

文章编号:1003-8701(2013)04-0025-03

钾肥运筹对春玉米农学效应和钾素利用的研究

李德忠¹,吕岩¹,朱明志¹,于双成¹,贾维东¹,孙艳芬¹,谢佳贵^{2*}

(1. 吉林省土壤肥料总站,长春 130012; 2. 吉林省农科院农业资源与环境研究所,长春 130033)

摘要:在吉林榆树市粮食高产示范区,以先玉335为试验材料,研究不同钾肥运筹对春玉米的生长发育、养分吸收和产量的影响。结果表明:钾肥90 kg/hm²,1/2基肥,1/2拔节期追施(1:1)的处理6产量最高,钾肥后移可显著提高玉米产量。不同钾肥用量的钾肥农学利用率、钾肥利用率、钾肥偏生产力有随施钾量的提高而降低的趋势,相同施钾量条件下,分施与一次性施用相比,钾肥农学利用率、钾肥利用率、钾肥偏生产力有所提高。本试验处理6(基肥:拔节肥为1:1)是兼顾产量和环境的最佳钾肥运筹方式。

关键词:春玉米;钾肥运筹;产量;钾效率

中图分类号:S513.062

文献标识码:A

Research of Agricultural Effect of Potash Application on Spring Maize and Potassium Utilization

LI De-zhong¹, LV Yan¹, ZHU Ming-zhi¹, YU Shuang-cheng¹, JIA Wei-dong¹, SUN Yan-fen¹, XIE Jia-gui^{2*}

(1. Soil and Fertilizer Station of Jilin province, Chang Chun 130012; 2. Institute of Agricultural Environment and Resources Research, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Chang chun 130033, China)

Abstract: 'Xianyu 335' was used as material in the experiment, the effect of different potash application methods on growth and development, nutrition absorption and yields of spring maize was studied in high yield demonstration zone of YuShu City. The results showed that the yield of the sixth treatment of potash fertilizer 90 kg/hm², 1/2 base fertilizer, 1/2 elongation stage topdressing (1:1) was the highest. Applied potash fertilizer later could significantly improve the maize yield. Potash fertilizer agronomic efficiency, potash fertilizer use efficiency and potash fertilizer partial productivity declined with the increasing of potash application rate. At the same amount of potash fertilizer, potash fertilizer use efficiency, potash fertilizer agronomic efficiency and potash fertilizer partial productivity were improved by applied several times compared with one time. The sixth treatment of this experiment (basic fertilizer: elongation fertilizer of 1:1) was the best potash application method to balance production and environment.

Keywords: Spring maize; Potash application; Yield; Potash efficiency

钾是玉米生长必需的三大元素之一,有重要的营养和生理作用^[1]。与其他作物相比,玉米对钾素反应较为敏感,当介质中钾素供应缺乏时,常发生下位叶叶尖和叶缘黄化,严重时整个叶片黄枯,

失去生理功能,并使植株矮小,茎秆细弱,最后影响产量^[2-3]。吉林省黑土地总面积110.1万hm²,占全国黑土地总面积的15%^[4],由于近年来随着作物总产与单产水平的不断提高和氮磷化肥用量的逐年增加,有机肥用量相对减少,农田钾素却长期得不到充分的补充,导致土壤中作物可利用的钾资源短缺问题日益突出,钾已成为作物高产的主要限制因素之一^[5]。

目前围绕春玉米施钾效应进行了较多研究^[6-11]。

收稿日期:2013-01-24

基金项目:中加合作项目(IPNI);平衡施肥示范计划(BFDP-Jilin-2012)

作者简介:李德忠(1972-),男,副研究员,主要从事土壤肥料研究。

通讯作者:谢佳贵,男,副研究员,E-mail: xiejiagui@163.com

但这些研究仅侧重于钾肥不同用量的产量效应和钾素吸收利用方面,而在钾肥运筹方式对春玉米产量、品质及土壤钾素肥力影响的系统研究则未见报道。本试验研究了钾肥不同运筹方式对黑土玉米产量、钾肥吸收、转运及利用方面与土壤钾素平衡的影响,旨在为指导该区春玉米合理施用钾肥提供技术依据。

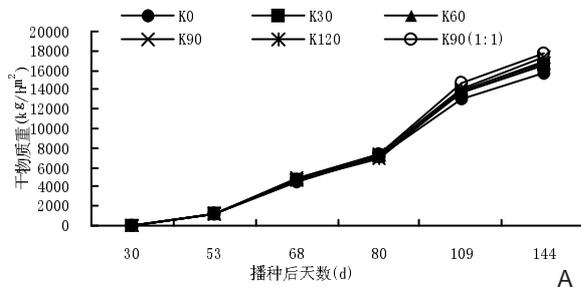
1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2011 年在吉林省榆树市粮食高产示范区(E126°31'26"、N44°48'27")进行,春玉米生长季内 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $3\ 139^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,无霜期 154 d。降雨量为 558 mm,供试土壤为黑土,质地中壤,0~20 cm 土壤有机质含量 25.7 g/kg,碱解氮 138.5 mg/kg,速效磷 33.6 mg/kg,速效钾 169.3 mg/kg, pH5.4。

试验设 6 个处理,1. 不施钾(K0);2. 一次性基施 30 kg/hm² K30 (1:0);3. 一次性基施 60 kg/hm² K60(1:0);4. 一次性基施 90 kg/hm² K90(1:0);5. 一次性基施 120 kg/hm² K120 (1:0);6. K90 kg/hm²,1/2 基施,1/2 拔节期追施(1:1)。1/4 氮肥与全部磷肥于播种前作基肥施入,3/4 氮肥于拔节期追施。供试玉米品种为先玉 335。于 4 月 29 日播种,种植密度为 6.0 万株/hm²,9 月 30 日收获。

1.2 样品采集与测定



分别于玉米不同生育期采 3~5 株玉米植株样品;成熟期采集的植株样品,分为秸秆和子粒两部分。植株样品于 105℃杀青 30 min 后,于 80℃烘干至恒重,计算其地上部干物重。样品粉碎后,采用火焰光度法测定其植株及子粒样品全钾含量;收获时取中间四垄玉米计产。

计算公式^[12-17]:

钾肥利用率(RE_K , %) = (施钾区地上部吸钾量 - 无钾区地上部吸钾量) / 施钾量 $\times 100$ %;

钾肥偏生产力(PEP_K , kggrain/kg) = 施钾区子粒产量 / 施钾量;

钾肥农学利用率(AE_K , kggrain/kg) = (施钾区子粒产量 - 无钾区子粒产量) / 施钾量;

营养体转运量 (kg/hm²) = 抽雄期营养体养分吸收量 - 成熟期营养体养分吸收量;

营养体转运效率(%) = 营养体养分转运量 / 灌浆前营养体养分吸收量 $\times 100$ %;

子粒养分比例(%) = 成熟期子粒养分吸收量 / 成熟期植株养分吸收量 $\times 100$ %;

试验数据用 Microsoft Excel 2007 和 SPSS11.5 统计软件处理。

2 结果与分析

2.1 施钾处理对生长发育及养分吸收动态的影响

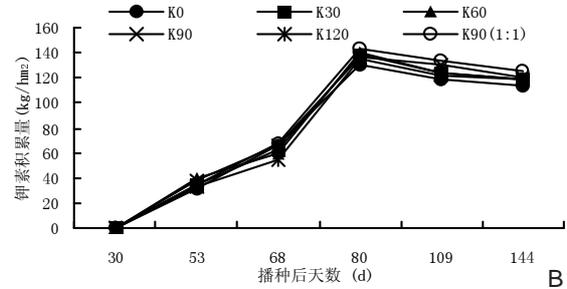


图 1 玉米生育期植株地上部生物量和钾积累量的动态变化

由图 1(A)可见,在玉米整个生育期内,不同施钾处理的干物质积累量趋势基本相同,玉米地上部干物质积累前期比较缓慢,拔节期(播种后 53 d)后干物质积累快速增加,灌浆期(109 d)后,增幅有所下降。

由图 1(B)可见,不同施钾处理的玉米钾素积累量趋势基本相同;苗期至大口期(播种后 68 d),钾素积累较低,随着生育期的推移钾素积累量逐渐增大,大口期至抽雄期(播种后 80 d),钾素的积累进入快速增长阶段,并达到最大值,在灌浆期又进入平稳阶段。

各施钾处理钾素积累量显著高于不施钾处

理,不同施钾量的 4 个处理相比,干物质积累量和钾素积累量有随施钾量的增加而提高的趋势。当施钾量达到 90 kg/hm² 时最高,然后开始下降,表明,适宜的钾肥用量可以提高春玉米的干物质积累量和钾素积累量,过量施用钾肥不利于春玉米对钾的吸收。K90(1:1)与 K90 一次性基施相比,干物重积累量和钾积累量均高于后者,表明在大口期追肥钾肥对玉米获得高产具有重要意义。

2.2 营养体钾素再分配及其对子粒钾的贡献

表 1 表明,不施钾玉米转运量最高,对子粒的贡献率也高,说明供钾不足而使营养体钾素外运过多。不同施钾量的 4 个处理相比,转运量和转运

效率有随施钾量增加而增加的趋势,当施钾量超过 90 kg/hm² 时,转运量和转运效率开始下降,这可能与玉米对钾的过度吸收,体内的养分平衡失

调有关。K90(1:1)与 K90 一次性基施相比,转运量和转运效率均高于后者,表明钾肥在大口期后追施有利于钾素的再分配。

表 1 营养体钾向子粒的转运量及转运效率

| 营养体钾素转运 | 钾肥处理 | | | | | |
|--------------------------|------|------|------|------|------|----------|
| | K0 | K30 | K60 | K90 | K120 | K90(1:1) |
| 转运量(kg/hm ²) | 73.4 | 62.6 | 67.9 | 67.6 | 68.1 | 70.1 |
| 转运效率(%) | 59.3 | 53.7 | 54.3 | 54.6 | 52.8 | 55.7 |
| 子粒养分比例(%) | 63.4 | 63.2 | 64.3 | 62.7 | 65.9 | 59.3 |

2.3 施钾处理对春玉米产量的影响

由表 2 产量结果可见,与不施钾肥相比,施钾各处理均达到显著或极显著水平,表明钾肥对玉米有明显的增产效果,玉米产量有随施钾量的增加而提高的趋势,可以建立一元二次回归方程 $Y=AX^2+BX+C$,拟合出了玉米产量(y)和施钾量(x)之间 $y=-0.149x^2+23.61x+9746$, $R^2=0.95$,按照市场价格玉米 1.9 元/kg,钾肥 4.5 元/kg,作物生产中其他投入为固定值,求得最高产量钾肥用量、最

佳经济钾肥用量及其对应的最高产量和最佳经济产量,求得最高产量施钾量为 79.2 kg/hm²,能获得产量 10 681 kg/hm²,最佳经济施钾量为 71.3 kg/hm²,能获得玉米产量 10 672 kg/hm²,最高产量施钾量和最佳经济施钾量均与 K90 处理相近,表明 90 kg/hm² 为比较适宜的用量,而 K90(1:1)处理高于 K90 一次性基施,表明钾肥后移有利于玉米产量提高。

从钾肥利用率等指标看出,不同钾肥用量的钾

表 2 春玉米产量及钾素利用效率

| 处理 | 产量结果(kg/hm ²) | 总吸钾量(kg/hm ²) | 钾肥利用率(RE _k) | 钾肥农学利用率(AE _k) | 钾肥偏生产力(PFP _k) |
|----------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| K0 | 9 770c | 113.8 | - | - | |
| K30 | 10 304bc | 119.2 | 21.7 | 17.8 | 343.5 |
| K60 | 10 538ab | 118.3 | 9.1 | 15.4 | 175.6 |
| K90 | 10 801a | 121.1 | 9.8 | 13.8 | 120.0 |
| K120 | 10 382ab | 118.5 | 4.7 | 6.1 | 86.5 |
| K90(1:1) | 10 987a | 127.9 | 14.9 | 16.3 | 122.1 |

注:表内小写字母为差异显著。

肥农学利用率、钾肥利用率、钾肥偏生产力有随施钾量的提高而降低的趋势,结合产量结果等因素,最适宜的用量为 90 kg/hm²(1:1),与 K90 处理相比,钾肥农学利用率、钾肥利用率、钾肥偏生产力有所提高,说明钾肥后移有利于春玉米生长发育,从而影响产量及钾肥利用率。

3 小 结

在钾素供应较好的条件下,营养体钾素再分配率和对子粒钾贡献率越高,越有利于经济产量的形成^[18]。玉米一生中大口期至抽雄期吸钾量最多,可见,在大口期追施钾肥基本满足了春玉米重要生育期的钾素需求,钾肥后移有利于玉米生育期内的钾素平衡,使产量得到了大幅提高。

钾素是玉米生长最重要的营养元素之一,施用钾肥对玉米有明显的增产效果。在本试验条件

下,在施钾量 0~90 kg/hm² 间玉米产量不断提高,但当施钾量达到 90 kg/hm² 时玉米产量最高,然后开始下降,但差异不显著,表明适宜的钾肥用量有利于玉米的生长发育,从而影响产量。虽然处理 6 施钾量与处理 4 一致,但在大口期后施用 1/2 钾肥玉米产量得到进一步提高,表明增加钾肥的追施次数,将钾肥后移,对玉米增产有明显的效果。

钾素利用效率的不同指标反映钾素对春玉米生物量、子粒产量的贡献,本研究表明,钾肥利用率、钾肥农学利用率、钾肥偏生产力等指标均有随施钾量增加而降低的趋势,结合产量结果,90 kg/hm² 为适宜的钾肥用量,K90(1:1)与 K90 一次性基施处理相比,钾肥利用率、钾肥农学利用率、钾肥偏生产力等均高于后者,再次证明在较低肥力的黑土上更有利于春玉米对钾素(下转第 78 页)

理间抗氧化物质和活性均无显著差异。表明“Eco-Huang”对抗氧化成分以及活性无不良影响。另外,在花盛开期后第 65 d 的活性显著高于 165 d,符合果实发育过程中抗氧化物质及活性不断降低的生长规律^[2]。

3 小 结

疏花、疏果是苹果生产中提高果实品质的重要措施之一,由于苹果树在自然条件下有过量结果和隔年结果的习性,过量结果时引起果实的品质下降、商品价值低^[1]。因此,及时且适当地疏花、疏果可以提高优质果比例和保持健壮的树势。然而,由于疏花、疏果季节性强,传统的人工疏花、疏果方法费工费时,在短时间内完成需大量的劳力,在单户经营面积较大果园时,很难做到。与之相比化学疏花、疏果技术虽然可以减轻劳动强度,降低生产成本,但往往会不同程度地对果实产生不良影响。韩国国立安东大学 CHUN Ik-Jo 教授经过十几年的研究和开发,并于 2008 年发明了苹果疏花剂“Eco-Huang”(专利号 10-2010-0034600),本项研究成果创造性地解决了(1)对人、畜以及传粉昆虫无毒无害,对环境无污染;(2)利用不同品种苹果树开花的时间差选择喷药时期和浓度,保证了中心花正常结果,有效地控制了侧花和腋花结果,创立了选择性化学疏花的技术。但是,美中不足的是该疏花剂对果实品质的影响和

(上接第 27 页)的吸收和利用。

参考文献:

- [1] 杨建肖,王桂荣,张永升,等.钾对玉米种子萌发及其生理特性的影响[J].华北农学报,2008(4):145-148.
- [2] 曹敏建,王淑琴,张雨林,等.钾对玉米生长发育及生理指标影响的研究[J].土壤通报,1994,25(4):181-183.
- [3] 谢瑞芝,李潮海,周苏玫,等.超高产夏玉米生长机制研究[J].河南农业大学学报,1999,33(1):13-18.
- [4] 王艳丽,范世涛,张强,等.吉林省黑土地资源开发利用现状及保护对策[J].吉林农业大学学报,2010,32(S):57-59,70.
- [5] 尹彩侠,侯云鹏,秦裕波,等.吉林省不同类型土壤玉米施用钾肥效应研究[J].吉林农业科学,2010,35(4):22-24.
- [6] 谭德水,金继运,黄绍文,等.长期施钾对玉米连作土壤-作物系统钾素特征的影响[J].土壤通报,2009,40(6):1376-1380.
- [7] 王宜伦,韩燕来,谭金芳,等.钾肥对砂质潮土夏玉米产量及土壤钾素平衡的影响[J].玉米科学,2008,16(4):163-166.
- [8] 谢佳贵,王立春,尹彩侠,等.吉林省不同类型土壤玉米施肥效应研究[J].玉米科学,2008,16(4):167-171.
- [9] 刘淑侠,吴海燕,赵兰坡,等.不同施钾量对玉米钾素吸收利用的影响[J].玉米科学,2008,16(4):172-175.
- [10] 王秀芳,张宽,王立春,等.科学管理与调控钾肥,实现玉米高产稳产[J].玉米科学,2004,12(3):92-95,99.

跨地区适应性试验尚未系统地开展过。本试验选用“Eco-Huang”在花盛开期喷施后经对疏花效应、果实生长及苹果品质进行调查分析,得出结论,跨地区施用疏花剂产品“Eco-Huang”同样具有良好疏花效应,对苹果品质无不良影响,为该疏花剂产品的推广应用提供理论依据和实践参考。具有增加和稳定果农收益的现实意义。

参考文献:

- [1] 王学府,孟玉平,曹秋芬,等.无公害疏花剂对不同苹果品种的疏花效应[J].山西果树,2006(3):3-4.
- [2] Zheng H.Z., Kim Y.I., Chung S.K. A profile of physicochemical and antioxidant changes during fruit growth for the utilisation of unripe apples[J]. Food Chemistry, 2012(131): 106-110.
- [3] Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R.M. Analysis of total phenolic and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent [J]. Methods in Enzymology, 1999(299): 152-178.
- [4] Jia Z.S., Tang M.C., Wu J.M. Determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals[J]. Food Chemistry, 1999, 64(4): 555-559.
- [5] Lim Y.Y., Lim T.T., Tee J.J. Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study [J]. Food Chemistry, 2007, 103(3): 1003-1008.
- [6] Shahrokh K., Rong T., Djamilia R., et al. Polyphenol composition and total antioxidant capacity of selected apple genotypes for processing [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2008(21): 396-401.
- [7] 凌关庭. 抗氧化食品与健康 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004:163-168.
- [11] 王贵平,张伟华.钾肥对春玉米光合性能及产量形成影响的研究[J].内蒙古农业大学学报,2000,21(4):143-147.
- [12] 云鹏,高翔,陈磊,等.冬小麦-夏玉米轮作体系中不同施氮水平对玉米生长及其根际土壤氮的影响[J].植物营养与肥料学报,2010,16(3):567-574.
- [13] 范亚宁,李世清,李生秀.半湿润地区农田夏玉米氮肥利用率及土壤硝态氮动态变化[J].应用生态学报,2008,19(4):799-806.
- [14] 王俊忠,黄高宝,张超男,等.施氮量对不同肥力水平下夏玉米碳氮代谢及氮素利用率的影响[J].生态学报,2009,29(4):2045-2052.
- [15] 巨晓棠,刘学军,张福锁.冬小麦与夏玉米轮作体系中氮肥效应及氮素平衡研究[J].中国农业科学,2002,35(11):1361-1368.
- [16] 巨晓棠,刘学军,邹国元,等.冬小麦/夏玉米轮作体系中氮素的损失途径分析[J].中国农业科学,2002,35(12):1493-1499.
- [17] 郑伟,何萍,高强,等.施氮对不同土壤肥力玉米氮素吸收和利用的影响[J].植物营养与肥料学报,2011,17(2):301-309.
- [18] 刘占军,谢佳贵,张宽,等.不同氮肥管理对吉林春玉米生长发育和养分吸收的影响[J].植物营养与肥料学报,2011,17(1):38-47.