

钾肥种类及用量对生菜生长和品质效应的影响研究

郎文培¹, 艾绍英^{2,3}, 王朝辉¹, 姚建武^{2,3}, 李盟军^{2,3}, 孙自航²

(1.西北农林科技大学资源与环境学院, 陕西 杨陵 712100; 2.广东省农业科学院土壤肥料研究所, 广东 广州 510640; 3.广东省养分资源循环利用与耕地保育重点实验室, 广东 广州 510640)

摘要:本研究在盆栽条件下,以意大利生菜为供试材料,在相同氮、磷用量基础上(N 0.2 g·kg⁻¹, P₂O₅ 0.1 g·kg⁻¹),设置不施钾和 K₁、K₂、K₃、K₄ (0.1、0.2、0.3、0.4 g K₂O g·kg⁻¹) 4 个水平,研究了钾肥种类及用量对生菜生长及品质的影响。结果表明,施用硫酸钾和氯化钾均可提高生菜的产量,碳酸钾不同水平间产量差异不明显。硫酸钾以 K₃、氯化钾以 K₄ 处理产量最高,且两者均显著高于碳酸钾。Vc 和可溶性糖以硫酸钾 K₂ 处理最高,分别为 195.33 mg·kg⁻¹ 和 1.86%,而施用碳酸钾和氯化钾在多数情况下无明显差异。可溶性糖与生物量和钾肥用量呈负相关关系。钾肥对生菜亚硝酸盐的影响没有规律性。硝酸盐含量和生物量呈正相关关系,且施用氯化钾降低硝酸盐的作用优于硫酸钾。

关键词:钾肥;生菜;产量;品质

中图分类号:X143.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1672–2043(2008)05–1946–05

Effect of Different Potassium Fertilizers on Lettuce's Yield and Quality

LANG Wen–pei¹, AI Shao–ying^{2,3}, WANG Zhao–hui¹, YAO Jian–wu^{2,3}, LI Meng–jun^{2,3}, SUN Zi–hang²

(1.College of Resources and Environmental Science, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling 712100, China; 2.Soil and Fertilizer Institute,Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China; 3.Guangdong Key Laboratory of Nutrient Cycling and Farmland Conservation, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Potassium is one of the essential elements for plants, which plays important roles in plant growth, yield formation and improvement of product quality. Potassium deficiency in soil has become one of the dominant factors for further crop yield increase and product quality improvement at current vegetable production, especially in south China. Therefore, pot experiments were conducted in greenhouse, using Italian lettuce as test crop, to study the effects of different forms of potassium fertilizers on lettuce's yield and quality at no K application and K₁, K₂, K₃, K₄ (0.1, 0.2, 0.3, 0.4 g K₂O ·kg⁻¹) with the basic application of 0.2 g N and 0.1 g P₂O₅·kg⁻¹. Results showed that application of K₂SO₄ or KCl had remarkably increased the yield of lettuce, and the yield was greatest at K₃ for K₂SO₄ and at K₄ for KCl. However, no significant difference was found for the crop yields over different rates of K₂CO₃. The crop yields from K₂SO₄ or KCl treatments were higher than that from K₂CO₃. Plants from K₂SO₄ treatment had the highest Vc and soluble sugar content at K₂, being 195.3 mg·kg⁻¹ and 1.9%, respectively, while those from K₂CO₃ and KCl treatments had no significant difference in most cases. Soluble sugar contents were found negatively correlated with the crop biomass and the potassium application rates. Nitrite contents were not affected by the potassium rates, while the nitrate contents were positively correlated with the plant biomass, and the decrease of nitrate contents caused by application of KCl was more obvious than that by K₂SO₄.

Keywords: potassium fertilizer; lettuce; yield; quality

我国南方高温多雨,土壤风化作用强烈、淋溶严重,钾素养分损失大,加之复种指数高,作物生长量

大,作物从土壤中带走的养分多,而长期又得不到足够的补充。因此,南方大面积的农田土壤出现严重缺钾^[1]。赤红壤系南亚热带的代表性土壤,在广东省分布面积有 660 万 hm²,约占全省土地面积的四成,在本省旱地土壤中所占比重最大。赤红壤由于强烈的脱盐基、富铝化成土过程而呈酸性、盐基少,缺钾或严重缺钾,钾素养养状况绝大部分属低和极低水平,是缺钾或严重缺钾的土壤,其缺钾问题已成为其阻碍作物高

收稿日期:2007–10–30

基金项目:广东省自然科学基金项目(036743);广东省农业攻关项目(2004B20901004);教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET–05–0852)

作者简介:郎文培(1982—),男,山东潍坊人,硕士研究生,主要从事植物营养与环境方面的研究。E-mail:langlang1982@163.com

通讯作者:王朝辉 E-mail:w-zhaohui@263.net

产、优质的主要限制因素之一^[2,3]。

我国是蔬菜生产大国，蔬菜总产量居世界第一，广东省作为我国南方蔬菜生产的重要基地，蔬菜的生产量和出口量占很大的比重，且有连年上升的趋势。随着人民生活水平的逐步提高和科学研究的不断深入，提高蔬菜品质已经是当务之急，钾在改善蔬菜品质方面起着举足轻重的作用，是公认的“品质元素”。已有研究表明，施用硫酸钾和氯化钾均可以提高小白菜、油菜、菠菜等多种蔬菜的产量^[4]，同时，钾肥和氮磷肥配施可以改善蔬菜糖、维生素等营养品质和硝酸盐、亚硝酸盐累积等安全品质^[5]。可见，研究广东赤红壤合理施用钾肥，不仅有利于提高肥效，保护环境，而且对当地蔬菜生产、消费和出口创收有重大意义。

因此，本研究采用盆栽试验，通过研究不同品种钾肥和用量对叶菜产量和可溶性糖、维生素 C、硝酸盐及亚硝酸盐的影响，探讨钾肥对其生长和品质效应的差异，进一步明确钾肥对蔬菜的增产效应及对蔬菜品质的作用机理，以期为叶菜类蔬菜安全生产中合理施用钾肥提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

盆栽试验在广东农科院土壤肥料研究所网室进行。位于广州市天河区五山，属于广东南亚热带地区。供试土壤为赤红壤上发育的水稻土，取自广州市五山试验基地，土样经风干磨细后，过 2 cm 筛，装盆，每盆装土 6.5 kg。土壤基本理化性质为：土壤有机质 20.6 g·kg⁻¹、全氮 1.16 g·kg⁻¹、全磷 0.79 g·kg⁻¹、全钾 11.36 g·kg⁻¹、碱解氮 107.90 mg·kg⁻¹、有效磷 50.30 mg·kg⁻¹、速效钾 91.70 mg·kg⁻¹、pH 7.35、硫酸根离子 31.80 mg·kg⁻¹、氯离子含量 16.10 mg·kg⁻¹。

1.2 试验设计

本试验在相同氮、磷施用量基础上(N 0.2 g·kg⁻¹ 风干土, P₂O₅ 0.1 g·kg⁻¹ 风干土), 以不施钾肥为对照, 设计 3 个钾肥品种: 碳酸钾(K₂CO₃)、硫酸钾(K₂SO₄) 和氯化钾 (KCl), 4 个施钾水平: 0、0.1、0.2、0.3、0.4 g K₂O·kg⁻¹ 风干土, 分别以 K₁、K₂、K₃、K₄ 表示。试验共设 13 个处理, 每个处理 5 个重复。整个生育期追肥 4 次, 分别为总量的 10%、20%、35%、35%。植物生长期 内, 根据植物生长需要浇水, 60 d 后收获。

供试叶菜品种: 意大利生菜, 盆栽每盆装土 6.5 kg, 播种 12 粒, 定苗 3 颗, 2006 年 10 月播种, 2007 年 1 月收获。

1.3 样品采集和分析

在 2007 年 1 月采集成熟期生菜鲜样, 洗净, 擦干, 粉碎。留取一部分烘干、磨细, 过 40 目筛, 贮于密封袋内备用。

植物样品维生素 C 用 2,6-二氯吡啶酚啉滴定法; 可溶性糖用蒽酮比色法; 亚硝酸盐用磺胺比色法; 硝酸盐用振荡浸提离子色谱法。

统计分析采用 SAS 9.0 软件进行, 显著水平为 5%。

2 结果与分析

2.1 不同钾肥处理对生菜产量的影响

施用钾肥对生菜有一定的增产作用, 但增产效果因钾肥用量和品种而有所差异(表 1)。与对照比较, 碳酸钾、硫酸钾和氯化钾增产幅度分别为 0.25%~9.83%、15.43%~30.41% 和 1.76%~31.32%。其中, 施加碳酸钾的各处理及不施钾处理之间产量差异不显著, 这说明施用碳酸钾虽然可以使生菜增产, 但增产效果不显著, 不如常规钾肥利于生菜的吸收; 对于施加硫酸钾的处理, 用量为 0.2 g K₂O·kg⁻¹ 和 0.3 g K₂O·kg⁻¹ 时, 产量较不施钾肥处理有显著增加, 用量为 0.1 g K₂O·kg⁻¹ 和 0.4 g K₂O·kg⁻¹ 时, 产量与对照无显著差异; 而对于施加氯化钾的处理, 当用量为 0.2 g K₂O·kg⁻¹ 和 0.4 g K₂O·kg⁻¹ 时, 产量较对照差异显著, 另外两个施钾水平与对照则无显著差异。在同一供钾水平下, 不同种类钾肥的增产效果存在显著差异, 其中施钾水平为 0.1~0.3 g K₂O·kg⁻¹ 时, 以硫酸钾的增产效果最好。而在 0.4 g K₂O·kg⁻¹ 水平下, 则以氯化钾的增产效果最优。可见, 以施用硫酸钾对生菜增产效果最好, 但要根据土壤实际供钾能力和作物需求掌握合理施用量, 才能获得高产和最佳的经济效益。

表 1 不同钾肥用量对生菜产量的影响(g·pot⁻¹)

Table 1 Effect of different K application levels on yield of lettuce(g·pot⁻¹)

处理 Treat	产量 Yield		
	K ₂ CO ₃	K ₂ SO ₄	KCl
CK	357.85±62.45aB	357.85±62.45bB	357.85±62.45bB
K ₁	377.69±55.53aB	459.23±33.11abA	375.11±31.33bB
K ₂	393.01±35.97aB	461.30±55.93aA	440.24±36.14aAB
K ₃	379.84±43.46aB	466.68±62.70aA	364.16±63.22bB
K ₄	358.74±65.28aB	413.06±21.81abAB	469.96±61.58aA

注: 同列数据后不同字母表示差异达 5% 显著水平, 小写字母表示同一肥料不同水平差异, 大写字母表示同一水平不同肥料差异, 下同。

Note: Values within a column followed by a different letter are significantly different at P≤5% level, same as bellows.

2.2 不同钾肥处理对生菜 Vc 和可溶性糖的影响

从表 2 可以看出,钾肥用量对生菜 Vc 和可溶性糖含量均有显著影响。对于施加碳酸钾的处理,生菜 Vc 含量随着施钾量的增大而逐步增加,在施钾量为 0.4 g K₂O·kg⁻¹ 时达到最高,而可溶性糖含量则随着施钾量的增加逐渐减少;施用硫酸钾时,随钾肥用量的增加呈先升高后降低的趋势,其中 K₂ 处理的 Vc 含量显著高于其他处理,可溶性糖含量也呈现类似趋势;而施用氯化钾时,Vc 和可溶性糖均随着施钾量的增加逐渐减少。

在同一施钾水平下,钾肥种类对生菜 Vc 和可溶性糖含量影响也表现出不同的趋势。在施钾量为 0.1 g K₂O·kg⁻¹ 和 0.3 g K₂O·kg⁻¹ 时,施用氯化钾的处理中,生菜 Vc 和可溶性糖含量均高于施用碳酸钾和硫酸钾的处理;当施钾量为 0.2 g K₂O·kg⁻¹ 时,以施加硫酸钾的处理中 Vc 和可溶性糖含量最高;当施钾量为 0.4 g K₂O·kg⁻¹ 时,以施加碳酸钾处理的 Vc 含量最高,以施加硫酸钾处理的可溶性糖含量最高。

通过表 3 可以看出,Vc 含量与生物量和钾肥用量之间没有相关性,可是可溶性糖与生物量和钾肥用量有极显著的负相关关系,随生物量和钾肥用量的加大可溶性糖有明显的下降的趋势。

2.3 不同钾肥处理对生菜亚硝酸盐和硝酸盐含量的影响

钾肥是影响蔬菜体内亚硝酸盐和硝酸盐含量的重要因素^[6-8]。结果显示(表 4),不同钾肥用量和品种对降低叶片中亚硝酸盐均有一定的作用,但是处理间

表 3 Vc 和可溶性糖含量与产量及施钾量的相关系数

Table 3 Correlation coefficients of vitamin C and soluble sugar contents to lettuce yield and potassium application levels

项目	Vc 含量 Vitamin C content	可溶性糖 Soluble sugar content
生物量 biomass	-0.110 8	-0.468 2**
钾肥用量 K application	-0.065 1	-0.425 9**

注: *P<0.05; **P<0.01。

无明显差异。施用碳酸钾普遍提高了生菜的硝酸盐含量,且以 K₂ 处理明显高于少量和超过量施肥。施用硫酸钾时,随施钾量加大硝酸盐含量有上升趋势,过量施钾 K₃ 和 K₄ 显著高于其他处理,少量施肥 K₁ 处理也高于对照。施用氯化钾时,只有 K₂ 和 K₁ 处理之间与对照有显著差异。这说明不同种类钾肥在不同供钾水平时均对亚硝酸盐含量没有显著影响;施用氯化钾和不施钾肥时的硝酸盐含量明显低于硫酸钾和碳酸钾,说明选择钾肥时,以氯化钾的降硝效果最好。本试验中,各处理生菜亚硝酸盐含量均低于无公害食品标准中的卫生指标≤4 mg·kg⁻¹,均在安全指标范围内。

从表 5 可以看出,亚硝酸盐与生物量和钾肥用量之间没有相关性,硝酸盐含量随着生物量和钾肥用量的增大有明显著的上升趋势,硝酸盐与两者呈正相关关系。

3 结论与讨论

在供试赤红壤上施用钾肥可以提高生菜的生物

表 2 不同钾肥用量对生菜 Vc 和可溶性糖含量的影响

Table 2 Effect of different K application levels on vitamin C and soluble sugar content of lettuce

处理 Treat	Vc 含量 Vitamin C content/(mg·kg ⁻¹)			可溶性糖含量 Soluble sugar content/%		
	K ₂ CO ₃	K ₂ SO ₄	KCl	K ₂ CO ₃	K ₂ SO ₄	KCl
CK	164.67±22.03bB	164.67±22.03bB	164.67±22.03bB	1.57±0.13aA	1.57±0.13abA	1.57±0.13aA
K ₁	162.67±34.20bB	161.33±11.02bB	182.00±21.17aA	1.63±0.47aA	1.47±0.20abA	1.57±0.06aA
K ₂	164.67±12.22bB	195.33±8.33aA	165.33±3.06bB	1.37±0.44aB	1.86±0.52aA	1.46±0.25abAB
K ₃	169.33±5.03abAB	167.33±28.94bB	177.33±17.24abA	1.28±0.30aB	1.30±0.21bB	1.55±0.47aA
K ₄	175.33±10.07aA	163.33±16.17bB	160.67±22.03bB	1.21±0.50aAB	1.36±0.10abA	1.05±0.12bB

表 4 不同钾肥用量对生菜亚硝酸盐和硝酸盐含量的影响

Table 4 Effect of potassium application levels on nitrite and nitrate content of lettuce

处理 Treat	亚硝酸盐含量 Determination of nitrate content/(mg·kg ⁻¹)			硝酸盐含量 Nitrate content/(mg·kg ⁻¹)		
	K ₂ CO ₃	K ₂ SO ₄	KCl	K ₂ CO ₃	K ₂ SO ₄	KCl
CK	1.81±0.80 aA	1.81±0.80 aA	1.81±0.80 aA	573±71cB	573±71cB	573±71abB
K ₁	1.41±0.90aA	1.21±0.44aA	1.16±0.70aA	836±31bA	715±145bA	432±49bB
K ₂	1.29±0.58aA	1.05±0.60aA	1.05±0.62aA	1 075±287aA	887±332bcAB	688±155aB
K ₃	1.79±0.31aA	1.28±0.26aA	1.37±1.05aA	986±221abA	1 183±181aA	580±158abB
K ₄	0.90±0.85aA	1.02±0.57aA	1.08±0.82aA	855±256bcAB	1 144±381aA	595±125abB

表 5 亚硝酸盐和硝酸盐含量与钾肥用量的相关系数

Table 5 Correlation coefficients of vitamin C and soluble sugar contents to potassium application levels

项目	亚硝酸盐含量 Determination of nitrite content	硝酸盐含量 Nitrite content
生物量 biomass	-0.235 6	0.335 7**
钾肥用量 K application	-0.028 4	0.289 2*

注: * $P<0.05$; ** $P<0.01$ 。

量,但因钾肥种类不同,差异性也不同。施用碳酸钾对生菜生物量提高不显著,只有 0.25%~9.83%;而施用硫酸钾对生菜增产显著,增产 15.43%~30.41%,而且生菜的生物量在 0~0.3 g K₂O·kg⁻¹ 范围内随钾肥的用量增加而增加,过量施钾时(0.4 g K₂O·kg⁻¹)有降低的趋势,这与油菜、红薯和桑叶等植物的研究结果一致^[9]。氯化钾也可以提高生菜的产量,在 0.2 g K₂O·kg⁻¹ 和 0.4 g K₂O·kg⁻¹ 水平时增产效果显著,但是生物量和肥料用量之间没有规律性可言,原因有待进一步研究。可见,当钾肥施用量控制在 K₂ 水平(0.2 g K₂O·kg⁻¹) 时,可以使产量和效益达到最佳平衡。

合理施用钾肥可以改善生菜的品质。郭亚芬^[4]等在早期通过对白菜、菠菜等蔬菜的大田实验表明,氯化钾和硫酸钾相比,硫酸钾有优于氯化钾的趋势,它不但可为蔬菜提供钾肥,而且也是良好的硫源。本试验结果也同样证实,硫酸钾改善 Vc 和糖品质的作用要优于氯化钾,可能是硫酸钾又作为硫肥的作用提高了生菜的品质,但是硫酸钾在降低硝酸盐的作用上不如氯化钾,是由于 K 和 Cl 离子的交互作用可以降低硝酸盐的含量^[11]。王凤婷等^[12]在对黄瓜的研究结果中发现在施 K₂O 0~600 kg·hm⁻² 范围内,随着钾肥用量的增加,Vc 含量逐渐增加,但当超过 600 kg·hm⁻² 时,Vc 含量则随着钾肥施用量的增大而逐渐下降。本研究表明,随碳酸钾的施用量增大,生菜 Vc 含量逐步提高,而氯化钾处理的 Vc 含量先降后高,可能由于生菜对氯的奢侈吸收有关,在高氯化钾施用量时,不论是生物量还是品质均有较高水平。只有硫酸钾处理和王凤婷等研究结果相似。对生姜块茎的研究发现,施 K₂O 量 375 kg·hm⁻² 时达到高峰,继续加大钾肥用量,硫酸钾和氯化钾含量趋于下降^[13]。Poletschny^[14]的研究表明硫酸钾比氯化钾对马铃薯糖分含量降低的幅度要小一些,但 Stricker^[15]发现硫酸钾和氯化钾之间没有显著的差异。本试验表明,可溶性糖与生物量和钾肥用量有极显著的负相关关系,随钾肥施用量加大,碳酸钾处理的比硫酸钾和氯化钾明显下降,硫

酸钾和氯化钾都有先升后降的趋势,硫酸钾和氯化钾之间的也有一定的差异,且施用氯化钾生菜的 Vc 和可溶性糖的含量与生物量有负相关关系,随生物量增大有降低的趋势。Pfluger^[16]等研究证实,钾氮平衡可控制菠菜体内硝酸盐的积累,这是由于 K⁺提高了细胞质中硝酸还原酶活性的缘故。也有研究说明配施硫酸钾或氯化钾,虽然能减少硝酸盐在蔬菜食用部分积累量的 7%~46%,但就施 K 量相等的情况下,氯化钾的降低效果优于硫酸钾约 10%~19%^[17]。本试验条件下,施用钾肥提高了生菜的硝酸盐含量,可能是由于施肥条件和土壤条件影响,但是由于 K 和 Cl 离子的交互作用影响下,施用氯化钾对降低硝酸盐的作用要明显优于硫酸钾,而且硝酸盐含量和生物量之间呈正相关关系,生物量大硝酸盐含量越高。施用钾肥对减低生菜中亚硝酸盐也有一定的作用,其中碳酸钾的 K₄ 处理最低,硫酸钾和氯化钾的 K₂ 和 K₄ 处理次之。

参考文献:

[1] 陈 防,郑圣先. 我国南方作物高效施钾技术的研究进展[J]. 土壤肥料, 2004, 6:28-31.
CHEN Fang, ZHENG Sheng-xian. The research progress of potassium efficient application technique in South China[J]. *Soils and Fertilizers*, 2004, 6:28-31.

[2] 姚建武,艾绍英,柯玉诗,等. 赤红壤旱地钾素的生物耗竭[J]. 土壤肥料, 2002, 3:7-9.
YAO Jian-wu, AI Shao-ying, KE Yu-shi, et al. The Bio-exhausting experiment of potassium in the upland field of latosolic red soil[J]. *Soils and Fertilizers*, 2002, 3:7-9.

[3] 姚建武,段炳源,艾绍英. 旱地赤红壤钾素的 Q/I 特性 [J]. 土壤与环境, 2000, 9(3):243-245.
YAO Jian-wu, DUAN Bing-yuan, AI Shao-ying. Q/I characteristics of potassium in upland latosolic red soil[J]. *Soil and Environmental Sciences*, 2000, 9(3):243-245.

[4] 郭亚芬,张忠学,栾非时. 氯化钾和硫酸钾对蔬菜产量品质的效应[J]. 北方园艺, 1999, 1:1-2.
GUO Ya-fen, ZHANG Zhong-xue, MI Fei-shi. Effect of potassium chloride and potassium sulfate on vegetable's yield and quality[J]. *Northern Horticulture*, 1999, 1:1-2.

[5] 王凤婷,艾希珍. 钾与蔬菜品质的相关性研究进展[J]. 西北农业学报, 2004, 13(4):183-186.
WANG Feng-ting, Ai Xi-zhen. Research progress on relationship between potassium and vegetable quality [J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2004, 13(4):183-186.

[6] 张恩平,张淑红,李天来,等. 蔬菜钾素营养的研究现状与展望[J]. 中国农学通报, 2005, 21(8):265-268.
ZHANG En-ping, ZHANG Shu-hong, LI Tian-lai, et al. Advance of research on potassium nutrition[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2005, 21(8):265-268.

1950	郎文培等:钾肥种类及用量对生菜生长和品质效应的影响研究	2008 年 9 月
[7]	Nurzynski. The effect of chloride and sulphate of potassium on the quantity and quality of yields of some vegetable crop grown on garden peat[J]. <i>Ref Hort Abstr</i> , 1978, 48: 1494.	WANG Feng-ting, AI Xi-zhen, LIU Jin-liang, et al. Effects of potassium on sugar, vitamin C, nitrate contents and their relevant enzymes of cucumber in solar-greenhouse[J]. <i>Plant Nutrition and Fertilizing Science</i> , 2005, 11(5): 682-687.
[8]	Babik. The influence of nitrogen fertilization on yield, quality and senescence of Brussels sprouts[J]. <i>Acta-Horticulturae</i> , 1996, 407: 353-359.	[13] 李录久, 郭熙盛, 丁楠, 等. 钾氮配施对生姜产量和品质的影响[J]. 土壤肥料, 2003(5): 12-16.
[9]	鲁剑巍, 陈防. 钾、硫肥配施对作物产量与品质的影响[J]. 土壤通报, 1994, 25(5): 210-218.	LI Lu-jiu, GUO Xi-sheng, DING Nan, et al. Study on the effect of potassium application combined with nitrogen on ginger yield and quality[J]. <i>Soils and Fertilizers</i> , 2003(5): 12-16.
	LU Jian-wei, CHEN Fang. Effect of sulfur and potassium on yield and quality of plant[J]. <i>Chinese Journal of Soil Science</i> , 1994, 25(5): 210-218.	[14] Poletschny Der. The effect of different potash kind and-mix anfdie mineral material contents in building of potatoes and potatoes as well as on those chip quality[J]. <i>Landw vigorously Sdh</i> , 1979, 35: 586-593.
[10]	丁华萍, 陈斌, 张和兰, 等. 氮钾肥施用量对秋季大白菜产量和品质的影响[J]. 土壤通报, 2006, 37(3): 533-535.	[15] Stricker. Study on between the fertilization and that-process-worth of potatoes with special consideration of the Qualitasmerkmales' reducing[J]. <i>Landw Vigorous Sdh</i> , 1971, 26(2): 11-20.
	DING Hua-ping, CHEN Bin, ZHANG He-lan, et al. Effect of N and K amounts on yield and quality of autumn chinese cabbage[J]. <i>Chinese Journal of Soil Science</i> , 2006, 37(3): 533-535.	[16] Pfluger R, Mengel K. The photochemical activity of chloroplasts from-various plants with different potassium nutrition[J]. <i>Plant and Soil</i> , 1972, 36: 417-425.
[11]	廖易. 氮、钾、氯配施对大白菜硝酸盐含量及产量和品质的影响[D]. 南宁: 广西大学硕士学位论文, 2004.	[17] 许前欣, 赵振达, 李秀文, 等. 钾肥对蔬菜产量品质效应的研究[J]. 土壤肥料, 1999, 2: 23-26.
	LIAO Yi. Effect of Nitrogen, Potassium Chlorine compound fertilization treatments on the Nitrate Content, Yield and Quality of chinese cabbage[D]. Abstracts of Guangxi University's Master Degree Thesis, 2004.	XU Qian-xin, ZHAO Zhen-da, LI Xiu-wen, et al. Study on the effect of potash on yield and quality of vegetables[J]. <i>Soils and Fertilizers</i> , 1999, (2): 23-26.
[12]	王凤婷, 艾希珍, 刘金亮, 等. 钾对日光温室黄瓜糖、维生素 C、硝酸盐及其相关酶活性的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(5): 682-687.	