

喷施叶面钾肥对蓝莓果实品质的影响

李明潞¹, 吴永旺¹, 胡月¹, 赖永辉², 刘文诗¹, 乐佳琪¹, 王迅³, 王均^{1*} (1. 四川农业大学园艺学院, 四川成都 611130; 2. 四川农业大学果蔬研究所, 四川成都 611130; 3. 四川省内江市资中县农业农村局, 四川内江 641200)

摘要 以南高丛蓝莓品种奥尼尔和珠宝为试材, 研究了钾肥叶面肥的施用浓度(硫酸钾 0.2%、0.4%、0.6%)和施用次数(果实膨大期喷施一次, 果实膨大期和转色期共喷施 2 次)对蓝莓果实品质的影响。结果表明, 所有钾肥喷施处理均能促进蓝莓果实的横纵径、单果重提高。在果实膨大期和转色期喷施 2 次钾肥 0.4% 时, 奥尼尔的可溶性糖、 V_C 含量达到最大, 可溶性固形物、花青素含量均高于对照; 在果实膨大期和转色期喷施 2 次钾肥 0.6% 时, 珠宝的可溶性糖、 V_C 和花青素含量达到最高, 可溶性固形物含量高于对照组。该研究旨在寻找最适宜于南高丛蓝莓果实品质提升的叶面钾肥施用方案。

关键词 蓝莓; 钾肥; 叶面喷施; 果实品质

中图分类号 S663.9 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)17-0148-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.17.039



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effect of Spraying Potassium Foliar Fertilizer on Fruit Quality of Blueberry

LI Ming-lu, WU Yong-wang, HU Yue et al (College of Horticulture, Sichuan Agricultural University, Chengdu, Sichuan 611130)

Abstract Southern highbush blueberry cultivars O Neal and Jewelry were used in this research. We analyzed effect of potassium foliar fertilizer with different concentrations (potassium sulphate in 0.2%, 0.4% and 0.6%) and different spraying times (during fruit expanding for one time, or during fruit expanding and color transiting totally for twice) on blueberry fruit quality. The results showed that all applications of foliar potassium fertilizer could increase the horizontal diameter, vertical diameter, and single fruit weight of blueberry fruits. The treatment on O Neal applying potassium sulphate 0.4% for twice could improve the soluble sugar content and V_C content to reach the peak values, and the contents of soluble solids and anthocyanins were also higher than the control treatment significantly. The treatment on Jewelry applying potassium sulphate 0.6% for twice could improve the soluble sugar content, V_C content, and anthocyanin content to be the maximum, and the total soluble solid was better than the control treatment significantly as well. This research is expected to screen out a suitable best application of potassium foliar fertilizer to improve the fruits quality of southern highbush blueberries.

Key words Blueberry; Potash; Foliar spray; Fruit quality

蓝莓为杜鹃花科(Ericaceae)越橘属(*Vaccinium*)灌木小浆果果树, 又名越橘、蓝浆果^[1]。蓝莓果实富含生物活性物质, 有益于人体健康, 被誉为“黄金浆果”^[2]。蓝莓产业具有较高经济效益, 近年来种植面积迅速扩大^[3], 但配套栽培管理技术相对滞后。

精准肥水管理是果树栽培管理技术体系中的重要环节。在植物必需大量元素中, 钾元素是果树生长发育、开花结果过程中的必需营养元素之一, 它与代谢进程密切相关, 在糖和淀粉的合成、运输和转化过程中扮演重要角色^[4]。在果实品质形成过程中, 钾元素可以促进蛋白质的形成, 稳定蛋白质的结构, 同时促进果实的增大与着色, 增加光合产物的积累^[5]。充足的钾营养能够显著提高果实体积和产量, 增加果实可溶性固形物和 V_C 含量及其他营养物质含量, 降低含糖量, 改善果实风味^[6-10], 也有助于提高果实耐贮性^[11]。

在蓝莓施肥管理中, 钾元素的施用往往被忽视, 导致果实酸度高、品质差、经济效益低下。葛敏凯^[5]系统研究了土施氮磷钾肥对蓝莓果实品质的促进作用, 结果表明, 钾肥是蓝莓生长中需求量较多的元素, 钾肥的使用可明显提高花青素和可溶性糖含量。但钾元素在土壤中移动性较差, 受土壤

状况及果树密度的限制较大^[12-13]。叶面施肥见效快、利用率高, 可有效提高坐果率、保果壮果、改善果实品质和增强树势等^[14]。蓝莓叶面喷施钾肥的研究较少。陶如利^[15]研究了叶面肥(包括钾肥)对蓝莓树势及产量的影响, 但并未分析果实品质的改变。笔者以南方广泛栽培的南高丛蓝莓品种为试验材料, 开展蓝莓钾肥叶面喷施提高果实品质的试验, 比较了不同钾肥施用水平和施用次数, 通过测定果实成熟时外观品质及内含物质, 筛选提高果实品质的最佳钾肥施用方案, 旨在为蓝莓栽培管理技术的提高提供数据支撑, 对于蓝莓产业发展, 尤其是南方南高丛蓝莓产业发展具有积极意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试材料为 6 年生南高丛蓝莓品种奥尼尔和珠宝, 种植于四川省邛崃市南宝山镇蓝莓基地, 挑选树冠外围大小一致的蓝莓植株进行试验。

1.2 试验设计 设置 3 个钾肥施肥量水平和 2 个施肥时期。以硫酸钾(化学纯)作为钾肥, 配制 0.2% (编号 I)、0.4% (编号 II)、0.6% (编号 III) 3 个浓度, 其中钾离子含量分别为 2.3、4.6、6.9 mg/L, 作为钾肥 3 个施肥水平。2 个施肥时期: 喷施一次, 喷施时期为果实膨大期(编号 1T); 喷施 2 次, 喷施时期为果实膨大期第一次+果实转色期第二次(编号 2T)。共 6 个处理组合, 喷施清水作为对照处理(CK)。喷施时间均在傍晚, 喷施方法为将叶面钾肥均匀喷撒在蓝莓叶片的正反面, 以叶面湿润且无水滴流下为宜。每个处理喷施 6 株蓝莓树, 作为 6 个生物学重复。

1.3 指标测定与方法 采集成熟期果实作为测定各品质指

基金项目 四川省成都市重点研发支撑计划(2019-YF05-01367-SN); 四川省国际科技创新合作/港澳台科技创新合作项目(2020YFH0158)。

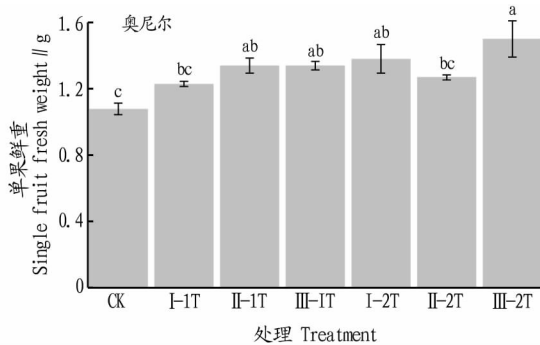
作者简介 李明潞(2000—), 女, 四川成都人, 从事果树学栽培研究。
* 通信作者, 讲师, 从事果树生物工程和分子育种、栽培技术研究。

收稿日期 2021-01-04; **修回日期** 2021-01-26

标检测样品,果实要求果皮整体呈蓝色、成熟度一致、表皮果粉完整、无机械伤或病虫害。每株 100 个果实。

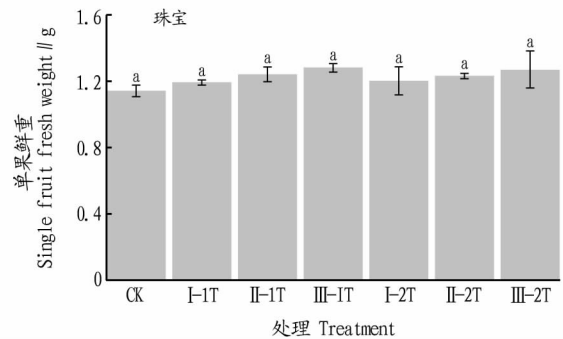
品质指标测定:①使用万分之一电子天平测量单果鲜重;②使用游标卡尺测量果实横纵径;③使用手持式折光仪测量可溶性固形物含量;④采用蒽酮比色法测定果实可溶性糖含量^[16];⑤采用氢氧化钠滴定法测定可滴定酸含量^[16];⑥通过计算可溶性糖与可滴定酸含量比值获得糖酸比;⑦用 2,6-二氯酚靛酚法^[17]测定蓝莓维生素 C 含量;⑧采用分光光度法测定花青素含量^[18]。

1.4 数据分析 统计分析采用 SPSS 19.0 软件进行,图表、数据处理采用 Excel 2010 进行。



2 结果与分析

2.1 喷施钾肥对蓝莓果实单果鲜重的影响 由图 1 可知,对照组奥尼尔的单果重最低,为(1.07±0.20)g,而钾肥喷施处理组II-1T、III-1T、I-2T、III-2T 的单果重显著高于对照组($P < 0.05$),分别增加了 24.30%、24.30%、28.04% 和 39.25%。喷施钾肥后,珠宝的单果鲜重与对照组均差异不显著,各个处理的果实单果重也均无显著差异,III-1T 处理后,珠宝的单果重均达到最大值,相比对照组提高了 12.28%,珠宝的单果重随着叶面钾肥浓度的增高而增大,喷施相同浓度叶面钾肥的情况下,喷施 2 次叶面钾肥后的珠宝果实单果重均小于只喷施一次叶面钾肥的单果重。



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments at 0.05 level

图 1 喷施钾肥对奥尼尔和珠宝单果鲜重的影响

Fig. 1 Effect of potassium fertilizer spraying on fruit fresh weight of O'Neil and Jewelry

2.2 喷施钾肥对蓝莓果实横纵径和果形指数的影响 由表 1 可知,对照组奥尼尔果实横径与I-1T 处理的横径差异不显著,与其他处理的果实横径差异显著($P < 0.05$)。I-2T 处理的奥尼尔果实纵径最大,为(12.05±0.43)mm,显著高于II-1T 处理[(11.14±0.29)mm]以及对照组[(11.04±0.59)mm] ($P < 0.05$)。对奥尼尔喷施叶面钾肥后,蓝莓果实横纵径和果形指数均有变化,III-2T 处理下蓝莓果实横纵径相比对照组分别提高了 11.00%、3.99%。喷施 2 次叶面钾肥与只喷施

一次相同浓度的叶面钾肥相比,I-2T 和III-2T 处理后的奥尼尔果实横纵径均更大,但II-2T 处理后的蓝莓果实横纵径均小于II-1T 处理后的奥尼尔果实横纵径。施用叶面钾肥后,蓝莓珠宝的果实横纵径与对照组差异均不显著,III-1T 处理后,珠宝的横纵径均达到最大值,相比对照组分别提高了 5.72%、3.33%。喷施钾肥后,奥尼尔和珠宝的果形指数均小于对照组。

表 1 喷施钾肥对蓝莓果实外观品质的影响

Table 1 Effect of potassium fertilizer spraying on appearance quality of blueberry fruit

处理 Treatment	横径 Transverse diameter/mm		纵径 Vertical diameter/mm		果形指数 Fruit shape index	
	奥尼尔	珠宝	奥尼尔	珠宝	奥尼尔	珠宝
CK	12.54±0.90 b	12.40±0.73 a	11.04±0.59 b	11.10±0.53 a	0.88	0.90
I-1T	13.39±0.39 ab	12.98±0.55 a	11.47±0.16 ab	11.30±0.57 a	0.86	0.87
II-1T	13.78±0.50 a	12.80±0.26 a	11.63±0.36 ab	11.27±0.22 a	0.84	0.88
III-1T	13.84±0.09 a	13.11±0.45 a	11.62±0.12 ab	11.47±0.20 a	0.84	0.87
I-2T	13.81±0.40 a	12.70±0.47 a	12.05±0.43 a	11.26±0.46 a	0.87	0.89
II-2T	13.60±0.28 a	12.72±0.44 a	11.14±0.29 b	11.17±0.44 a	0.82	0.88
III-2T	13.92±0.64 a	12.82±0.58 a	11.48±0.29 ab	11.40±0.22 a	0.82	0.89

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P < 0.05$)

2.3 喷施钾肥对蓝莓果实可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸和糖酸比的影响 由表 2 可知,奥尼尔各处理组之间果实的可溶性固形物含量差异不显著。珠宝对照组的可溶性固形物含量只与III-2T 处理的可溶性固形物含量差异显著($P <$

0.05)。2T 处理下,叶面钾肥浓度越高,珠宝果实中可溶性固形物含量越高。II-2T 处理下,奥尼尔可溶性糖含量达到最高(7.22±0.18)%,显著高于可溶性糖含量最低的对照组($P < 0.05$);珠宝对照组的可溶性糖含量也最低,处理III-1T、

Ⅲ-2T的可溶性糖含量显著高于对照组($P < 0.05$)。奥尼尔在I-1T和II-1T处理后,可滴定酸含量低于对照组,但差异不显著。珠宝在一次喷施不同钾肥浓度处理下,可滴定酸

含量相比对照组有所降低,但差异均不显著。奥尼尔果实在II-1T和Ⅲ-1T处理下的糖酸比高于对照组,而珠宝果实所有喷施钾肥的处理中,糖酸比均高于对照组。

表2 喷施钾肥对蓝莓果实内在品质的影响

Table 2 Effect of potassium fertilizer spraying on internal quality of blueberry fruit

处理 Treatment	可溶性固形物 Soluble solid//%		可溶性糖 Soluble sugar//%		可滴定酸 Titratable acid//%		糖酸比 Sugar acid ratio	
	奥尼尔	珠宝	奥尼尔	珠宝	奥尼尔	珠宝	奥尼尔	珠宝
CK	10.50±0.17 a	9.97±0.76 b	6.76±0.21 b	6.66±0.40 c	0.65±0.06 bc	1.20±0.02 ab	10.40	5.55
I-1T	11.73±0.95 a	10.83±0.71 ab	6.97±0.14 ab	6.88±0.20 bc	0.79±0.09 a	1.14±0.03 b	8.82	6.04
II-1T	11.90±1.11 a	10.87±1.03 ab	6.98±0.22 ab	7.00±0.29 abc	0.61±0.01 c	1.18±0.08 ab	11.44	5.93
Ⅲ-1T	10.33±1.56 a	9.97±0.51 b	7.03±0.09 ab	7.31±0.23 a	0.62±0.04 bc	1.14±0.11 b	11.34	6.41
I-2T	11.70±1.35 a	9.53±0.71 b	6.83±0.26 ab	6.89±0.16 bc	0.74±0.03 ab	1.26±0.04 a	9.23	5.47
II-2T	10.97±0.25 a	10.47±0.67 b	7.22±0.18 a	6.94±0.18 abc	0.80±0.12 a	1.20±0.12 ab	9.03	5.78
Ⅲ-2T	10.40±1.14 a	11.93±0.64 a	6.89±0.46 ab	7.21±0.15 ab	0.66±0.06 bc	1.21±0.07 ab	8.83	5.96

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P < 0.05$)

2.4 喷施钾肥对蓝莓果实 V_c 和花青素含量的影响 由表3可知,II-2T处理下奥尼尔果实的 V_c 含量达到最高,较对照组提高了254.54%。只在喷施一次叶面钾肥,奥尼尔果实的 V_c 含量随着叶面钾肥浓度的提高而提高。Ⅲ-2T处理下珠宝果实的 V_c 含量达到最大,与对照组和I-1T处理后的 V_c 含量均差异显著($P < 0.05$),其余各组之间均相互无显著差异。随着叶面钾肥浓度的提高和喷施次数的增多,珠宝果实的 V_c 含量逐渐增加;喷施相同浓度叶面钾肥的情况下,2次施肥处理下效果更佳。I-2T处理下奥尼尔的花青素含量与对照组、I-1T、Ⅲ-2T处理组的花青素含量分别差异显著($P < 0.05$)。II-1T处理时,“奥尼尔”果实的花青素含量达到最高,当喷施2次叶面钾肥时,叶面钾肥的浓度越高,“奥尼尔”果实花青素含量越低。只有喷施浓度为0.4%(编号II)的叶面钾肥时,喷施2次钾肥后奥尼尔果实的花青素含量更高。Ⅲ-2T处理下“珠宝”果实的花青素达到最大,相比对照组分别提高了10.81%。

表3 喷施钾肥对蓝莓果实 V_c 和花青素含量的影响

Table 3 Effects of potassium fertilizer spraying on V_c and anthocyanin content in blueberry fruits mg/kg

处理 Treatment	V_c 含量 V_c content		花青素含量 Anthocyanin content	
	奥尼尔	珠宝	奥尼尔	珠宝
CK	3.30±0.14 c	9.20±0.40 b	7.60±0.18 b	11.10±0.16 cd
I-1T	6.00±0.32 bc	9.10±0.28 b	7.50±0.32 b	8.40±0.11 ab
II-1T	6.20±0.17 bc	10.10±0.13 ab	9.10±0.19 ab	6.90±0.28 a
Ⅲ-1T	7.00±0.28 ab	9.90±0.17 ab	8.80±0.14 ab	8.80±0.25 abc
I-2T	5.40±0.26 bc	10.70±0.20 ab	10.30±0.09 a	11.80±0.15 cd
II-2T	11.70±0.32 a	11.10±0.26 ab	9.20±0.27 ab	9.00±0.16 bcd
Ⅲ-2T	6.90±0.26 ab	11.80±0.15 a	7.30±0.18 b	12.30±0.08 d

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P < 0.05$)

3 结论与讨论

该试验结果表明,喷施不同浓度、不同次数的叶面钾肥均在一定程度上提高了蓝莓奥尼尔和珠宝果实横纵径、单果

重。在蓝莓奥尼尔果实转色期喷施叶面钾肥时,蓝莓果实的横纵径和单果重随着叶面钾肥浓度的提高而增大,陈修斌等^[19]在番茄上的研究也表明不同浓度钾肥均有增加单果重的效果。张书红等^[20]在西瓜的研究结果则显示钾肥不同施用次数对单果重有影响。在奥尼尔果实膨大期和转色期喷施0.4%的钾肥(II-2T)后,其可溶性糖和 V_c 含量达到最大,喷施2次0.6%的钾肥(Ⅲ-2T),奥尼尔的可溶性固形物、可溶性糖、 V_c 、花青素含量不再提高,说明喷施过量钾肥对提高蓝莓果实品质无意义。对于蓝莓珠宝,在叶面钾肥浓度相同的情况下,喷施2次叶面钾肥对果实横纵径的影响没有只喷施一次的效果显著,但对珠宝果实的单果重而言,喷施2次叶面钾肥比只喷施一次的效果明显。珠宝在喷施2次0.6%的钾肥(Ⅲ-2T)后,可溶性糖、可溶性固形物、 V_c 、花青素含量达到最大,比只喷施一次0.6%的叶面钾肥(Ⅲ-1T)的效果更佳。姜昭然等^[8]在冬枣果实中可溶性固形物含量和 V_c 含量的试验得出类似结论。

综合上述试验结果表明,喷施适量的钾肥有利于提高蓝莓果实的横纵径、单果重、可溶性固形物、可溶性糖、 V_c 含量,但过量的叶面钾肥施用并不利于蓝莓果实的生长发育, Demiral 等^[21]和王仁才等^[22]分别在番茄和猕猴桃上也得出了同样的结论,宋志忠等^[23]通过对霞脆桃喷施钾肥处理,发现叶面钾肥能够提高桃果实的可溶性固形物和可溶性糖含量。综合不同评价喷施方案,在蓝莓果实生长期喷施2次叶面钾肥有利于总体提高果实品质;对于品种特征酸度适中的奥尼尔,施用硫酸钾0.4%浓度即可,但对于品种特征酸度较高的珠宝,施用硫酸钾0.6%浓度效果更佳。

参考文献

- [1] 陈卫. 蓝莓及其营养保健功能[J]. 中外食品:工业,2003(7):34-35.
- [2] 李亚东,张志东,吴林. 蓝莓果实的成分及保健机能[J]. 中国食物与营养,2002(1):27-28.
- [3] 申静云,刘沛通,段长青,等. 不同有孢汉逊酵母与酿酒酵母混合发酵对威代尔冰葡萄酒香气的影响[J]. 食品与发酵工业,2017,43(10):16-23.
- [4] 郑诚乐. 钾素营养对果树的增产增质效应[J]. 福建果树,1993(1):27-30.

幅依次为 15.5%、14.3%、12.0%、8.2%。处理⑥(包膜占 40%,总氮减 10%)与处理①比,增产幅度仍达 8.2%,增产 795.9 kg/hm²。

2.2.2 最佳包膜氮配比计算。根据配方中包膜氮占比与处理产量的对应关系,建立包膜氮对应效应函数方程: $Y = -1.081X^2 + 83.807X + 9729.4$ ($R^2 = 0.9891$)。在基础配方 29-8-10(单位面积用量 750 kg/hm²)中,每 1%包膜氮单价 $X = 5.4$ 元,产品价格按 $Y = 2.4$ 元计;根据边际效应分析原理,当边际产量等于单位比例包膜氮肥价格与产品单价之比时,可得出最佳包膜氮肥占比 $X_{最佳}$ 和最佳产量 $Y_{最佳}$: $X_{最佳} = 37.7\%$; $Y_{最佳} = 11352.6$ kg/hm²。

2.3 腰店镇黄营村夏玉米高产高效轻简化集成技术模式大区对比结果 通过对表 7 产量结果对比可以看出,在基础配方相同情况下,不同的组合模式,如无机与有机搭配,无机与生物有机肥搭配,增产效应均不相同;与模式 1 相比,模式 2、模式 3 分别比模式 1 增产 681.6、783.9 kg/hm²,增产率分别为 7.08%和 8.14%;与模式 4 相比,模式 5、模式 6 分别比模式 4 增产 840.81、850.8 kg/hm²,增产率分别为 8.4%和 8.5%;模式 4 与模式 1 相比,增产 388.5 kg/hm²,增产率 4%,减肥增效仍较明显。

表 7 腰店镇黄营村夏玉米高产高效轻简化集成技术模式大区对比结果
Table 7 Regional comparison results of high yield, high efficiency and light simplified integrated technology mode of summer maize in Huangying Village of Yaodian Town

处理 Treatment	行距 Row spacing m	株距 Plant spacing m	密度 Density 株/hm ²	单穗粒重 Grain weight per spike g	产量 Yield kg/hm ²
模式 1 Model 1	0.65	0.2	76 927	125.13	9 625.9
模式 2 Model 2	0.65	0.2	76 927	133.99	10 307.4
模式 3 Model 3	0.65	0.2	76 927	135.32	10 409.8
模式 4 Model 4	0.65	0.2	76 927	130.18	10 014.3
模式 5 Model 5	0.65	0.2	76 927	141.11	10 855.2
模式 6 Model 6	0.65	0.2	76 927	141.24	10 865.2

(上接第 150 页)

[5] 葛敏凯. 施肥对兔眼蓝莓产量和品质的影响[D]. 贵阳: 贵州大学, 2015.

[6] 何忠俊, 同延安, 马路军, 等. 钾对黄土区砒山酥梨产量及品质的影响[J]. 果树学报, 2002, 19(1): 8-11.

[7] 何忠俊, 张广林, 张国武, 等. 钾对黄土区猕猴桃产量和品质的影响[J]. 果树学报, 2002, 19(3): 163-166.

[8] 姜昭然, 杨守军, 杜振宇. 滨海盐碱地冬枣对钾肥的响应[J]. 南方农业学报, 2014, 45(10): 1803-1806.

[9] 柴仲平, 王雪梅, 孙霞, 等. 不同氮磷钾配比滴灌对灰枣产量与品质的影响[J]. 果树学报, 2011, 28(2): 229-233.

[10] 杨颖, 火建福. 不同施钾量对油桃果实品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(26): 84-85, 107.

[11] 王仁才, 夏利红, 熊兴耀, 等. 钾对猕猴桃果实品质与贮藏的影响[J]. 果树学报, 2006, 23(2): 200-204.

[12] 沈其荣. 土壤肥料学通论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2018.

[13] 丁丽. 钾肥的有效施用技术[J]. 现代园艺, 2014(11): 52.

[14] 陈昇青, 杨忠富, 何箕全, 等. 果树叶面施肥技术措施[J]. 现代园艺, 2016(19): 49-50.

3 结论与讨论

(1) 从肥料利用率试验可以看出, 把树脂包膜尿素按总氮量 35% 引入配方施肥中, 可以明显提高氮、磷、钾肥利用率, 单项养分肥料利用率均提高 3 百分点。

(2) 从不同比例包膜配方肥对比试验可知, 在当前树脂包膜尿素和玉米价格情况下, 最佳包膜氮肥添加比例为 37.7%, 最佳产量为 11 352.6 kg/hm²。

(3) 在推荐配方施肥中引入一定比例的包膜尿素, 在不追肥的情况下, 不仅可以减少一定比例的氮肥用量, 还能维持一定的增产效果。

(4) 在豫西南黏质砂姜黑土耕地上, 在开展夏玉米高产高效生产过程中, 可根据肥料供应情况、农机设备情况, 选用模式 4、模式 5、模式 6, 均能取得较好的收益。

(5) 该研究是结合本区域土壤类型与气候条件开展的基础性研究, 与前人相比具有一定的先进性; 但该研究仅针对其中一种土壤类型, 且仅开展 2 年, 有待进一步验证, 并需在其他土壤类型上继续进行研究。

参考文献

- [1] 张有成, 程道全, 李玉兰. 河南省邓州市耕地地力评价[M]. 郑州: 中原农民出版社, 2015: 34-59.
- [2] 丁思年. 有机肥对土壤的改良作用及其发展前景[J]. 现代农业科技, 2007(10): 125, 127.
- [3] 付丽军, 张爱敏, 王向东, 等. 生物有机肥改良设施蔬菜土壤的研究进展[J]. 中国土壤与肥料, 2017(3): 1-5.
- [4] 姚先荣. 缓/控释肥料的研究进展及发展趋势[J]. 现代农业科技, 2019(2): 133, 135.
- [5] 王州, 张坤, 徐静, 等. 可生物降解树脂包膜尿素的研制及性能[J]. 植物营养与肥料学报, 2013, 19(6): 1510-1515.
- [6] 李玉兰. 不同肥力水平下小麦合理配方施肥技术参数变化[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(17): 7493-7495.
- [7] 张有成. 中高产田氮、磷、钾元素合理运用技术探讨: 以河南省邓州市为例[J]. 农业科技与信息, 2014(18): 53-55.
- [8] 张福锁. 测土配方施肥技术要览[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2005: 115-123.
- [9] 刘立新. 科学施肥新思维与实践[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2008: 104-109.
- [10] 中华人民共和国农业部. 测土配方施肥技术规程: NY/T 2911-2016[S]. 北京: 中国农业出版社, 2017: 16-19.
- [15] 陶如利. 叶面施肥对蓝莓产量的影响[J]. 乡村科技, 2019(31): 79-81.
- [16] 熊庆娥. 植物生理学实验教程[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2003.
- [17] 苟琳, 单志. 生物化学实验[M]. 2 版. 成都: 西南交通大学出版社, 2015.
- [18] 张玲艳, 王宏权. 黑枸杞花青素的提取及其抗氧化活性研究[J]. 食品工业, 2014, 35(12): 88-91.
- [19] 陈修斌, 张东昱, 范惠玲, 等. 叶面喷施钾肥对杂交制种番茄生长及产量的影响[J]. 北方园艺, 2012(24): 30-31.
- [20] 张书红, 郭景丽, 刘喜存, 等. 不同施肥次数对西瓜产量和品质的影响[J]. 化肥工业, 2019, 46(3): 71-72.
- [21] DEMIRAL M A, KÖSEOĞLU A T. Effect of potassium on yield, fruit quality, and chemical composition of greenhouse-grown galia melon[J]. Journal of plant nutrition, 2005, 28(1): 93-100.
- [22] 王仁才, 夏利红, 熊兴耀, 等. 钾对猕猴桃果实品质与贮藏的影响[J]. 果树学报, 2006, 23(2): 200-204.
- [23] 宋志忠, 许建兰, 张斌斌, 等. 叶面喷施钾肥对霞脆桃果实品质及 KUP 基因表达的影响[J]. 江苏农业学报, 2018, 34(5): 1107-1112.