



窦金刚,刘方明,高玉山,等.吉林省西部节肥增效技术对玉米产量的影响[J].黑龙江农业科学,2020(3):1-4.

# 吉林省西部节肥增效技术对玉米产量的影响

窦金刚,刘方明,高玉山,孙云云,侯中华,万成山,王立春,刘慧涛

(吉林省农业科学院 农业环境与资源研究所,吉林 长春 130033)

**摘要:**为促进东北地区节肥增效技术模式的应用和推广,以迪卡159玉米品种和颗粒保水剂、粉末保水剂及氮肥增效剂为试验材料,研究了吉林省西部节肥增效技术对玉米产量的影响,分析底肥配施保水剂的效果,确定种肥施加保水剂的适宜用量,筛选追肥氮肥增效剂的适宜种类。结果表明:底肥配施保水剂提高玉米产量2.54%( $P>0.05$ );种肥施加粉末保水剂的适宜用量为 $16\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;生物碳作为追肥氮肥增效剂,与对照相比增产7.10%( $P>0.05$ ),效果较好。

**关键词:**吉林省西部;节肥增效技术;玉米产量

目前,吉林省玉米生产中存在过量施肥现象,造成肥料浪费、土壤养分不均衡和土壤肥力退化等问题<sup>[1]</sup>。一些学者提出节肥增效技术,如施加保水剂、肥料增效剂<sup>[2]</sup>、生物碳<sup>[3]</sup>、聚谷氨酸<sup>[4]</sup>、黄腐殖酸钾<sup>[5]</sup>以及粮豆轮作<sup>[6]</sup>等,减少化肥用量,提高肥料利用率,维护生态环境、促进农业可持续发展。研究表明,保水剂,有机、无机营养元素等复合肥可以增加玉米干重,提高水分和氮素利用率<sup>[7]</sup>。玉米田施加肥料增效剂,可以促进玉米氮素分配及氮磷钾累积分配<sup>[2]</sup>。聚谷氨酸促进玉米生长和提高生物量<sup>[4,8]</sup>。玉米田施加生物碳有助于改善土壤,提高玉米产量<sup>[9-10]</sup>。

本文研究了吉林省西部地区玉米节肥增效技术对玉米产量的影响,分析底肥配施保水剂的效果,确定种肥中保水剂用量,筛选追肥(氮肥)增效剂种类,进行技术优化,为构建东北地区节肥增效技术模式提供基础资料,有利于化肥减施增效技术模式的应用和推广。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试玉米品种为迪卡159。播种时间为2018年5月3日,播种密度 $6.5\text{ 万株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

供试保水剂为颗粒保水剂和粉末保水剂,由北京汉力森新技术有限公司提供。

供试增效剂为聚谷氨酸、复硝酚钠、NMAX增效剂、生物碳(粉状)、黄腐酸钾,由沈阳兴正和化工有限公司提供。

### 1.2 方法

1.2.1 底肥配施保水剂技术 配施保水剂技术在玉米播种前施底肥,混合配施颗粒保水剂。

本试验采用大区试验,每个试验处理面积 $1\ 560\text{ m}^2$ ,长200 m,宽7.8 m。底肥施复合肥,施肥量为 $600\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

处理1:底肥,复合肥( $600\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )不施保水剂;

处理2:底肥,复合肥( $600\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ) + 颗粒保水剂( $20\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )。

1.2.2 种肥水施一铵技术 在坐水播种时,随水施入磷酸一铵 $20\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,同时施入不同质量的粉状保水剂。

本试验采用大区试验。每个大区面积 $520\text{ m}^2$ ,长200 m,宽2.6 m。

处理1:磷酸一铵;

处理2:磷酸一铵 + 保水剂 $8\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;

处理3:磷酸一铵 + 保水剂 $16\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;

处理4:磷酸一铵 + 保水剂 $24\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;

处理5:磷酸一铵 + 保水剂 $32\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

1.2.3 追肥施加氮肥增效剂技术 于6月20日玉米拔节前追施尿素,处理3~处理7在减施10%基础上添加氮肥增效剂。采用小区试验。小区长9 m,宽2.6 m,小区面积 $23.4\text{ m}^2$ 。3次重复。

处理1:对照,尿素90%(尿素施加量 $342\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ),不施加增效剂;

收稿日期:2019-11-05

基金项目:国家重点研发计划(2017YFD0201806;2017YFD0300602;2016YFD0300807)。

第一作者:窦金刚(1976-),男,学士,助理研究员,从事土壤改良研究。E-mail:doujingang@126.com。

通信作者:刘慧涛(1965-),男,硕士,研究员,从事土壤改良研究。E-mail:liuhuitao558@sohu.com。

处理 2: 尿素 100% (尿素施加量  $380 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ), 不施加增效剂;

处理 3: 尿素 90% + 聚谷氨酸  $684 \text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;

处理 4: 尿素 90% + 复硝酚钠  $342 \text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;

处理 5: 尿素 90% + NMAX 增效剂  $342 \text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;

处理 6: 尿素 90% + 生物碳  $1 \text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;

处理 7: 尿素 90% + 黄腐酸钾  $17.1 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

1.2.4 测定项目及方法 土壤含水量: 种肥水施一铍技术的处理在 6 月 23 日和 7 月 26 日在玉米根周取 0~30 cm 土壤, 采用烘干法测定土壤含水量。

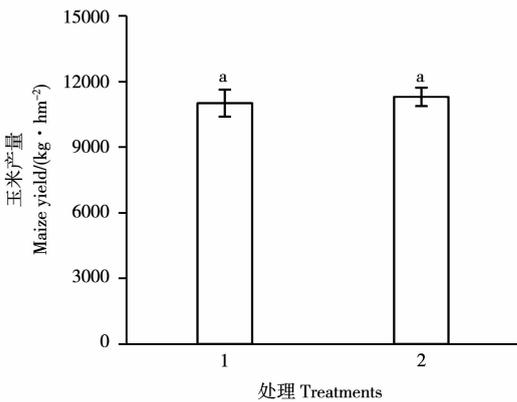
玉米产量: 籽粒成熟期测产, 每小区的玉米全部测产, 10 个果穗称鲜重, 并带回风干, 风干后考种, 折标准水 (14%) 计算单位面积产量。

1.2.5 数据分析 采用 SPSS 19.0 分析软件和 Excel 2007 软件进行统计分析, 采用单因素方差分析 LSD 方法进行 5% 水平的差异显著性分析。根据种肥保水剂用量与玉米产量的关系作回归分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 底肥配施保水剂技术对玉米产量的影响

由图 1 可知, 底肥配施保水剂技术对玉米产量的影响不明显, 处理之间差异不显著 ( $P > 0.05$ )。保水剂处理的玉米产量 ( $11\,301 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ) 仅高于对照 ( $11\,021 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ) 2.54%。



不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), 下同。  
Different lowercase letters indicate significant difference ( $P < 0.05$ ), the same below.

图 1 底肥保水剂对玉米产量的影响

Fig. 1 Effects of base fertilizer combined with water-retaining agent on maize yield

### 2.2 种肥水施一铍技术对土壤含水量和玉米产量的影响

由图 2 可知, 6 月 23 日各处理土壤含水量差异显著 ( $P < 0.05$ ), 保水剂提高土壤含水量 5.3%~16.7%。各处理土壤含水量随保水剂用量增加而增加,  $32 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  保水剂的处理 5 土壤含水量较高, 其次为保水剂  $24 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  的处理 4、保水剂  $16 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  的处理 3。7 月 26 日处理间土壤含水量差异不明显, 保水剂处理土壤含水量为 10.68%~11.09%, 对照土壤含水量为 10.79%。

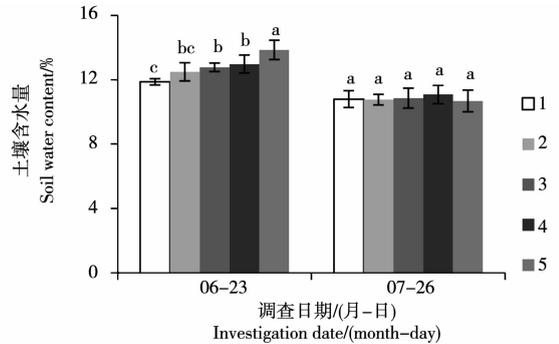


图 2 种肥添加不同用量保水剂对土壤含水量的影响  
Fig. 2 Effects of seed fertilizer combined with different application amount of water retaining agent on soil water content

由图 3 可知, 种肥水施一铍添加保水剂用量对玉米产量影响不明显, 各处理玉米产量之间差异不显著 ( $P > 0.05$ )。种肥保水剂处理 3 (保水剂  $16 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ) 玉米产量最高, 高于对照 ( $10\,496 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ) 8.40%; 其次为处理 2 (保水剂  $8 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ) 玉米产量较高, 高于对照 6.94%; 处理 4 和处理 5 (保水剂  $24 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  和保水剂  $32 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ) 高于对照 3.10% 和 1.92%。

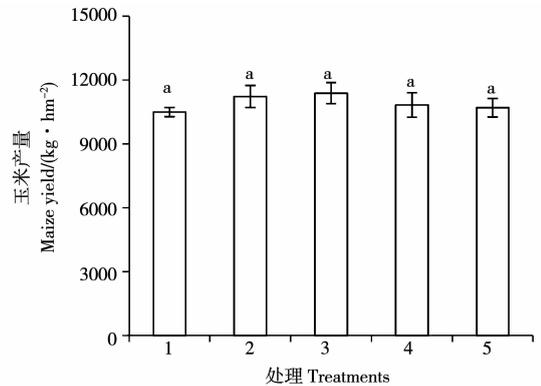


图 3 种肥添加不同用量保水剂对玉米产量的影响

Fig. 3 Effects of seed fertilizer combined with different application amount of water retaining agent on maize yield

对种肥保水剂用量与玉米产量的关系作回归分析,得到回归方程(图4)。

回归方程  $y = -2.6953x^2 + 86.253x + 10578$ , 回归系数  $R^2 = 0.7697$ 。确定种肥增效剂粉状保水剂的适宜用量为  $16 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 玉米产量达到最大值为  $11268 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

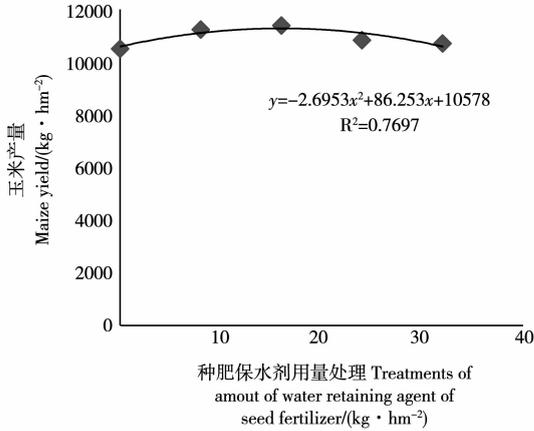


图4 种肥保水剂用量与玉米产量的回归分析

Fig. 4 Regression analysis on amount of water retaining agent of seed fertilizer and maize yield

### 2.3 追肥施加氮肥增效剂技术对玉米产量的影响

由图5可知,追肥施加不同的氮肥增效剂对玉米产量的影响存在差异。处理2(尿素100%)玉米产量( $12908 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )较高,明显高于处理1(对照, $11645 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ) $10.85\%$  ( $P < 0.05$ );其次为处理6(生物质碳粉, $12472 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )和处理3(聚谷氨酸, $12328 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ),分别高于对照 $7.10\%$ 和 $5.87\%$ ,但与对照差异不显著。处理4(复硝酚钠)和处理7(黄腐酸钾)玉米产量与对照相近,无明显差异;处理5(NMAX增效剂)的玉米产量较低,仅为 $10571 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

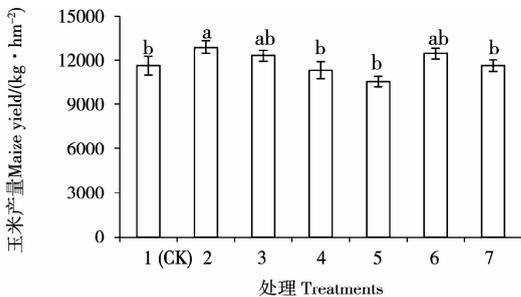


图5 氮肥增效剂对玉米产量的影响

Fig. 5 Effects of nitrogen fertilizer synergistic agent on maize yield

## 3 结论与讨论

### 3.1 保水剂对玉米产量的影响

保水剂具有明显的保水保肥作用,可以提高土壤水分、促进玉米茎叶和根生物量<sup>[11]</sup>。本研究发现种肥添加保水剂可以提高土壤含水量,促进玉米前期生长,底肥和种肥配施保水剂具有促进玉米增产的趋势,与前人研究结果一致。

根据种肥保水剂用量与玉米产量的关系作回归方程,确定种肥增效剂粉状保水剂的适宜用量为  $16 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。本研究结果可以为东北地区农业生产保水剂的应用提供参考数据。

### 3.2 氮肥增效剂对玉米产量的影响

黑土区和黄土区玉米田施加生物碳效果的研究表明,施加生物碳促进玉米苗期生长,促进玉米养分积累,提高玉米产量<sup>[9-10,12]</sup>。本研究发现施加生物碳增产 $7.10\%$ ,增产比例较高。但目前生物碳生产成本较高,因此农业生产中要考虑不同生物碳产品的适宜用量,进一步提高玉米产量。

本研究发现聚谷氨酸具有增加玉米产量的趋势,聚谷氨酸增加玉米产量 $5.87\%$ ,原因可能是聚谷氨酸肥料增效剂提高土壤有效氮含量,促进作物苗期光合作用<sup>[13]</sup>,有利于增加产量。今后研究应进一步确定聚谷氨酸的用量,为农业节肥措施的应用及经济效益分析提供基础数据。

本研究发现NMAX增效剂处理的玉米产量低于对照,其原因可能受到当地气候、土壤因素以及施用方式或施用量的影响,需进一步探讨增效剂的作用机理及影响因素。玉米肥料增效剂种类不同,调控增产机理存在差异,肥料增效剂NAM促进玉米生育前期氮素分配<sup>[2]</sup>;增效剂Entrench反硝化作用比NMAX强,调控 $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ 比例作用较强<sup>[14]</sup>。今后需探明不同种类氮肥增效剂的作用机理及影响因素,从而选出适宜本地区的氮肥增效剂。

研究吉林省西部节肥增效技术对玉米产量的影响,施加底肥和种肥时配施保水剂、追肥时施加氮肥增效剂都可以促进玉米增产,在单项节肥增效技术优化整合的基础上,构建节肥增效技术模式,促进东北地区化肥减施增效技术模式的大面积应用,有利于改善农村环境、促进农业可持续发展。

### 参考文献:

[1] 尚辉. 化肥减量对玉米农田土壤氮分布及作物氮吸收的影

- 响[J]. 江苏农业科学, 2018, 46 (20): 66-69.
- [2] 何一通, 王玲莉, 郭丽果, 等. 氮磷养分供应及调控对夏玉米干物质及养分累积分配的影响[J]. 河北农业大学学报, 2018, 41(3): 14-21.
- [3] 孟繁昊, 高聚林, 于晓芳, 等. 生物炭配施氮肥改善表层土壤生物化学性状研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2018, 24(5): 1214-1226.
- [4] 贾艳萍, 殷爱鸣, 孙艳梅, 等. 产聚谷氨酸菌株的筛选及菌株发酵液对玉米幼苗抗旱性的作用[J]. 生物技术通报, 2017, 33(10): 135-142.
- [5] 王红, 李放, 宋东涛, 等. 叶面喷施黄腐酸钾对夏玉米产量的影响[J]. 山东农业科学, 2014, 46 (8): 87-89, 92.
- [6] 陈海江, 司伟, 魏丹, 等. 粮豆轮作技术的“减肥增效”效应研究——基于东北地区轮作定位试验和农户调研分析[J]. 大豆科学, 2018, 37(4): 545-550.
- [7] 江云, 马友华, 陈伟, 等. 束维正抗早复合肥的节水节肥效果研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(10): 161-165.
- [8] 张宸. 聚谷氨酸生物的合成及其在修复和改良土壤中的应用[J]. 水土保持通报, 2018, 38 (2): 323-328.
- [9] 张少良, 穆林林, 黄静, 等. 生物黑炭添加对黑土水分梯度处理玉米苗期生长的影响[J]. 作物杂志, 2015(5): 90-95.
- [10] 卢晋晶, 邵春花, 李建华, 等. 秸秆生物炭对黄土区农田土壤养分和玉米生长的影响[J]. 中国农学通报, 2017, 33(33): 92-99.
- [11] 刘方明, 高玉山, 孙云云, 等. 干旱胁迫条件下高吸水性树脂对玉米出苗和生长的影响[J]. 东北农业科学, 2018, 43(4): 1-4.
- [12] 姜佰文, 许欣桐, 张迪, 等. 减量施肥条件下生物炭与耕作方式对玉米氮吸收及产量的影响[J]. 东北农业大学学报, 2019, 50(10): 1-9.
- [13] 房娜娜, 卢宗云, 石元亮, 等. 肥料增效剂“保肥思”对春玉米苗期土壤有效氮的影响[J]. 辽宁农业科学, 2016 (1): 32-35.
- [14] 彭东, 沈玮因, 宋树柏, 等. 肥料增效剂对夏玉米植物学性状、产量构成及土壤  $\text{NH}_4^+-\text{N}$  和  $\text{NO}_3^--\text{N}$  的动态影响[J]. 玉米科学, 2018, 26(2): 110-117.

## Effects of Saving Fertilizer and Increasing Efficiency Technology on Maize Yield in Western of Jilin Province

DOU Jin-gang, LIU Fang-ming, GAO Yu-shan, SUN Yun-yun, HOU Zhong-hua, WAN Cheng-shan, WANG Li-chun, LIU Hui-tao

(Institute of Agricultural Environment and Resources Research, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China)

**Abstract:** In order to promote the application and popularization of the saving fertilizer and increasing efficiency technology model in Northeast China, maize variety Dika 159, water-retaining agent (particle), water-retaining agent (powder) and nitrogen fertilizer synergist were used as materials in this study. The effects of saving fertilizer and increasing efficiency technology on maize yield in western of Jilin Province was discussed. The effects of base fertilizer combined with water retaining agent was analyzed, the suitable amount of application of seed fertilizer was determined, and the suitable species of nitrogen fertilizer synergistic agent for topdressing fertilizer were selected. The results showed that the yield of maize was increased by 2.54% ( $P > 0.05$ ) for applying base fertilizer combined with water-retaining agent (particle). And the suitable applying amount of water-retaining agent (powder) added into seed fertilizer was  $16 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ . Maize yield in treatment of biological carbon as nitrogen synergist for topdressing fertilizer was higher than control treatment by 7.10% ( $P > 0.05$ ), which had better effect.

**Keywords:** western of Jilin Province; saving fertilizer and increasing efficiency technology; maize yield

### 致 读 者

为适应我国信息化建设,扩大本刊及作者知识信息交流渠道,本刊现被《中国学术期刊网出版总库》及CNKI等系列数据库收录,其作者文章著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意文章被收录,请在来稿时声明,本刊将做适当处理。

《黑龙江农业科学》编辑部