

文章编号 :1003-8701(2012)01-0034-04

东北地区玉米高产高效养分管理技术 现状及影响因素

韩志勇¹,徐长青²,高强^{1*}

(1. 吉林农业大学资源与环境学院,长春 130118; 2. 吉林省梨树县梨树镇农业站,吉林 梨树 136500)

摘要:综述了东北地区高产、超高产春玉米在养分投入量和投入方式方面的现状及其影响因素,并进行了展望。结果表明要获得 11 000 kg/hm² 以上的产量,郑单 958 的适宜密度在 5.5~6.5 万株/hm²,先玉 335 的适宜密度为 6.5~8 万株/hm²,有机肥 20~30 t/hm²,施肥量应为 N 200~240 kg/hm²、P₂O₅ 67~100 kg/hm²、K₂O 67~100 kg/hm²、ZnSO₄·7H₂O 15~20 kg/hm²。

关键词:春玉米;高产高效;养分管理;施肥量

中图分类号:S513.062

文献标识码:A

The Situation of Nutrients Management Technology and Influence Factors of High Yield and High Efficiency of Spring Maize in Northeast Region

HAN Zhi-yong¹, XU Chang-qing², GAO Qiang¹

(1. College of Resource and Environment, Jilin Agricultural University, Changchun, 130118; 2. Lishu Town Agricultural Station of Lishu County, Jilin Province, Lishu 136500, China)

Abstract: The situation and influence factors on amount and way of nutrient input of high yield spring maize in Northeast Region were summarized in the paper. The results showed that to get yield of more than 11000 kg/hm², proper density of 'Zhengdan 958' is 55000-65000 plants/hm², suitable density of 'Xianyu 335' is 65000-80000 plants/hm², organic fertilizer is 20-30t/hm², fertilizer application rate is 200-240kg N/hm², 67-100kg P₂O₅/hm², 67-100kg K₂O/hm², 15-20kg ZnSO₄·7H₂O/hm².

Keywords: Spring maize; High yield and high efficiency; Nutrient management; Fertilizer rate

玉米是世界上最重要的粮食作物之一,随着畜牧业与加工业的发展,玉米也成为了重要的饲料和工业原料作物,对玉米的需求量日益增加。就世界范围来说,玉米是全球最大谷类作物,居三大粮食品种(玉米、小麦、大米)之首,是种植范围最广的谷类作物,全世界有 70 个国家每年种植面积在 10 万公顷以上。我国是世界第二大玉米生产国,种植面积占世界玉米面积的 18%,总产量占世界玉米总产量的四分之一左右^[1]。近年来,我国玉米单产逐渐提高,春玉米取得过 20 025 kg/hm²

的产量,但这只是以“闪光点”的形式出现的,并没有大规模实现^[2-4]。陈国平等^[5]研究发现 2006~2007 年全国出现 39 块玉米超高产田,绝大多数集中在北纬 40°~43°的高海拔地区,其特点是光照充足和昼夜温差大。产量在 15 000 kg/hm² 以上高产田的产量结构是 79 725~84 630 穗/hm²,每穗 560~588 粒,千粒重 347~359 g,穗粒重 200 g 左右。高产配套栽培技术是生态条件优越地区,采用良种、合理密植、科学施肥和及时灌溉等。2007 年我国的玉米平均单产为 5 410 kg/hm²,产量最高的吉林省也只有 7 120 kg/hm²,与美国的玉米单产还有很大的差距。东北地区是我国两大玉米主产区之一,根据国家统计局数据,2008 年东北地区玉米产量为 10 811 万 t,约占全国总产量的

收稿日期:2011-05-13

作者简介:韩志勇(1984-),男,硕士,主要从事植物营养与肥料研究。

通讯作者:高强,博士,教授,E-mail:gyt199962@163.com

36.2%左右。在提高玉米单产的同时,提高养分的利用率是玉米生产的发展趋势。而要实现玉米生产的高产高效,养分管理技术是关键因素。

1 养分管理技术现状

1.1 施肥量

在东北地区,基于其土壤养分供应状况、玉米需肥规律和降雨量适中的特性,其施肥量应为 N 200~240 kg/hm²、P₂O₅ 67~100 kg/hm²、K₂O 67~100 kg/hm²、ZnSO₄·7H₂O 15~20 kg/hm²、有机肥 20~30 t/hm²。近年来,随着耐密型高产玉米品种种植面积的快速增加,在玉米产量不断提高的同时,化肥用量也在增加,化肥利用效率低下等现象仍普遍存在。近年来针对土壤养分供应水平与玉米施肥效应研究很多。吉林省东辽县研究表明^[6]:选择最佳施肥量可提高玉米产量、实现经济施肥、降低生产成本。试验结果表明,公顷施尿素 315 kg、二铵 112.5 kg、硫酸钾 225 kg、硫酸锌 15 kg 的施肥量增产效果最佳。

张效朴等^[7]研究了吉林黑土上化肥对玉米的增产效应及肥料利用率,得出 N 肥是主导的增产因素,其最佳产量和最佳施肥量分别为 12 738.6 kg/hm² 和 291.6 kg/hm², 及 11 542.7 kg/hm² 和 2 778 kg/hm²; 不同 N 肥用量下肥料利用率变化分别在 32.3%~64.3% 及 35.5%~62.2% 之间,并根据最佳产量找出最佳利用率分别在 49% 和 51% 左右。

还有人研究^[8]了不同氮素管理(不施氮、推荐施氮、经验施氮)对春玉米的干物质积累、分配及转运的影响。结果表明,在高肥力土壤条件下,第一年推荐和经验施氮同不施氮相比在干物质积累、叶面积指数、子粒产量、穗位叶光合速率等方面都没有起到明显的促进作用,但在第二年不施氮处理产量比推荐施氮和经验施氮分别下降了 12.0% 和 11.6%。推荐施氮的优势不仅体现在减少氮肥投入的前提下保持产量的稳定,同时也明显促进了生育后期植株营养体干物质向子粒的转运,各器官干物质转运总量占子粒总干质量的 22.1%, 比经验施氮高 6.1%。干物质积累是子粒产量形成的物质基础,获得高产的基本途径就是尽量增加干物质产量,并使之尽可能多地分配到子粒当中^[9]。随作物产量的提高,作物从土壤中移走的钾量也逐渐增加,土壤中钾素在逐渐亏缺。谭德水等在辽宁、吉林、黑龙江三地进行的 13 年钾肥定位试验研究表明^[10],辽、吉、黑 3 点长期施肥

条件下作物产量 13 年平均分别增加 9.9%~10.3%、12.6%~13.6% 和 17.5%~21.7%。基于产量、效益和土壤钾素状况,3 点的适宜钾(K₂O)用量为 112.5 kg/hm² 左右。

冯国忠等^[11]通过研究确定出吉林省玉米带春玉米氮磷钾肥的总体施用量分别为 200 kg/hm²、76 kg/hm² 和 68 kg/hm²,其中氮肥基肥(苗期到 10 叶期前)用量为 52 kg/hm²。

王守宇等^[12]通过在黑龙江海伦试验站的田间试验,获取了氮磷钾与玉米产量各自的肥料效应函数模型,从产量角度讲,最佳的肥料施用量, N 为 143 kg/hm², P₂O₅ 为 60 kg/hm², K₂O 为 35.5 kg/hm²。

王立春等^[13]在 1997~1999 年在梨树、农安、榆树、桦甸创造出 4 块“吨粮田”氮磷钾施肥量分别为梨树 258 kg/hm²、131 kg/hm²、115 kg/hm²; 农安: 275 kg/hm²、115 kg/hm²、113 kg/hm²; 榆树: 161 kg/hm²、115 kg/hm²、0 kg/hm²; 桦甸 200 kg/hm²、70 kg/hm²、56 kg/hm²。产量分别达到 16 443 kg/hm²、15 129 kg/hm²、15 090 kg/hm²、15 086 kg/hm²。

在试验条件下^[14],玉米最大效益的 N、P₂O₅、K₂O 用量分别为 96.15 kg/hm²、63.0 kg/hm²、61.65 kg/hm²。玉米最高产量用量分别为 163.2 kg/hm²、72.6 kg/hm² 和 69.6 kg/hm²。

1.2 施肥方式

吉林玉米带农民对玉米惯用的施肥方法主要为分次施肥法,一般是底肥+追肥的方式,即将全部的磷、钾肥和部分氮肥作底肥,而大部分氮肥则在玉米生育中期追施。但近几年来,玉米一次性施肥的比例却逐渐加大,一次性把全部肥料施入垄沟后覆土,施肥深度一般为 10~15 cm,所用肥料品种大多为高氮复混肥,整个生育期内不再追肥的施肥方法。

通过调查分析^[15]吉林省玉米一次性施肥状况,结果表明:玉米一次性施肥主要集中在吉林玉米带的中、东部地区,土壤类型以黑土、典型黑钙土、白浆土、草甸土和暗棕壤为主。2005 年玉米一次性施肥面积占玉米总施肥面积的 62.5%,玉米一次性施肥平均施用量为 554 kg/hm²;一次性施肥比农民常规施肥多投入 313 元/hm²。

王立春等^[16]为探讨黑土区春玉米合理的施肥方式,减少氮素淋洗造成的环境风险,设置了 8 个肥料运筹处理,研究了不同肥料对黑土区春玉米田土壤淋溶液中硝态氮和铵态氮含量的影响。结果显示:以优化施肥处理的玉米产量最高,优化施肥处理(施 N 180 kg/hm², P₂O₅ 100.5 kg/hm², K₂O

120 kg/hm²) 的硝态氮和铵态氮表现出明显的表聚趋势,表明优化的有效性。

2 影响产量和养分利用的因素

2.1 密度

玉米的生产是一个种群的过程,密度是影响产量的关键因素。而肥料则是玉米个体生长发育的保证。王宏庭^[17]等研究了不同种植密度对玉米产量、养分吸收和养分利用率的影响,结果表明,在施肥量相同的条件下(N 180 kg/hm²、P₂O₅ 90 kg/hm²、K₂O 75 kg/hm²),密度为 45 000 株/hm² 的处理,玉米的产量为 9 541 kg/hm²、养分吸收量为 345.2 kg/hm²、肥料利用率为 13.5%,均低于密度为 60 000 株/hm² 的处理的 11 884 kg/hm²、445.3 kg/hm² 和 30.1%,且在一定范围内,施肥量越高,高密度处理的优势越明显。有关玉米密度的研究报道较多^[18-20],大多是关于密度与产量及其产量构成的关系。根据“高肥宜密,低肥宜疏”的原则,玉米种植在一定密度范围内,玉米产量随密度的增加而增加,合理的群体结构是获得高产的重要途径。在春玉米高产超高产生产中,种子的差异导致产量的差异,选用耐密品种是密植增产的前提和关键。研究表明^[21-22],在高水平施肥量为施 N 200 kg/hm²、P 90 kg/hm²、K 90 kg/hm² 条件下,耐密品种先玉 335 最佳种植密度在 80 000 株/hm² 左右,耐密性中等品种军单 8 适宜种植密度在 65 000 株/hm² 左右。

2.2 深耕

王川等^[23]研究表明,在不同施氮量条件下,通过根际深施和耕层混施的效果比较得出,根际深施在低施肥量时能够显著提高玉米产量;一次性根际深施能促进玉米对氮素的吸收,提高氮素的利用率,降低对土壤氮素的依存率,从而减少氮素的损失。在根际深施方式下,总吸氮量随施肥量的增加呈现先升高后降低的趋势,与玉米产量和生物量变化趋势趋于一致。

有研究表明^[24],犁底层有两方面的作用:首先它能影响剖面水分的补充,由于犁底层没有被打破,犁底层以下的水流是不饱和的。当打破犁底层整个剖面水流即成饱和状态。丁昆仑等^[25]研究表明,深松能有效的打破犁底层,降低土壤容重,增加玉米根深、根长 30% 及根重 10% 以上,深松平均降低田间耗水量 12%,水分利用效率提高 19%,增产效果可达 11%~20%。

3 展望

国内外的高产实践表明,我国提高玉米单产仍有较大潜力可控^[26-27]。尹枝瑞^[28]认为,发达的根系是获得高产的基础,创建超高产土壤、科学施肥及选用产量潜力大的品种和建立超高产群体是获得高产的关键。迟永清等^[29]通过人工控制土肥水的池栽网室来进行实验,结果发现,当夏玉米产量从 750 kg 提高到 1 050 kg 水平时,土壤肥力水平、肥供养分量和供水总量均需相应增加,表明加大投入是高产的必备条件,但其养分利用率和水分生产效率也因之提高,如氮的利用率从 52.2% 提高到 55.5%,速效磷的利用率从 36.8% 提高到 37.8%,速效钾的利用率从 69.2% 提高到 85.3%,水分生产效率则从 17 310(kg/mm/hm²) 提高到 17 625 (kg/mm/hm²)。Indiana angriness 等^[30]报道提高早春机械化播种速度、种植深度、适宜的土温和湿度、使用除草剂等,是高产的必要措施。

东北春玉米连作体系以松辽平原玉米带为核心,属季风区温带半湿润地区。该区主要土壤类型为黑土,具有有机质含量高、腐殖质层深厚、养分丰富、团粒发达、保水保肥能力及抗逆性强等优越的肥力特点^[31]。随着氮肥大量施入农田,土壤中残留了大量的氮素,这部分氮素是氮肥损失的主要途径之一,如果将残留的硝态氮控制在一定的范围内,则可兼顾产量与环境。钟茜等认为,在华北地区将土壤残留的氮限定在 150 kg/hm² 左右较好。

选择耐密品种,增加单位面积植株数量和穗数,在一定程度上密度越大产量越高。创高产除了要选择耐密品种之外还要结合一定的施肥措施和田间管理措施。深翻地能够增加耕层土壤孔隙度,促进根系呼吸和养分的吸收,对产量的增加有一定的促进作用。玉米的分次施肥已经是被证明的科学的施肥方法,根据玉米的营养生长和生殖生长特性分次施肥,既能及时满足玉米的养分的需求又不浪费资源,还能减少化肥过量施用对环境的污染等。

要实现东北地区玉米高产高效的目标,必须结合当地的气候条件、土壤类型以及农民的种植习惯,做到选择良种、合理密植、结合深耕、施用有机肥培肥地力等多种措施相结合,通过测土配方和田间试验确定最佳施肥量,做到产量和经济效益的共同提高。

参考文献:

[1] 佟屏亚. 中国玉米科技史[M]. 北京:中国农业科技出版社,

- 2000 .
- [2] Nelson W L. Reetz H F. Herman Warsaw's high corn yield [J]. *Crop Soil*, 1986(38) :5- 8 .
- [3] 王庆祥 . 玉米的增产潜力及其限制因素 [J]. *黑龙江农业科学*, 1988(4) :41- 44 .
- [4] 饶春富 . 春玉米大面积亩产吨粮的产量构成因素浅析[J]. *玉米科学*, 1993(1) :13- 16 .
- [5] 金 豹 . 我国青贮玉米育种的策略与目标 [J]. *玉米科学*, 2002 ,10(4) :3- 4 .
- [6] 李 锋,刘晓娟,刘世梅,等 . 不同施肥量对玉米生育特性及产量的影响[J]. *吉林农业科学*, 2006 ,31(3) :53- 54 .
- [7] 张效朴,李伟波,詹其厚 . 吉林黑土上肥料施用量对玉米产量及肥料利用率的影响[J]. *玉米科学*, 2000 ,8(2) :70- 74 .
- [8] 戴明宏,陶洪斌,王利纳,等 . 不同氮肥管理对春玉米干物质生产、分配及转运的影响 [J]. *华北农学报*, 2008 ,23(1) :154- 157 .
- [9] 陈国平 . 玉米的干物质生产与分配 [J]. *玉米科学*, 1994 ,2(1) :48- 53 .
- [10] 谭德水,金继运,黄绍文 . 长期施钾对东北春玉米产量和土壤钾素状况的影响 [J]. *中国农业科学*, 2007 ,40(10) :2234- 2240 .
- [11] 冯国忠,张 强,顾 明,等 . 吉林玉米带春玉米专用肥配方的确定[J]. *中国农学通报*, 2010 ,26(13) :225- 229 .
- [12] 王守宇,何喜云,韩晓增,等 . 黑土农田氮磷钾对玉米产量的影响及调控[J]. *农业系统科学与综合研究*, 2001 ,17(1) :38- 39 .
- [13] 王立春,边少锋,任 军,等 . 吉林省玉米超高产研究进展与产量潜力分析[J]. *中国农业科技导报*, 2004 ,6(4) :33- 35 .
- [14] 任 军,郭金瑞,刘剑钊,等 . 黑土区高产土壤培肥与玉米高产田建设研究[J]. *玉米科学*, 2008 ,16(4) :147~151 ,157 .
- [15] 高 强,李德忠,黄立华,等 . 吉林玉米带玉米一次性施肥现状调查分析[J]. *吉林农业大学学报*, 2008 ,30(3) :301- 305 .
- [16] 王立春,赵兰坡,朱 平,等 . 不同施肥方式对黑土春玉米田硝态氮和铵态氮的影响 [J]. *东北林业大学学报*, 2009 ,37(12) :85- 87 .
- [17] 王宏庭,王 斌,赵萍萍,等 . 种植方式、密度、施肥量对玉米产量和肥料利用率的影响 [J]. *玉米科学*, 2009 ,17(5) :104- 107 .
- [18] 陈国平 . 玉米库源关系的研究 [J]. *玉米科学*, 1998(6) :33- 35 .
- [19] 陆卫平 . 不同生态条件下玉米产量库源关系的研究 [J]. *作物学报*, 1997(23) :23- 25 .
- [20] 佟屏亚 . 玉米密度与产量因素关系的研究 [J]. *北京农业科学*, 1995(13) :11- 13 .
- [21] 陈丽华,刘 伟 . 不同密度对玉米郑单 958 和辽单 565 产量影响的分析 [J]. *辽宁农业职业技术学院学报*, 2010 ,12(1) :12- 13 .
- [22] 曹庆军,王洪预,张 铭,等 . 高施肥水平下密度对春玉米产量的影响[J]. *玉米科学*, 2009 ,17(3) :113- 115 .
- [23] 王 川,林治安,李絮花 . 施肥方式对夏玉米产量和养分吸收利用的影响[J]. *湖南农业科学*, 2011(3) :36- 37 .
- [24] A.A.Hassan. Agricultural Mechanization in Africa and Latin America [J]. *European Journal of Soil Science*, 1984 ,15(4) :31- 34 .
- [25] 丁昆仑 . 耕作措施对土壤特性及作物产量的影响 [J]. *农业工程学报*, 2000 ,16(3) :28- 31 .
- [26] 杨国虎,李 新,王承莲,等 . 种植密度影响玉米产量及部分产量相关性状的研究 [J]. *西北农业学报*, 2006 ,15(5) :57- 60 ,64 .
- [27] 赵 明,李建国,张 宾 . 论作物高产挖潜的补偿机制[J]. *作物学报*, 2006 ,32(10) :1566- 1573 .
- [28] 尹枝瑞,王国琴,王振宝 . 吉林省玉米高产区高产高效栽培技术与生育生理指标研究[J]. *玉米科学*, 1994 ,2(2) :32- 40 .
- [29] 迟永清,韩守良 . 夏玉米亩产 750~1 050 kg 优选土肥水理论指标的研究[J]. *山东农业科学*, 1997(4) :12- 15 .
- [30] Denny cobb- certified professional Agronomist- CPAG/CCA unless otherwise noted[J]. *Crop talk newsletter March*, 2004 .
- [31] 赵兰坡,张志丹,王鸿斌,等 . 松辽平原玉米带黑土肥力演化特点及培育技术[J]. *吉林农业大学学报*, 2008 ,30(4) :511- 516 .