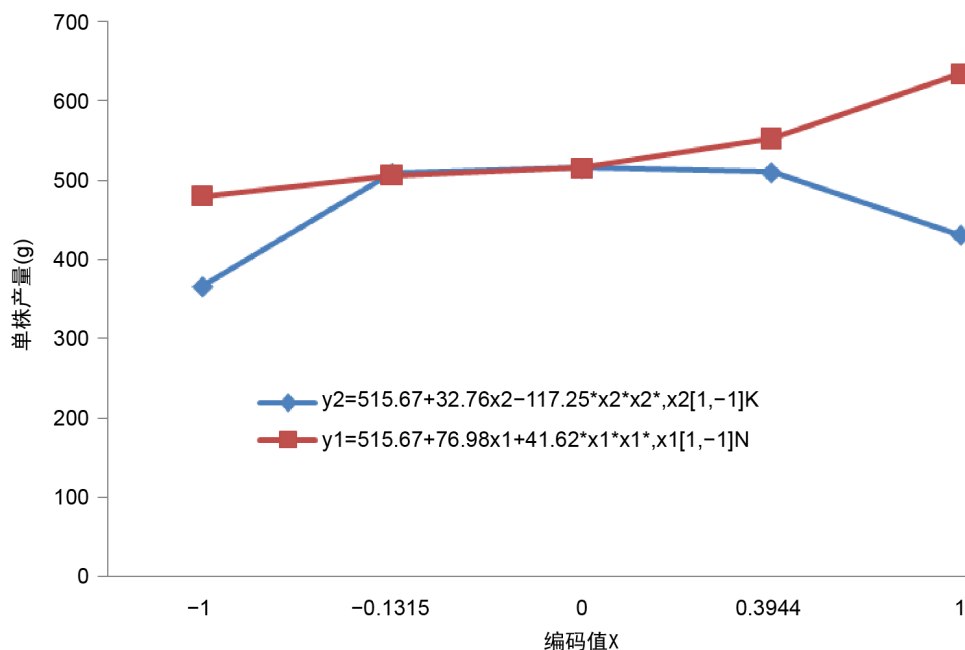


Figure 1. Single factor benefit analysis of N & K on sweet cherry yield

图 1. N、K 对甜樱桃产量的单因素效益分析

Table 3. Effects of N & K factor interaction on yield of sweet cherry

表 3. N、K 因素交互对甜樱桃产量效应的影响 g/株

元素/编码值 factor/coding value	X1(N)						
X2(K)	-1	-0.5	-0.1315	0	0.3944	0.5	1
-1	255.37	300.11	346.40	365.66	432.05	452.02	559.19
-0.5	397.15	423.16	455.65	469.98	521.59	537.61	626.04
-0.1315	464.12	476.32	498.64	509.33	550.06	563.16	637.79
0	480.31	487.59	506.27	515.67	552.50	564.57	634.27
0.3944	504.54	497.04	504.84	510.35	535.53	544.47	599.40
0.5	504.84	493.39	498.26	502.74	524.80	532.90	583.87
1	470.75	440.56	431.63	431.18	438.46	442.61	474.85

随 N、K 取值增加而增加，产量的变化区间为 504.84 g 至 637.8 g。在该种情况下，N、K 效互对产量的形成具有促进作用；而当 N 取值在区间[-1, 1]，K 取值在区间[1, 0]变化时，甜樱桃产量随 N 取值增加，随 K 取值减少而增加，产量变化区间为 470.75 g 至 634.27 g，在该种情况下，N、K 效互对产量的形成具有促进作用。

3.5. 回归模型优化分析

在试验范围内，根据表 1 将编码值分为四个水平，共有 16 个处理组合，以单株产量 500 g 为目标产量，对超过目标产量的 7 个处理组合进行频率分析，由表 4 可以看出，在 95% 的置信区间内，N、K 施肥优化方案为：N2.05~2.5 kg/株，K0.9~1.65 kg/株。优化后的值具有一定的变化范围，在实际施肥过程中可以根据土壤养分及树势的情况灵活掌握。

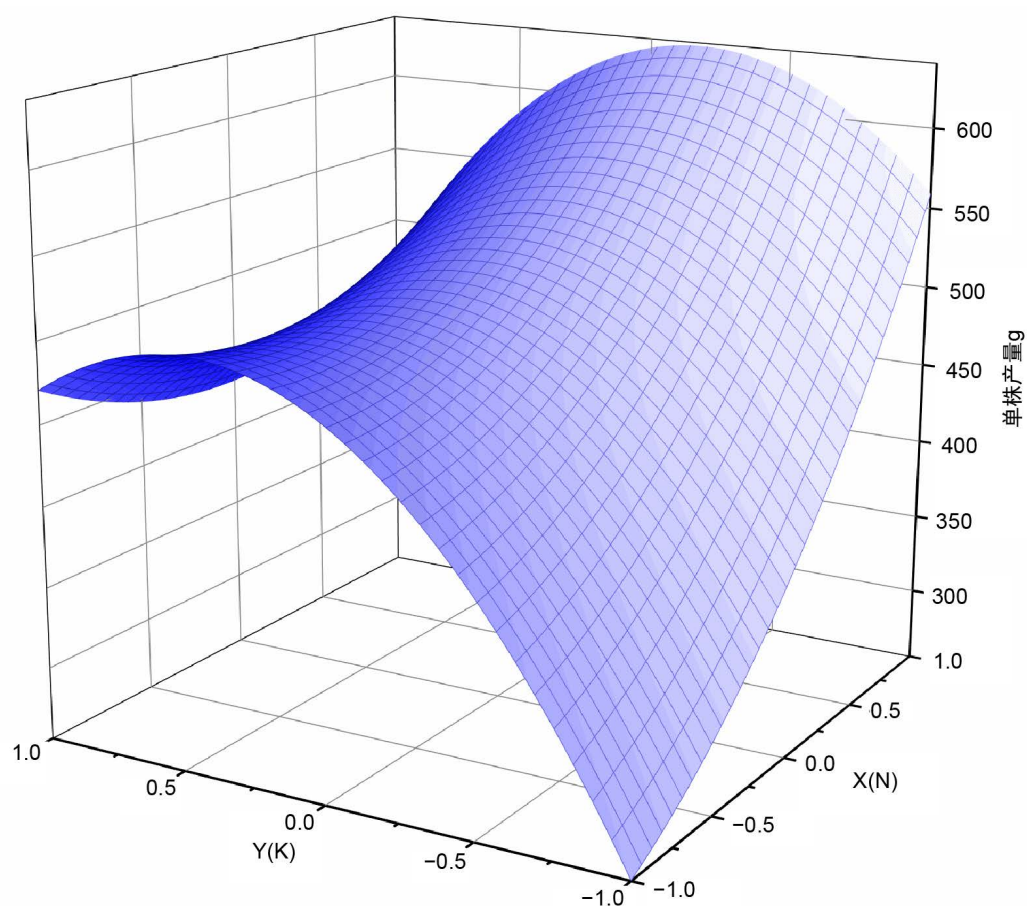


Figure 2. Analysis of interaction effect curved surface of N&K on sweet cherry yield

图 2. N、K 对甜樱桃产量的交互效应曲面分析

Table 4. The factors frequency distribution of over target yield

表 4. 甜樱桃产量超过目标产量的因素取值频率分布

编码值 coding value	X1(N)		X2(K)	
	频数 frequency	频率% frequency rate	频数 frequency	频率% frequency rate
-1.00	0.00	0.00	1.00	14.30
-0.13	0.00	0.00	3.00	42.90
0.39	2.00	28.60	3.00	42.90
1.00	5.00	71.40	0.00	0.00
平均值 average value		0.83		-0.03
标准误 Standard error		0.11		0.19
95%置信区间 95%confidence intervals	0.55	1.0	-0.49	0.43
最佳施肥量 kg/株 the best fertilizer amount kg/plant	2.05	2.50	0.90	1.65

4. 结论

(1) 通过上述分析发现,合理增施氮肥可有效促进甜樱桃产量的提高,而过量施用钾肥可导致甜樱桃产量下降。由于在现有的土壤养分条件下速效钾含量是速效氮含量的3倍多,氮肥对甜樱桃产量的促进作用远大于钾肥,适宜的氮钾施肥比例约为1.35:1,实际施肥过程中要因土而宜,需要注意N肥的充足供应,其次要注意控制钾肥用量。根据分析得出,甜樱桃最佳N、K施肥量分别为2.12 kg、1.57 kg,适宜的N肥施肥量区间为2.05~2.5 kg,适宜的K肥施肥量区间为0.9~1.65 kg。

(2) 本试验建立的甜樱桃N、K施肥量与产量关系模型是针对4年生甜樱桃初果期,随着树龄的增加,产量也在增加,特别是进入丰产期后对养分的需求量会大量增加。所以,甜樱桃丰产期的N、K施肥量与产量的关系还需要进一步研究,以建立更为完善的施肥体系。

基金项目

宁夏设施农业园区专项。

参考文献

- [1] 高洪泽. 运用 Excel 建立二次饱和 D-最优设计回归模型[J]. 现代农业科技, 2010(22): 20-21.
- [2] 刘伟明. 二次饱和 D-最优设计在甘薯栽培试验中的应用[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(35): 21625-21626, 21633.
- [3] 刘中平, 宋小顺, 张麦生, 等. 氮磷钾肥效三元二次回归模型施肥参数方法探讨[J]. 中国农技推广, 2011, 27(2): 36-38.
- [4] 刘正民, 郭素娟, 徐丞, 等. 基于饱和 D-最优设计的“燕山早丰”施肥研究[J]. 北京林业大学学报, 2015, 37(1): 70-77.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5665, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: br@hanspub.org