

不同施肥处理对树莓果实产量和品质的影响

吴正超¹, 刘小虎¹, 韩晓日¹, 李文², 代汉萍³, 杨晓竹¹

(1. 沈阳农业大学 土地与环境学院, 辽宁 沈阳 110866; 2. 东陵区土肥站 辽宁 沈阳 110015; 3. 沈阳农业大学 园艺学院 辽宁 沈阳 110866)

摘要: 通过“3414”田间试验, 研究了沈阳东陵树莓生产基地不同施肥处理对树莓产量和品质的影响。结果表明: 施底肥树莓增产 38.73%; 追施化肥树莓的产量提高 16.47%~90.35%; 氮磷钾合理配施能明显提高树莓的产量, 在施肥量 N 90 kg/hm²、P₂O₅ 198.42 kg/hm²、K₂O 90 kg/hm² 时, 树莓产量最高, 为 11 366.53 kg/hm²。施底肥可以明显改善树莓的品质, 提高树莓果实的口感; 施用氮磷钾肥均能显著提高树莓的品质, 其中氮肥施用量在 90 kg/hm² 时能提高树莓的品质, 比对照可溶性糖含量提高 26%, 糖酸比和 VC 含量也有显著的提高; 磷肥的施用量在 45~90 kg/hm² 时对树莓的品质有一定的改善; 钾肥对树莓品质的整体提高有显著的效果, 与空白相比, 随着施钾量的增加, 可溶性糖含量大幅增加, 增加量达到 18.8%~39.1%, VC 增加量为 14.9%~34.5%, 糖酸比提高显著, 最高达 5.75:1。不同肥料对树莓品质的贡献顺序为: 钾肥>氮肥>磷肥。

关键词: 棕壤; 树莓; 施肥; 产量; 品质

中图分类号: S 663.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)12-0009-04

红树莓又称红覆盆, 属于蔷薇科(Rosaceae)悬钩子属(*Rubus* L.)多年生落叶灌木植物。其果实营养价值极高。具有很好的保健和医疗功效, 被国外誉为“第3代水果”^[1,2]。

树莓在我国的栽种历史比较长, 但有关树莓的研究大多着重于品种适应性和栽培技术方面, 虽然国内有关树莓品质的研究有一定的报道, 如尚国华^[3]、王文之^[4]对树莓的营养成分进行了研究, 但是这些基本上是对树莓品质一个整体上的评价, 并没有涉及关于施肥种类和施肥技术对树莓果实品质的影响。

为了解树莓在辽宁地区种植的适应性及探讨树莓高产优质的施肥技术, 试验于 2009 年开始进行了不同肥料品种及不同施肥技术对树莓产量、品质及土壤肥力影响的研究, 现就有关树莓品质研究方面的田间试验和室内分析结果作初步探讨。

1 材料与方法

1.1 试验地点

该试验于 2008 年 12 月至 2009 年 8 月, 在沈阳市东

陵区树莓育苗中心的实验田内进行, 该地块种植树莓时间 2 a 以上。土壤为棕壤。土壤肥力状况为有机质含量 19.69 g/kg, 全氮含量 1.35 g/kg, 全磷含量 0.94 g/kg, 全钾含量 25.73 g/kg, 碱解氮 89.0 mg/kg, 速效磷 13.4 mg/kg, 速效钾 52.9 mg/kg, pH 6.5。

1.2 试验材料

试验材料为引自匈牙利的树莓品种: 菲尔杜德, 该试验采用的研究对象均为 2 a 生以上的树莓。

1.3 试验设计

试验采用“3414”设计(表 1), 即 3 个因素 N、P、K 和 4 个施肥水平 0、1、2、3。0 水平为不施肥, 2 水平为最佳施肥量, 1 水平=2 水平×0.5, 3 水平=2 水平×1.5; 不设重复, 采用随机排列, 小区面积 24 m²。全部施用有机肥(辽阳产干鸡粪, 养分含量: 有机质 25.5%, 氮 1.63%, 磷 1.54%, 钾 0.85%)做底肥, 施用量为 1 800 kg/hm²。化肥为尿素(含氮 46%)、过磷酸钙(含磷 12%)和硫酸钾(含钾 50%); 开花见果期追施。此外, 设一个不施底肥不追施化肥的处理(CK)。

1.4 测定方法

在果实成熟期随机在每个小区统一选取生长健壮长势及树冠一致的植株进行果实采集, 采用常规方法测定果实中 VC、可溶性糖和有机酸含量^[5]; 测产时将树莓成熟期间的几个批次采收的产量之和作为树莓总产量。采用 SPSS 16.0 统计软件和 Excel 软件对试验数据进行统计分析。

第一作者简介: 吴正超(1984), 男, 辽宁盖州人, 在读硕士, 现主要从事植物营养与施肥技术研究工作。E-mail: wuzhengchao66@163.com。

通讯作者: 刘小虎(1966), 男, 博士, 教授, 研究方向为新型肥料与现代施肥技术。E-mail: liuxiaohu@mail@163.com。

基金项目: 农业部“948”资助项目(2006-G-25)。

收稿日期: 2010-03-29

表 1 各处理施肥方案

处理号	处理	N / kg · hm ⁻²	P ₂ O ₅ / kg · hm ⁻²	K ₂ O / kg · hm ⁻²
1	N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0
2	N ₀ P ₂ K ₂	0	90	90
3	N ₁ P ₂ K ₂	45	90	90
4	N ₂ P ₀ K ₂	90	0	90
5	N ₂ P ₁ K ₂	90	45	90
6	N ₂ P ₂ K ₂	90	90	90
7	N ₂ P ₃ K ₂	90	135	90
8	N ₂ P ₂ K ₀	90	90	0
9	N ₂ P ₂ K ₁	90	90	45
10	N ₂ P ₂ K ₃	90	90	135
11	N ₃ P ₂ K ₂	135	90	90
12	N ₁ P ₁ K ₂	45	45	90
13	N ₁ P ₂ K ₁	45	90	45
14	N ₂ P ₁ K ₁	90	45	45
15	CK	0	0	0

表 2 不同施肥处理对树莓产量的影响

处理号	施肥处理	产量 Fruit yield		较不施肥增产 Increased/ %
		/ kg · plot ⁻¹	/ kg · hm ⁻²	
1	N ₀ P ₀ K ₀	17.30	5 971.48	—
2	N ₀ P ₂ K ₂	24.60	8491.24	42.20
3	N ₁ P ₂ K ₂	28.51	9 840.87	64.80
4	N ₂ P ₀ K ₂	26.71	9 219.56	54.39
5	N ₂ P ₁ K ₂	29.39	10 144.62	69.88
6	N ₂ P ₂ K ₂	32.93	11 366.53	90.35
7	N ₂ P ₃ K ₂	26.40	9 112.55	52.60
8	N ₂ P ₂ K ₀	23.44	8 090.84	35.49
9	N ₂ P ₂ K ₁	24.74	8 539.57	43.01
10	N ₂ P ₂ K ₃	28.18	9 726.96	62.89
11	N ₃ P ₂ K ₂	30.12	10 396.60	74.10
12	N ₁ P ₁ K ₂	24.80	8 560.28	43.35
13	N ₁ P ₂ K ₁	22.90	7 904.45	32.37
14	N ₂ P ₁ K ₁	20.15	6 955.23	16.47
15	CK	12.47	4 304.30	

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对树莓产量的影响

不同施肥处理的树莓产量见表 2, 各处理小区树莓产量的变化范围是 4 304.3 ~ 11 366.5 kg/hm², 其中处理 15(CK)的产量最低, 产量为 4 304.3 kg/hm²; 其次为处理 1(N₀P₀K₀), 产量为 5 971.48 kg/hm²; 处理 6(N₂P₂K₂)的产量最高, 为 11 366.53 kg/hm²。单施底肥处理(N₀P₀K₀)与空白对照(CK)相比, 树莓产量提高了 38.73%; 施化肥各处理与不施化肥(N₀P₀K₀)处理相比, 树莓产量提高 16.47%~90.35%, 平均值增产 52.5%。这表明在该树莓种植区的土壤上, 施用有机肥和化肥对于增加树莓产量都是有效的, 而且施用化肥的增产作用要优于有机肥。可以进一步开展有机肥不同用量与化肥配施对树莓产量影响的研究。

根据表 1 各处理的施肥量和表 2 相对应的产量数据, 可得到 3 个关于氮、磷、钾单因素回归方程:

$$\hat{y} = 8\,357.7 + 54.75N - 0.27N^2 \quad (R^2 = 0.92), \hat{y} = 9\,030.9 + 54.99P - 0.39P^2 \quad (R^2 = 0.78), \hat{y} = 7\,748.6 + 52.99K - 0.26K^2 \quad (R^2 = 0.64)$$

根据回归方程得出氮、磷、钾的推荐施肥量: N 为 101.4 kg/hm²、P₂O₅ 为 70.5 kg/hm²、K₂O 为 101.9 kg/hm²。

2.2 不同施肥处理对树莓品质的影响

VC、可溶性糖和有机酸等指标含量是评价浆果类果实品质的重要参数^[9]。从表 3 可知, 单施有机肥的处理(N₀P₀K₀)与空白对照(CK)相比, 可溶性糖含量提高 5.2%, VC 含量提高 3.8%, 糖酸比增加了 26.29%。说明施用有机肥能改善树莓的品质。施化肥各处理与不施化肥(N₀P₀K₀)处理相比, 可溶性糖含量、VC 含量和糖酸比(除个别处理外)也均有不同程度的提高。按 95% 置信度计算, 可溶性糖含量提高 15.6%~35.9%, VC 含量 13.3%~28.4%, 糖酸比 8.7%~24.3%。分析结果

表 3 不同施肥处理对树莓品质的影响

处理号	施肥处理	可溶性糖含量	有机酸含量	糖酸比	VC 含量
		Soluble sugar / %	Titratable acids / %	Sugar acid ratio	Vitamin C / mg · (100 g) ⁻¹
1	N ₀ P ₀ K ₀	6.1	1.31	4.66	19.2
2	N ₀ P ₂ K ₂	6.9	1.32	5.26	19.4
3	N ₁ P ₂ K ₂	7.3	1.43	5.21	22.6
4	N ₂ P ₀ K ₂	7.2	1.38	5.22	23.6
5	N ₂ P ₁ K ₂	8.8	1.36	6.45	23.8
6	N ₂ P ₂ K ₂	8.7	1.47	5.92	24.9
7	N ₂ P ₃ K ₂	7.8	1.39	5.63	24.7
8	N ₂ P ₂ K ₀	6.4	1.48	4.32	18.9
9	N ₂ P ₂ K ₁	7.6	1.49	5.10	21.7
10	N ₂ P ₂ K ₃	8.9	1.55	5.75	25.4
11	N ₃ P ₂ K ₂	7.1	1.41	5.02	25.1
12	N ₁ P ₁ K ₂	7.6	1.61	4.72	20.8
13	N ₁ P ₂ K ₁	6.9	1.60	4.31	20.9
14	N ₂ P ₁ K ₁	6.3	1.45	4.34	20.5
15	CK	5.8	1.57	3.69	18.5

表明, 有机肥在改善树莓果实糖酸比方面的效果比较明显。而化肥的施用对于提高可溶性糖和 VC 含量更为有效, 但由于有机肥与化肥之间可能存在交互作用, 因此, 可溶性糖和 VC 含量的提高还不能完全解释为化肥的单独作用。

2.3 不同施肥水平对树莓品质的影响

2.3.1 不同施肥水平对树莓可溶性糖含量的影响

通过对不同施肥水平处理下树莓可溶性糖含量的分析结果可知(图 1), 在磷钾施用量不变的情况下, 2 水平施氮量的树莓可溶性糖含量最高, 为 8.7%, 与其它水平施氮量相比, 差异显著; 与 0 水平施氮量下的可溶性糖含量相比较, 增加量达到了 26%。可见, 增加氮肥的施用量

可以极大地提高可溶性糖含量,但是在3水平施氮量条件下,可溶性糖含量并没有直线增长,而是下降了,说明树莓可溶性糖含量并不是随着施氮量的提高而增加。有人认为氮肥过多会促进蔗糖分解,不利于糖分的运输与积累,同时还会提高瓜果中的苦味氨基酸含量,影响瓜果的甜度^[7]。在氮、钾施用量不变的情况下,与0水平施磷量相比,1、2、3水平施磷量的可溶性糖含量都有了显著增加,其中1水平和2水平施磷量下增加的幅度最大,相比之下,3水平施磷量的增幅不大。在氮、磷施用量不变的情况下,随着施钾量的增加,可溶性糖含量均大幅增加,呈直线上升趋势,增加量达到18.8%~39.1%,这可能是因为钾素能促进果实中的淀粉转化为糖,增加糖含量,但在施用量加大时,可溶性糖含量的增幅变得缓慢了。有研究认为在一定的范围内随着钾用量的增加,黄瓜中蔗糖合成酶(SS)的活性显著提高^[8],但不是无限上升,继续增加钾用量,会导致该酶活性下降。在该试验条件下,施用钾肥能不同程度地影响树莓的糖含量。钾用量越大,可溶性糖含量越高,但到一定的量后增加趋势渐缓,与以上在黄瓜上的表现趋势基本一致。

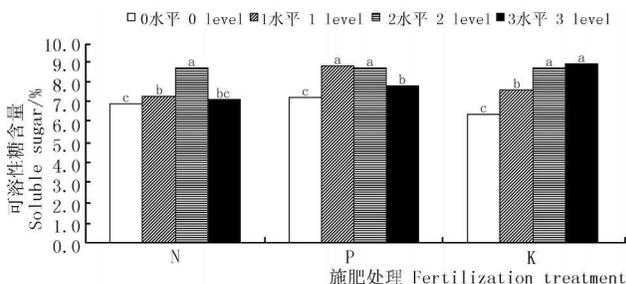


图1 不同施肥水平对树莓可溶性糖含量的影响

Fig. 1 Effects of different fertilization levels on soluble sugar content of raspberry

注:柱顶标注不同字母者表示差异显著($F=0.05$),下同。

Note: Different letter on top of column means significant difference the same below.

2.3.2 不同施肥水平对树莓有机酸含量的影响 不同施肥水平对树莓有机酸含量的影响见图2,可以看出,在不同施氮水平下,树莓果实有机酸含量呈一定的缓慢增长趋势,0水平施氮量有机酸含量最低,为1.32%,而2、3水平施氮量的有机酸含量差异不是很明显。在不同施磷水平下,各水平施磷处理的有机酸含量变化不是很大,只是随着施磷量的增加,基本上有机酸含量略有增加,2、3水平处理的含量最高,分别为1.47%和1.48%,但其间的差异不显著。在不同施钾水平条件下,各处理的有机酸含量变化幅度在1.47%~1.55%之间,处理之间差异不显著,可见施钾肥对树莓酸度的影响不大,这与相关研究的结果比较一致^[9]。

2.3.3 不同施肥水平对树莓糖酸比的影响 由表3可

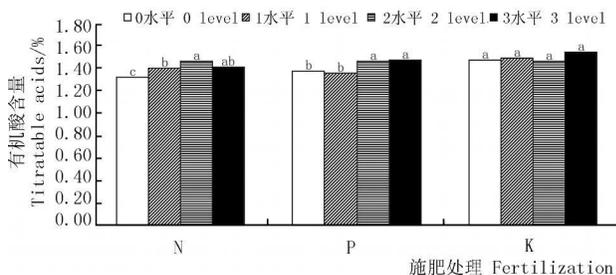


图2 不同施肥水平对树莓有机酸含量的影响

Fig. 2 Effects of different fertilization levels on the organic acid content of raspberry

知,树莓的糖酸比在不同施氮水平下,处理6即2水平的施氮量的糖酸比最高,为5.92:1;最低的为3水平施氮量,仅为5.02:1;其余2个水平的施氮量的糖酸比相差不大。在不同施磷水平下,1、2水平的施磷处理树莓的糖酸比最高,分别为6.45:1和5.92:1,与剩下的2个处理相比差异显著。在不同施钾水平下,糖酸比的数值随着施钾量增加呈逐渐上升趋势,其中2水平的施钾量即处理6的比值最大,为5.92,说明适当的施钾量对树莓品质具有促进作用。糖酸比增加主要与可溶性糖含量的增加相关性比较大,因为各水平的施肥处理对树莓有机酸的含量影响不是很大。

2.3.4 不同施肥水平对树莓VC含量的影响 对不同施肥水平处理下树莓VC含量分析结果见图3可以看出,除了不同施磷水平处理对树莓VC含量没有明显的影响外,不同水平施氮处理和不同水平施钾处理对树莓VC含量都有着显著性影响。与不施氮处理相比,1、2、3水平的施氮处理VC含量分别增加了16.5%、28.4%和29.4%;与不施钾处理相比,1、2、3水平的施钾处理VC含量分别增加了14.9%、31.8%和34.5%;即随着氮、钾施用量的增加,VC含量也呈现了显著性增长,且2、3水平的施氮钾处理增幅比较大。可见,氮钾肥可显著的提高树莓果实VC的含量。而从目前的数据分析结果来看,磷肥对树莓VC含量的影响不明显,其影响程度还有待进一步研究。

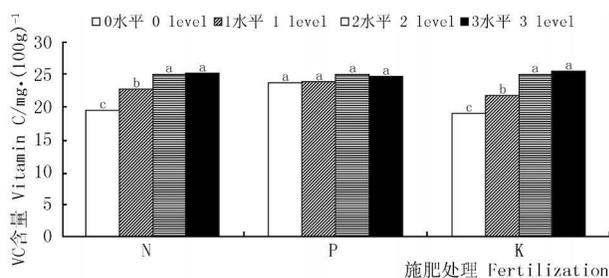


图3 不同施肥水平对树莓VC含量的影响

Fig. 3 Effects of different fertilization levels on the vitamin C content of raspberry

3 讨论与结论

果园施肥作为一项重要的管理措施,对水果品质的改善和产量的提高都起着重要的作用,合理施肥对提高果实的产量和品质更是起着很大的作用。沈阳地区种植的红树莓品种大都引自国外,且引种时间不长,在平时的果树管理方面尤其是果树施肥方面没有相关的指导,由于大多数农民受传统观念的影响,认为氮肥的施用对果树的生长效果是最好的,所以对氮肥的施用量很大,而忽略了磷钾肥的效果,这在一定程度上不利于果树的产量和品质提高,且造成了成本的增加,同时也对环境造成了一定的污染。果树生长所需营养元素都有一定合适的比例,比例恰当^[10-11]可使产量提高,品质优良,所以在施肥技术上要研究最适合当地土壤和气候条件,适合不同品种和最经济的施肥比例。

施底肥使树莓增产 38.73%;追施化肥可以使树莓的产量提高 16.47%~90.35%。在施 N 90 kg/hm²、P₂O₅ 90 kg/hm²、K₂O 90 kg/hm² 时,树莓产量最高,为 11 366.53 kg/hm²。在今后的树莓管理上应该注重氮磷钾肥的合理配合施用。施用有机肥能很好的改善树莓的品质,与不施有机肥相比,施用有机肥可以使可溶性糖含量提高 5.2%、VC 含量提高 3.8%、糖酸比增加了 26.29%。

在氮的不同施用量下,2 水平即 90 kg/hm² 的施氮量,树莓可溶性糖含量最高,达到了 8.7%,比不施氮处理增加了 26%;同时在该施氮量下,树莓的糖酸比也为最大,达到了 5.95 : 1。在施氮较低的情况下,含糖量随着施氮量的增加而增加;过量施氮时,含糖量反而显著下降。这可能与过量施氮使树莓果实呼吸加强,消耗了碳水化合物,限制了树莓果实中糖的合成有关。随着施氮量的增加,VC 含量也随之增加。在磷的不同施用量

下,随着磷用量的增加,可溶性糖含量上升,但最大施磷量下,可溶性糖含量反而下降了,可以推测磷过量时会抑制可溶性糖的增加。该试验中,施磷对树莓 VC 含量的影响不大。

在钾的不同施用量下,随着钾肥用量的增加,可溶性糖和 VC 的含量都有显著提高,而有机酸含量变化不明显,糖酸比提高显著。可见,钾肥在提高树莓品质方面的效果强于氮肥和磷肥,建议在今后的果树施肥方面应该增加钾肥在施肥上的比例。

参考文献

- [1] 刘春菊,宣景宏,孟宪军.树莓的营养价值及开发前景[J].北方果树 2004(12): 57-58.
- [2] 杨铨珍,景绚.树莓营养成分及果汁加工适应性研究[J].中国果树 1992(1): 10-13.
- [3] 尚国华.树莓营养成分分析及其利用[J].中国野生植物 1987(2): 34-36.
- [4] 王文之.树莓果实营养成分初报[J].西北园艺,2001(2): 13-14.
- [5] 郝建军,刘延吉.植物生理学实验技术[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,2001.
- [6] 方勇,邢承华,胡繁荣等.有机无机复混缓释肥对草莓产量和品质的影响[J].农机化研究 2008(9): 135-138.
- [7] 陶勤南,方萍关,良欢等.氮磷钾肥对西瓜产量与优质风味成分的影响[J].中国西瓜甜瓜,1990(1): 22-26.
- [8] 李冬梅,魏琨,张海森等.氮、磷、钾用量和配比对温室黄瓜叶片相关代谢酶活性的影响[J].植物营养与肥料学报 2006 12(3): 382-387.
- [9] 何忠俊,同延安,张国武等.钾对黄土区场山酥梨产量及品质的影响[J].果树学报,2002,19(1): 8-11.
- [10] 黄益金,王勤,赵天才.钾素在我国果树优质增产中的作用[J].果树科学 2000 17(4): 309-313.
- [11] 姜远茂,张宏彦,张福锁.北方落叶果树养分资源综合管理理论与实践[M].北京:中国农业出版社,2007.

(该文作者还有马娇,单位同第一作者。)

Effects of Different Fertilization on Yield and Quality of Raspberry Fruit

WU Zheng-chao¹, LIU Xiao-hu¹, HAN Xiao-rui¹, LI Wen², DAI Han-ping³, YANG Xiao-zhu¹, MA Jiao¹

(1. College of Land and Environment, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866; 2. Liaoning Academy of Environmental Sciences, Shenyang, Liaoning 110031; 3. Horticulture College, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866)

Abstract: "3414" field experiment was conducted to study the effects of different fertilization levels on the raspberry fruit yield and quality. The results showed that the application of base fertilizer made the yield increased by 38.73%; the yield increased the amount of 16.47%~90.35%; yield by application of N, P, K fertilizer can significantly improve the quality of raspberry, the raspberry production was the highest that was 11 366.53 kg/hm² in the fertilizer N 90 kg/hm², P₂O₅ 90 kg/hm², K₂O 90 kg/hm². The application of base fertilizer can significantly improve the quality and taste of raspberry. Compared with the blank, the soluble sugar content increased by 26%; the sugar acid ratio, and VC content were also increased significantly; When phosphate fertilizer application rate was 45~90 kg/hm² there was a certain quality of raspberry improvement; the potassium had a significant effect on the quality of the overall improvement of raspberry, compared with the blank, with the increase in the amount of potassium, the substantial increased in soluble sugar content and increased 18.8%~39.1%, vitamin C increased the amount of 14.9%~4.5%, sugar-acid ratio increased significantly, up to 5.75 : 1. The different fertilizers on the quality of the contribution of raspberry was K > N > P.

Key words: brown soil; raspberry; fertilization; yield; quality