



吉庆勋,杨曼利,李志明,等.炭吸附聚谷氨酸对土壤肥力和作物产量的影响[J].黑龙江农业科学,2019(7):53-57,58.

# 炭吸附聚谷氨酸对土壤肥力和作物产量的影响

吉庆勋<sup>1</sup>,杨曼利<sup>1</sup>,李志明<sup>1</sup>,张卫杰<sup>1</sup>,党永富<sup>1</sup>,乔传令<sup>1,2</sup>

(1.河南奈安生态治理有限公司 农药副作用及药害防控技术河南省工程实验室,河南 郑州 450001;2.中国科学院动物研究所 农业虫鼠害综合治理研究国家重点实验室,北京 100080)

**摘要:**为探索在减肥情况下炭吸附聚谷氨酸对土壤养分和作物产量的影响,本研究通过连续两年的田间原位试验,试验设3个处理,CK:常规施肥,即施复合肥750 kg·hm<sup>-2</sup>;T1:减施30%化肥,即施复合肥525 kg·hm<sup>-2</sup>;T2:减施化肥30%+炭吸附聚谷氨酸,即施复合肥525 kg·hm<sup>-2</sup>和喷施炭吸附聚谷氨酸产品3.75 kg·hm<sup>-2</sup>,比较不同处理下的玉米和小麦产量,在玉米成熟后取0~20 cm土壤样品,测定土壤养分状况。结果表明:T2处理比对照,玉米平均增产3.2%,小麦增产8.1%,2017和2018年土壤有效氮分别提高9.9%和42.0%,土壤有效磷分别提高4.7%和3.4%,土壤速效钾分别提高3.0%和3.8%,土壤有机质分别提高7.1%和10.9%,且在土壤有效氮和有机质方面均达到了显著水平( $P<0.05$ );T2处理的土壤有效氮、有效磷、速效钾和有机质含量较上一年分别提高35.7%、5.3%、2.5%和2.0%。两年试验初步表明使用炭吸附聚谷氨酸在减施30%化肥基础上可提高作物产量,提升土壤肥力。

**关键词:**炭吸附聚谷氨酸;有效氮;有机质;土壤肥力

土壤生态系统物质循环和养分平衡是土壤基本性质的综合表现,而土壤肥力则是土壤肥沃性的一种关键指标。在我国20世纪90年代,化肥在提升土壤肥力和农业生产过程中起着重要的作用,1981-1991年全国化肥试验网对70个长期肥料试验结果分析,得出化肥对粮食产量的平均贡献率达到46.3%<sup>[1]</sup>。由于近年来,我国农业生产过度依赖化肥,导致化肥施用量逐年上升,2014年化肥用量达到5 995.94万t<sup>[2]</sup>。相关学者研究发现,长期大量施肥,不仅在不同程度上造成土壤肥力下降,而且还会造成农业面源污染和湖泊富营养化<sup>[3-5]</sup>。

在农业生产过程中,多年过量使用化肥,造成土壤肥力下降,致使作物生长受限,而农业工作者由于对土壤问题缺乏正确认识,盲目施肥,导致肥料严重浪费<sup>[6]</sup>,甚至破坏土壤结构,对农业生产造成不可估量的损失<sup>[7]</sup>。从粮食安全和土壤肥力等角度分析,只有应用新科学技术产品,才能实现减施化肥不减产和防治土壤肥力退化的目标。然而,农业生产者往往认为只有施肥多,才能产量

高,甚至盲目攀比,造成生产成本和能耗增加,综合效益和效率降低<sup>[8]</sup>。随之,农业部制定《到2020年化肥使用量零增长行动方案》,以推动农业发展模式的转变,有效控制化肥使用量,保证农业生产安全、粮食与食品安全和生存环境安全,促进农业生产可持续发展<sup>[9]</sup>。为此本文通过田间原位试验,以新材料炭吸附聚谷氨酸为主要原料制成的产品,炭吸附聚谷氨酸是一种高分子生物材料,具有水溶性、吸水性、高负电性、缓释性和可生物降解性,利用这些特性可实现提高肥料利用率和提升土壤肥力效果,以当地常规作物玉米和小麦作为试验作物,连续两年试验,研究炭吸附聚谷氨酸在减施化肥的基础上对作物产量和土壤肥力的影响,为推广化肥减量技术和提高土壤肥力提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试土壤为沙壤土,中等肥力水平,土体无明显障碍因子,地势平坦,肥力均匀,排灌方便,耕作层(0~20 cm)基本理化性状为pH7.9、有机质14.9 g·kg<sup>-1</sup>、全氮0.78 g·kg<sup>-1</sup>、有效氮97.92 mg·kg<sup>-1</sup>、有效磷26.7 mg·kg<sup>-1</sup>、速效钾139 mg·kg<sup>-1</sup>。供试肥料包括复合肥(25-8-12),生产厂家为史丹利化肥股份有限公司;供试炭吸附聚谷氨酸产品由河南远东生物工程有限公司生产和提供,为水剂,其

收稿日期:2019-01-21

基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项(2015ZX07204 002)。

第一作者简介:吉庆勋(1986-),男,硕士,农艺师,从事农业生物技术研究。E-mail:jqx1213@163.com。

通讯作者:乔传令(1953-),女,博士,研究员,从事环境生物学研究。E-mail:qiaoc@ioz.ac.cn。

主要成分包括有机质含量 $\geq 80.0\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ;聚谷氨酸含量 $\geq 10.0\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ;pH(1:250 倍稀释)为5.0~8.0;水不溶物含量 $\leq 10.0\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2017-2018年在河南省西华县迟营镇原种场进行,共设3个处理,处理1:常规施肥(CK);处理2:减肥30%(T1);处理3:减肥30%+喷施炭吸附聚谷氨酸产品(T2)。CK施复合肥750 kg·hm<sup>2</sup>,T1施复合肥525 kg·hm<sup>2</sup>,T2施复合肥525 kg·hm<sup>2</sup>和喷施炭吸附聚谷氨酸产品3.75 kg·hm<sup>2</sup>,其炭吸附聚谷氨酸产品施用时期为小麦返青期,玉米3~9叶期,施用方式每250 g兑水30 kg进行喷施。试验采用随机排列,3次重复,每个小区面积为60 m<sup>2</sup>。供试玉米和小麦品种分别为裕丰303和百农419,农事管理与当地生产相同。

1.2.2 测定项目与方法 玉米和小麦产量:分别于2017和2018年玉米成熟后对各小区测产;2018年小麦成熟后对各小区测产。

土壤基本理化性状:2017年10月玉米收获后,按各小区采集0~20 cm多点混合土壤,取3次重复,各指标的测定参照土壤农化分析方法<sup>[10]</sup>。pH采用pH计测定;有机质用外加热重

铬酸钾氧化-容量法;有效氮用碱解扩散法;有效磷用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法;速效钾用四苯硼钠比浊法。

1.2.3 数据分析 数据经Excel 2003整理后,用IBM SPSS Statistics 19统计分析软件进行方差分析和相关分析,不同处理间采用做小显著差数法(LSD)进行差异显著性检验( $P<0.05$ ),用Originpro 8.6软件进行作图。

2 结果与分析

2.1 炭吸附聚谷氨酸对玉米和小麦产量的影响

由表1可知,不同处理间小麦和玉米产量各异。玉米产量,T1和CK相比,2017和2018年产量都有所降低,平均减产率达到3.8%,但在统计学上差异不显著;T2和CK相比,2017和2018年产量都有所提高,平均增产率达到3.2%,且在2018年T2玉米产量显著高于处理T1。小麦产量,T1和CK相比,产量有所降低,减产率达到6.5%;T2和CK相比,产量有所提高,增产率达到8.1%,差异均不显著。通过两年原位试验说明,减施30%化肥,会造成作物减产,但若在使用炭吸附聚谷氨酸的基础上,减施30%化肥,不但不会造成作物减产,反而会在一定程度上提高作物产量。

表 1 不同处理下玉米和小麦的产量及增产率

Table 1 Yield and yield increase rate of maize and wheat under different treatments

处理 Treatments	2017 玉米产量 Maize yield/ (kg·hm <sup>2</sup> )	2018 玉米产量 Maize yield/ (kg·hm <sup>2</sup> )		玉米平均产量 Average yield of maize/(kg·hm <sup>2</sup> )	玉米增产 Yield increase of maize/%	小麦增产 Yield increase of wheat/%
			小麦产量 Wheat yield/ (kg·hm <sup>2</sup> )			
CK	8600 a	7000 ab	6200 a	7800	-	-
T1	8450 a	6550 b	5800 a	7500	-3.8	-6.5
T2	8850 a	7250 a	6700 a	8050	3.2	8.1

同列数值后不同字母表示差异显著( $P<0.05$ )。  
Values followed by different letters in same column mean significant difference( $P<0.05$ ).

2.2 炭吸附聚谷氨酸对土壤养分状况的影响

2.2.1 土壤有效氮 由图1可知,经过两年使用炭吸附聚谷氨酸后,于2018年玉米成熟期,CK、T1和T2处理土壤有效氮含量分别比上年提高5.0%、2.5%和35.7%;对不同处理间土壤有效氮含量状况进行分析表明,与CK对照相比较,两年试验中T1处理土壤有效氮含量分别降低13.6%和15.6%,但T2处理土壤有效氮含量分别提高9.9%和42.0%。2018年T2处理显著高

于CK和T1处理。

2.2.2 土壤有效磷 由图1可知,土壤有效磷含量变化与土壤有效氮结果类似,即于2018年玉米成熟期,CK、T1和T2处理土壤有效磷含量分别比上年提高6.7%、4.6%和5.3%;对不同处理间土壤有效磷含量状况进行分析表明,与CK对照相比较,两年试验中T1处理土壤有效磷含量分别降低3.8%和5.6%,但T2处理土壤有效磷含量分别提高4.7%和3.4%。2017年T2处理显

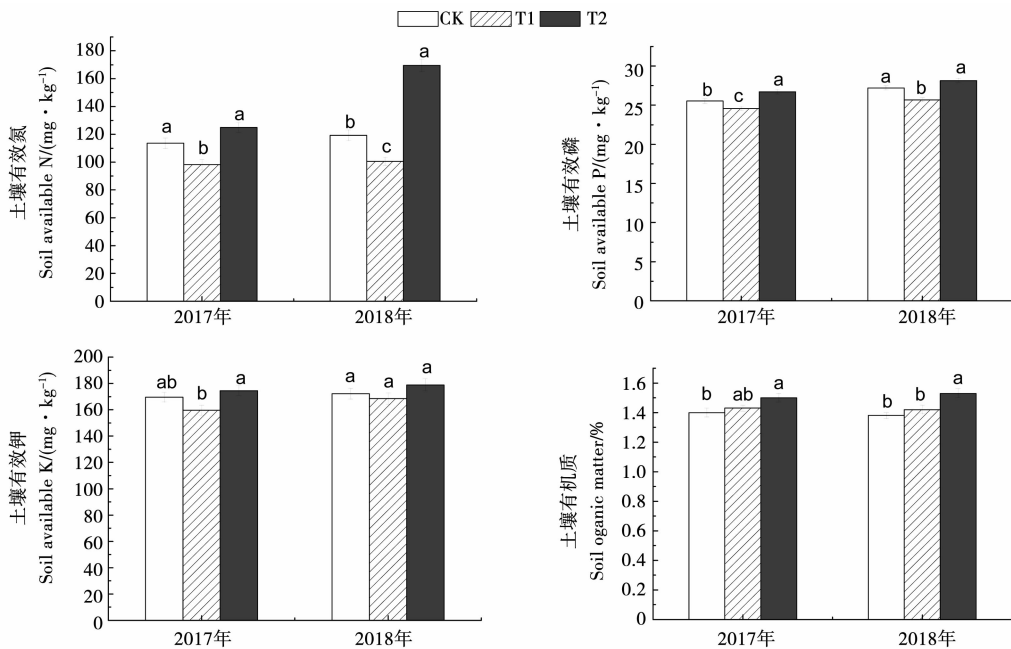
著高于 CK 和 T1。

2.2.3 土壤有效钾 由图 1 可知,土壤有效钾含量与土壤有效氮和有效磷结果类似,即于 2018 年玉米成熟期,CK、T1 和 T2 处理土壤有效钾含量分别比上年提高 1.6%、5.5%和 2.5%;对不同处理间土壤有效钾含量状况进行分析表明,与 CK 对照相比较,两年试验中 T1 处理土壤有效钾含量分别降低 5.8%和 2.2%,但 T2 处理土壤有效钾含量分别提高 3.0%和 3.8%。2017 年 T2 显著高于 T1 处理。

2.2.4 土壤有机质 由图 1 可知,土壤有机质含量与土壤有效氮、有效磷和有效钾含量有所差异,即于 2018 年玉米成熟期,CK 和 T1 处理土壤有机质含量分别比上年降低 1.4%和 0.6%,但 T2

处理却比上年土壤有机质含量提升 2.0%;对不同处理间土壤有机质含量状况进行分析表明,与 CK 对照相比较,两年试验中 T1 处理土壤有机质含量分别提高 2.1%和 2.9%,两年试验中 T2 处理土壤有机质含量分别提高 7.1%和 10.9%。2018 年 T2 显著高于 T1 和 CK。

以上结果表明,常规施肥会降低土壤有机质含量,而通过减施化肥虽然会在一定程度上减缓这种下降趋势,但无法从根本上解决这种情况,反而会造成土壤有效氮、有效磷和速效钾的下降,且有效氮和有效磷均达到了显著水平;通过使用炭吸附聚谷氨酸,可有效提高土壤有效氮、有效磷、速效钾和有机质含量,且土壤有效氮和有机质含量均达到了显著水平。



不同小写字母表示同一年处理间差异达到显著水平 ( $P < 0.05$ )。

Lowercase letters mean significant differences at 0.05 level between different treatments.

图 1 炭吸附聚谷氨酸对土壤养分含量的影响

Fig. 1 Effect of carbon absorbing polyglutamic acid on soil nutrient content

### 2.3 土壤肥力构成因素相关性分析

通过两年田间原位试验,对 2018 年土壤肥力构成因素和产量差异进行相关性分析(表 2),结果表明,土壤有效氮与土壤有效磷含量之间具有极显著正相关( $r = 0.817, P < 0.01$ );土壤有机质与土壤有效氮含量之间具有极显著正相关( $r = 0.822, P < 0.01$ );土壤速效钾与土壤有效氮含量之间具有显著正相关( $r = 0.703, P < 0.05$ );土壤有机质与土壤速效钾含量之间具有显著正相

关( $r = 0.786, P < 0.05$ );玉米产量与土壤有效氮含量之间具有显著正相关( $r = 0.757, P < 0.05$ )。玉米产量与土壤有效磷含量、速效钾含量和有机质含量,也具有正相关性,但未能达到显著水平。

上述分析结果表明,土壤有效氮含量与速效磷含量、速效钾含量和有机质含量具有相关同步性,对产量表现出明显的促进效应,说明在这两年原位田间试验中土壤有效氮含量是影响土壤肥力的关键因子,炭吸附聚谷氨酸可以显著提高土壤

有效氮含量,说明炭吸附聚谷氨酸的施用可以提升土壤肥力并进而达到增产效果。

表 2 土壤肥力构成因素相关性分析

Table 2 Correlation analysis of soil fertility factors

项目 Item	土壤有效氮 Available N of soil	土壤有效磷 Available P of soil	土壤速效钾 Available K of soil	土壤有机质 Organic matter of soil	产量 Yield
土壤有效氮 Avail. N	1				
土壤有效磷 Avail. P	0.817**	1			
土壤速效钾 Avail. K	0.703*	0.406	1		
土壤有机质 OM	0.822**	0.421	0.786*	1	
产量 Yield	0.757*	0.556	0.522	0.450	1

\* 表示显著( $P<0.05$ ); \*\* 表示极显著( $P<0.01$ )。  
\* means significant at 0.05 level ( $P<0.05$ ); \*\* means significant at 0.01 level( $P<0.01$ ).

3 结论与讨论

3.1 讨论

许多学者曾就炭吸附聚谷氨酸在减施化肥基础上对玉米和小麦产量的影响做过研究,不同条件下得出类似的结论。陈东义等<sup>[11-12]</sup>研究认为,在减施常规化肥量 30%条件下,比常规施肥玉米增产 5.3%和小麦增产 8.5%;石明建<sup>[13]</sup>研究表明,在减施常规化肥量 30%条件下,比常规施肥小麦产量也得到了增加,增产率为 5.74%。本研究通过连续两年原位试验,经过每个单独小区实测,结果表明,在减施常规施肥量 30%基础上施用炭吸附聚谷氨酸,比常规施肥玉米平均增产 3.2%,小麦增产 8.1%,若不施用炭吸附聚谷氨酸减施 30%常规施肥量,则会使玉米减产 3.8%,小麦减产 6.5%。故如果没有在新技术产品-炭吸附聚谷氨酸保障下减施化肥用量,会导致作物减产,可见应用炭吸附聚谷氨酸产品,为我国“化肥减量”技术拓展了新方向。至于连续多年应用炭吸附聚谷氨酸实施化肥减量,对作物产量的影响尚需进一步研究。

随着经济的发展,人们越来越重视耕地质量和土壤肥力,张宸<sup>[14]</sup>指出聚谷氨酸具有改良土壤肥力方面的作用,可提高土壤铵态氮含量,从而提高土壤肥力。本研究结果表明,经过两年原位田间试验,炭吸附聚谷氨处理土壤有效氮含量、有效磷含量、速效钾含量和有机质含量与常规施肥相比均有提高,且土壤有效氮含量和有机质含量差异显著,说明炭吸附聚谷氨酸具有改良土壤肥力的作用,这与前人研究的结果一致。土壤有机质是土壤肥力的重要指标之一,且含有植物所需的

多种营养元素<sup>[15-16]</sup>。本研究结果表明,在连续两年田间试验中炭吸附聚谷氨酸可显著提高土壤有机质含量,同样张晓松等<sup>[17]</sup>在分析聚谷氨酸对土壤有机质含量影响中得出,在白菜不同时期聚谷氨酸均可提高土壤有机质含量。土壤有效氮中的氮素可被植物直接吸收利用,是土壤氮素有效性的指标。研究表明,在两年田间试验中炭吸附聚谷氨酸均显著提高了土壤有效氮含量,相关学者<sup>[17]</sup>研究表明,在白菜采收期聚谷氨酸处理土壤,土壤有效氮含量高于常规施肥,这与本研究结果一致。植物可直接吸收利用土壤速效磷和速效钾中的磷、钾养分,本研究结果表明,在两年田间试验中炭吸附聚谷氨酸均可提高土壤速效磷和速效钾的含量,且在 2017 年土壤有效磷显著增加。褚群等<sup>[18]</sup>研究表明,即聚谷氨酸提高了番茄穴盘育苗基质中的速效磷和速效钾含量。由以上结论可知,炭吸附聚谷氨酸可在一定程度上促进土壤养分含量的提高,其原因为炭吸附聚谷氨酸含有极强的亲水基团(-COOH)等官能团和自身特性,提高了土壤含水率<sup>[19]</sup>,缓解了土壤板结<sup>[20]</sup>,提高了微生物活性<sup>[21]</sup>,从而最终改善了土壤肥力。

本研究就炭吸附聚谷氨酸对土壤肥力的影响进行方差分析,同时对不同处理土壤肥力构成因素之间进行相关性分析,结果表明,炭吸附聚谷氨酸对改善土壤养分方面具有一定的优势,尤其是对土壤有效氮和土壤有机质影响更为明显。同时土壤有效氮与土壤有效磷和土壤有机质之间均为极显著相关,且与玉米产量之间为显著相关关系,说明炭吸附聚谷氨酸通过增加土壤有效氮含量,

促使作物吸收更多的氮素,调节土壤养分与作物供需关系,而对产量的贡献主要是通过影响土壤有效氮含量来间接作用。炭吸附聚谷氨酸显著提升了土壤有机质,且两者之间呈极显著正相关关系,虽然土壤有机质含量与产量也呈正相关关系,但未能达到显著水平,这可能是由于土壤有机质转化需要一个长期复杂的过程,故炭吸附聚谷氨酸、土壤有机质和产量之间的关系需进一步研究探索。

### 3.2 结论

在应用炭吸附聚谷氨酸产品基础上实施减肥,不仅比常规施肥提高产量,还可提升土壤肥力,且连续两年使用效果好于一年使用,而如果不使用炭吸附聚谷氨酸产品实施减肥,会造成作物产量两年下降。应用炭吸附聚谷氨酸实施减肥,进行田间原位试验考察对土壤肥力和作物产量的影响,仍在进一步深入研究之中,从而提出一套化学氮肥减施控制、增产新技术。

### 参考文献:

- [1] 林葆,林继雄,李家康.长期施肥的作物产量和土壤肥力变化[J].植物营养与肥料学报,1994(1):6-18.
- [2] 中华人民共和国统计局.2015年中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2015.
- [3] 陈小锋,揣小明,杨柳燕.中国典型湖区湖泊富营养化现状、历史演变趋势及成因分析[J].生态与农村环境学报,2014,30(4):438-443.
- [4] Zhang F S,Chen X P,Vitousek P.Chinese agriculture: An experiment for the world[J].Nature,2013,497(7447):33-35.
- [5] 罗付香,刘海涛,林超文,等.不同形态氮肥在坡耕地雨季土壤氮素流失动态特征[J].中国土壤与肥料,2015(3):12-20.
- [6] 房丽萍,孟军.化肥施用对中国粮食产量的贡献率分析——基于主成分回归 C-D 生产函数模型的实证研究[J].中国农学通报,2013,29(17):156-160.
- [7] Lal R. Soil degradation as a reason for inadequate human nutrition[J]. Food Security,2008,17(3):1282-1289.
- [8] 陈宗献.过量使用化肥带来的负面影响[J].福建农业,2000(9):10.
- [9] 中华人民共和国农业部.到2020年化肥使用量零增长行动方案[Z/OL].2015-03-18. [http://www.moa.gov.cn/zwl/m/tzgg/tz/201503/t20150318\\_4444765.htm](http://www.moa.gov.cn/zwl/m/tzgg/tz/201503/t20150318_4444765.htm),2015.
- [10] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,2000.
- [11] 陈东义,华振亮,卿树政,等.“炭吸附聚谷氨酸有机水溶肥”对玉米田减肥增产的作用[J].农学学报,2017,7(4):25-28.
- [12] 陈东义,华振亮,卿树政.冬小麦施用微蜜“炭吸附聚谷氨酸有机水溶肥”肥料减量技术试验报告[J].河南农业,2017(7):23-24.
- [13] 石明建.“大力士炭吸附聚谷氨酸”肥料在小麦上的减量技术试验示范报告[J].河南农业,2017(7):30-31.
- [14] 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.
- [15] 李菊梅,王朝晖,李生秀,等.有机质、全氮和可矿化氮在反映土壤供氮能力方面的意义[J].土壤学报,2003,40(2):232-238.
- [16] 张璐,郝比台,齐丽雪,等.草原群落生物量和土壤有机质含量对改良措施的动态响应[J].植物生态学报,2018,42(3):63-72.
- [17] 张晓松,王薇,孟春玲,等.白菜施用聚谷氨酸肥料增效剂保肥效果初探[J].黑龙江农业科学,2015(10):65-69.
- [18] 褚群,董春娟,尚庆茂. $\gamma$ -聚谷氨酸对番茄穴盘育苗基质矿物质养分供应及幼苗生长发育的影响[J].植物营养与肥料学报,2016,22(3):855-862.
- [19] 史文娟,梁嘉平,陶汪海,等.添加 $\gamma$ -聚谷氨酸减少土壤水分深层渗漏提高持水能力[J].农业工程学报,2015,31(23):94-100.
- [20] 汪家铭.聚 $\gamma$ -谷氨酸增效复合肥的发展与应用[J].硫磷设计与粉体工程,2010(2):20-24.
- [21] Zhang L, Yang X, Gao D, et al. Effects of poly- $\gamma$ -glutamic acid( $\gamma$ -PGA) on plant growth and its distribution in a controlled plant-soil system [J]. Scientific Reports, 2017, 7(1):6090.

## Effect of Carbon Adsorption Polyglutamic Acid on Soil Fertility and Crop Yield

JI Qing-xun<sup>1</sup>, YANG Man-li<sup>1</sup>, LI Zhi-ming<sup>1</sup>, ZHANG Wei-jie<sup>1</sup>, DANG Yong-fu<sup>1</sup>, QIAO Chuan-ling<sup>1,2</sup>

(1. Henan Province Engineering Laboratory of the Side Effects of Pesticides and Injury Prevention and Control Technology, Henan Naian Ecological Management Limited Company, Zhengzhou 450001, China; 2. State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)



吴瑶. 不同锌肥施用量对玉米产量的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2019(7):58-60.

# 不同锌肥施用量对玉米产量的影响

吴 瑶

(黑龙江省农业科学院 黑河分院, 黑龙江 黑河 164399)

**摘要:**为探索锌肥在玉米生长发育过程中的重要作用,研究适用于黑河地区玉米生产的最佳锌肥施用量,试验以极早熟品种华美2号为材料,以硫酸锌( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )为供试肥料,于2018年5-10月在黑龙江省农业科学院黑河分院进行。该试验采用大区对比的方法,以不同锌肥施用量为处理,对照不施用锌肥。结果表明:锌肥的施用对玉米的生长发育具有重要意义,施用锌肥后玉米产量均明显高于对照。在黑河地区,施用锌肥量以  $22.50 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  为最佳,此时的产量及各项指标表现均最好。

**关键词:**玉米; 锌肥; 施用量; 产量

玉米是我国的主要农作物之一,提高玉米产量对我国农业的发展具有重要意义,就现代玉米种植过程而言,施肥处理促进玉米产量的提高是最常用的方法之一。微量元素锌是植物生长发育所必需的营养元素,不同作物对于缺锌的敏感性不同,而玉米属于缺锌敏感的禾本科作物<sup>[1-2]</sup>。由于我国土壤缺锌情况广泛存在,土壤施用锌肥就成了供给作物锌的最直接有效的方法。有研究表明,在基施氮磷钾的基础上施锌肥,能够显著提高玉米的产量和品质;但也有报道土壤上过量施磷亦会诱致玉米缺锌,对玉米产量和品质均产生了严重影响<sup>[3-5]</sup>。目前关于锌肥对玉米产量和品质

的影响的研究很多,但由于各地区土壤状况差异较大,结果不尽相同。王孝忠等<sup>[6]</sup>的研究结果表明,在施用锌肥  $20 \sim 30 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  时玉米增产率最大。杜秀玲等<sup>[7]</sup>的研究结果表明  $15 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  为最佳。针对黑龙江省黑河地区锌肥施用量对玉米产量影响的相关报道还较少,本文主要研究不同锌肥施用量对黑河地区玉米产量的影响,旨在为该地区大面积推广玉米科学施肥提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于2018年5-10月在黑龙江省农业科学院黑河分院试验地( $\text{E}127^\circ 27'$ ,  $\text{N}50^\circ 15'$ )进行,前茬为豆茬,土壤为草甸暗棕壤。

### 1.2 材料

供试材料为极早熟品种华美2号。供试锌肥为硫酸锌( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )。

收稿日期:2019-03-28

作者简介:吴瑶(1988-),女,硕士,助理研究员,从事玉米育种和耕作栽培研究。E-mail:wuyao880217@163.com。

**Abstract:** In order to explore the effect of carbon-adsorbed polyglutamic acid on soil nutrients and crop yield under the condition of weight loss, three treatments were set up in the field for two consecutive years: CK, conventional fertilization, i. e. compound fertilizer  $750 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ; T1, 30% chemical fertilizer, i. e. compound fertilizer  $525 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ; T2, 30% chemical fertilizer plus carbon-adsorbed polyglutamic acid, i. e. compound fertilizer  $525 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  and spraying carbon. The yield of maize and wheat under different treatments was compared. Soil samples of 0-20 cm were taken after maize matured to determine soil nutrient status. The results showed that the average yield of maize and wheat increased by 3.2%, 8.1%, 9.9% and 42.0% respectively in 2017 and 2018, 4.7% and 3.4% respectively in soil available nitrogen, 3.0% and 3.8% in soil available potassium, 7.1% and 10.9% in soil organic matter, respectively, compared with the control, and reached significant levels in soil available nitrogen and organic matter ( $P < 0.05$ ). The contents of available nitrogen, available phosphorus, available potassium and organic matter in soil increased by 35.7%, 5.3%, 2.5% and 2.0% respectively compared with the previous year. The two-year experiment preliminarily showed that the use of carbon-adsorbed polyglutamic acid could improve crop yield and soil fertility on the basis of reducing the application of 30% chemical fertilizer.

**Keywords:** carbon adsorption polyglutamic acid; alkaline nitrogen; organic matter; soil fertility