

小,第3天有明显下降,之后黏度缓慢下降。黄成栋等研究表明,黄原胶分子的降解有主链降解和侧链降解2个过程。主链降解对黄原胶的黏度变化影响较侧链大,但侧链的存在阻碍了主链的降解。

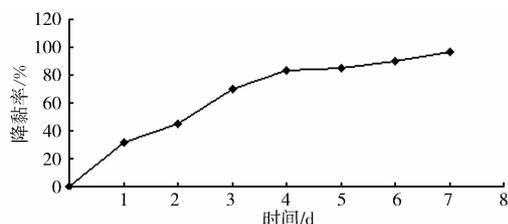


图9 黄原胶溶液降黏率的变化情况

### 3 结论与讨论

该试验分离出了1株产黄原胶降解酶的细菌菌株X08a,单位时间内对黄原胶有较高降粘率。研究发现细菌X08a分泌的黄原胶降解酶对温度敏感性较高,对pH要求则相对宽松;通过金属离子对酶活性影响,推测有二价的主族金属离子作为辅助因子对酶的活性起作用;通过酶反应初速度(V)与底物浓度(S)之间的关系可知这种酶的底物专一性较强。而由该酶降解黄原胶所得到的寡糖的结构、组成以及可能拥有的生物活性,则有待进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 黄成栋,白雪芳,杜昱光. 黄原胶(Xanthan Gum)的特性、生产及应用[J]. 微生物学通报,2005,32(2):91.
- [2] 石宝忠. 黄原胶调研报告[J]. 化工科技市场,2003,26(11):23.
- [3] Carcia-Ochoa F. Xanthan gum Production, Recovery and

- Properties[J]. Biotechnology Advances,2000(18):549.
- [4] 杨春玉,王霞,苏海军. 黄原胶生物合成的研究进展[J]. 现代化工,2005,25(2):2.
- [5] 易绍金,熊汉辉,王丰. 黄原胶降解菌的生长规律及影响因素[J]. 钻井液与完井液,2007,24(6):69.
- [6] 刘哈. 黄原胶寡糖酶法制备及水解酶分泌菌株的定性[D]. 大连:中国科学院研究生院,2006.
- [7] Cripps. A method of degrade xanthan gum[J]. Europe. Appl,1981,2:30393.
- [8] 黄成栋. 黄原胶的降解、产物寡聚糖结构的初步分析及生物活性探寻[D]. 大连:中国科学院研究生院,2004.
- [9] 熊汉辉,易绍金,王丰. 黄原胶降解菌的降黏作用研究[J]. 钻井液与完井液,2007,24(5):62.
- [10] Ruijsenaars H J,de Bont J A M,Hartmans S. A pyruvated mannose-specific xanthan lyase involved in xanthan degradation by *Paenivacillus alginolyticus* XL-1[J]. Appl. Environ Microbiol.,1999,65:2446.
- [11] Nankai H,Hashimoto W,Miki H,et al. Microbial system for polysaccharide depolymerisation: enzymatic route for xanthan depolymerisation by *Bacillus* ssp. strain GL-1[J]. Appl. Environ Microbiol,1999,65:2520.
- [12] Nankai H,Hashimoto W,Miki H,et al. Xanthan lyase of *Bacillus* ssp. strain GL1 liberates pyruvylated mannose from Xanthan side chains[J]. Appl. Environ Microbiol,2000,66:3765.
- [13] Cadmus M C,Jackson L K,Burton K A,et al. Biodegradation of Xanthan Gum by *Bacillus* ssp. [J]. Applied and Environmental Microbiology,1982,44:5.
- [14] Bragg J R,Maruca S D,Gale W W,et al. Control of Xanthan-Degrading Organisms in the Loudon Pilot [J]. Approach,Methodology and Results,1983,11:989.
- [15] 黄成栋,王洪荣,白雪芳,等. 黄原胶降解菌的筛选及其降解酶性质的研究[J]. 微生物学通报,2005,32(1):32.
- [16] Davis B. Chitin Chitosan and related Enzymes, Orlando[J]. Academic press,1984,16:24.

## Research in Xanthan Gum Degrades Fungus Strain X08a to Produce the Enzyme and Its Degeneration Ability

GUO Rui-lian, MU Qing-feng

(Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing, Heilongjiang 163000)

**Abstract:** The effect of activity of enzyme, aymology nature, fall maunting rate and nitrogen source phosphorus source which produced by x08a was studied, x08a is a Xanthan gum seperated by the plate streading from soil. The result showed that the most suitable pH was 5~6 and the optimum temperature for 30~40°C. As the nitrogen source and the phosphorus source enzyme was exactly highest taken by NH<sub>4</sub>Cl and Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.

**Key words:** xanthan gum; degradation bacterium; enzyme; sticky rates

欢迎投稿 欢迎订阅

# 钾肥不同施用量对玉米产量和效益及钾素平衡的影响

佟玉欣<sup>1</sup>,李玉影<sup>1</sup>,刘双全<sup>1</sup>,姬景红<sup>1</sup>,李杰<sup>2</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院 土壤肥料与环境资源研究所/黑龙江省土壤环境与植物营养重点实验室,黑龙江 哈尔滨 150086;2. 东北农业大学 资源与环境学院,黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘要:**研究了黑龙江省玉米主产区双城地区不同钾肥施用量条件下,玉米产量、养分吸收规律以及土壤—作物系统中钾素投入—产出平衡状况。结果表明:施钾可明显增加玉米植株各部分含钾量,对秸秆钾含量的提高尤其明显。在一定范围内施用钾肥可显著提高玉米籽粒产量,随着施钾量增加,籽粒产量没有进一步提高,从而使钾肥效益降低。施钾肥的 K1、K2、K3、K4 处理分别比 K0 产量增加 1 190、1 460、1 070 和 729 kg·hm<sup>-2</sup>;各处理钾含量大小顺序为:籽粒 K4>K3>K2>K1>K0;秸秆 K4>K3>K1>K2>K0;各处理钾表现盈亏量均为负值,其中 K1 和 K2 处理钾的亏缺程度最大。双城地区钾的平衡系数均小于 1。从产量、效益及平衡系数看,该地区钾肥用量以 K<sub>2</sub>O 100 kg·hm<sup>-2</sup> 为宜,可使土壤钾素趋于动态平衡,达到玉米的高产、优质和高效。

**关键词:**钾肥;养分收支;玉米;产量

**中图分类号:**S513.026

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2010)11-0045-04

早在 20 世纪初,人们就从植物营养生理的角度开始了营养物质循环平衡的研究<sup>[1-2]</sup>。营养物质循环平衡作为农业生态系统的基本功能和主要过程,是系统生产力和可持续性的决定因素,人为因素控制下的农业养分循环是建立可持续农业的物质基础<sup>[3-6]</sup>。通过养分循环研究,可以使有限的养分得到最大限度的利用;了解养分的平衡状况,才能对土壤养分水平的发展趋向进行预测,并采取合理的调控措施<sup>[7]</sup>。因此,研究土壤养分收支及平衡,尤其是土壤钾素的平衡状况,既可为合理施肥提供理论基础又可为农业生产提供实践指导。

双城地处松嫩平原腹地,是黑龙江省玉米主产区之一。现有耕地面积约 19 万 hm<sup>2</sup>,玉米年平均播种面积约为 15 万 hm<sup>2</sup>,占总播种面积的 80%。钾是玉米生长发育必需的大量营养元素之一,参与许多重要的生理代谢过程。随着主要农作物单产水平的提高和连年的耕作,农作物从土壤中带走了大量的钾,使土壤钾有较大的消耗,农

田土壤速效钾已有较大幅度的下降<sup>[8]</sup>。而且,近年来农民偏重施氮肥或氮磷肥,不施或少施钾肥,缺钾成为作物增产的最大限制因子<sup>[9]</sup>。我国现有耕地面积中大约 1/4~1/3 的土壤缺钾或严重缺钾<sup>[10-12]</sup>。该试验设计了在不施钾肥处理(K0)基础上,增加钾肥用量来确定钾肥的最佳施用量,为黑龙江省钾肥的合理施用和玉米的高产高效栽培提供理论依据。

## 1 材料与方 法

试验设在黑龙江省双城市农业技术推广中心试验地,土壤类型为黑钙土。土壤 pH8.12、有机质 22.1 g·kg<sup>-1</sup>、铵态氮 7.5 mg·L<sup>-1</sup>、速效磷 3.3 mg·L<sup>-1</sup>、速效钾 68.2 mg·L<sup>-1</sup>。

试验设 5 个处理,分别是:K0(CK)、K1、K2、K3、K4。小区面积 30 m<sup>2</sup>,3 次重复,随机区组排列。氮肥用尿素,磷肥用重过磷酸钙,钾肥用氯化钾,氮肥 40%作基肥,60%作追肥;磷、钾肥料全部作基肥。供试玉米品种为金玉 5 号,密度为 6 万株·hm<sup>-2</sup>。2009 年 5 月 10 日播种,9 月 27 日收获,除施肥外,各小区栽培管理措施完全相同。于成熟期取植株样品,分析生物量及养分含量。玉米成熟后每小区采 3 点,每点 2 m<sup>2</sup>,测量籽粒产量和秸秆产量。试验处理及肥料用量见表 1。

收稿日期:2010-05-25

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划资助项目(2008BAD96B02、2008BADA4B06);国际植物营养研究所资助项目(NMBF-Heilongjiang-2008)

第一作者简介:佟玉欣(1983-),男,黑龙江省齐齐哈尔市人,硕士,研究实习员,从事土壤肥料与植物营养研究。Email:Tyxin0451@126.com。

表1 玉米钾肥小区试验肥料用量及施肥成本

处理	尿素 /kg·hm <sup>-2</sup>	重过磷酸钙 /kg·hm <sup>-2</sup>	氯化钾 /kg·hm <sup>-2</sup>	施肥成本 /元·hm <sup>-2</sup>
K0	326	163	0	1 092
K1	326	163	83	1 392
K2	326	163	167	1 693
K3	326	163	250	1 992
K4	326	163	333	2 292

注:尿素含N 46%, 2 000元·t<sup>-1</sup>;重过磷酸钙含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 46%, 2 700元·t<sup>-1</sup>;氯化钾含K<sub>2</sub>O 60%, 3 600元·t<sup>-1</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同钾肥处理对玉米产量及效益的影响

双城地区试验结果表明,钾肥对玉米生长发育具有一定的影响,不施钾肥 K0 处理玉米地上部分秸秆产量低于施钾处理。可见不施钾肥影响玉米生物量的形成。由表 2 可以看出,与不施钾肥相比,施钾肥增产范围是 729~1 460 kg·hm<sup>-2</sup>,幅度为 7.0%~14.0%,平均增产 1 112 kg·hm<sup>-2</sup>,增产率 10.7%,平均增效 696 元·hm<sup>-2</sup>。玉米产量

及效益随着钾肥用量的增加先增加后降低,施高量钾肥经济效益显著下降。各增施钾肥处理产量均高于 K0。与 K0 处理相比,K1 处理平均增产 1 190 kg·hm<sup>-2</sup>,增产率 11.4%,增加收入 1 247 元·hm<sup>-2</sup>;K2 处理平均增产 1 460 kg·hm<sup>-2</sup>,增产率 14.0%,增加收入 1 298 元·hm<sup>-2</sup>;K3 处理平均增产 1 070 kg·hm<sup>-2</sup>,增产率 10.3%,增加收入 491 元·hm<sup>-2</sup>;K4 处理平均增产 729 kg·hm<sup>-2</sup>,增产率 7.0%,减少收入 252 元·hm<sup>-2</sup>。可见,增施钾肥可以显著增加玉米产量,但钾肥用量不宜过高,否则经济效益显著降低。K<sub>2</sub>O 100 kg·hm<sup>-2</sup> 的施肥量是最合适的,既可以增加玉米产量又可获得最大的经济效益。

试验效果基本反映了双城地区土壤养分状况和钾肥施用效果。钾肥是玉米高产的一个重要因素之一,合理施用钾肥,可以有效提高玉米产量、提高农民收益。钾素的缺乏和不均衡供给对玉米高产、稳产构成严重威胁,成为土壤养分限制因子和潜在限制因子,应该引起足够重视。

表2 不同处理对玉米产量和效益的影响

地点	处理	产量 /kg·hm <sup>-2</sup>	增产 /kg·hm <sup>-2</sup>	增产率 /%	差异显著性		秸秆产量 /kg·hm <sup>-2</sup>	增加效益 /元·hm <sup>-2</sup>
					0.05	0.01		
双城	K0	10420	—	—	b	A	14 400	—
	K1	11610	1190	11.4	ab	A	17250	1247
	K2	11880	1460	14.0	a	A	18300	1298
	K3	11490	1070	10.3	ab	A	18170	491
	K4	11149	729	7.0	ab	A	18930	-252

注:玉米价格 1.30 元·kg<sup>-1</sup>。

### 2.2 不同钾肥处理对玉米养分吸收特性的影响

钾在作物体内的转移、分配及积累是玉米养分利用的重要过程,钾肥施用量不同,作物器官中的钾浓度与钾在作物体内的分配也存在差异,单位产量所消耗的钾和产品输出农业系统而带走的钾量也会发生变化<sup>[13-14]</sup>。由表 3 可以看出,钾肥用量的增加可不同程度的提高钾素在秸秆、籽粒以及整个植株中的含量,其中秸秆钾素受钾肥的施用影响较大,籽粒受影响较小;钾在秸秆中的含量远高于籽粒,大部分施钾处理秸秆中钾素含量是籽粒钾素含量的 2 倍左右,是植株体内含钾素丰富的部分。各处理钾含量大小顺序为:籽粒 K4>K3>K2>K1>K0;秸秆 K4>K3>K1>K2>K0。表明,施钾量不同,钾在玉米植株体内的分配不同,玉米作物的总吸钾量随钾肥施用量的提高而增加。

的提高而增加。

表3 不同处理对籽粒和秸秆钾含量的影响

处理	籽粒		秸秆	
	钾含量 /%	钾素吸收量 /kg·hm <sup>-2</sup>	钾含量 /%	钾素吸收量 /kg·hm <sup>-2</sup>
K0	0.57	59.39	1.14	164.16
K1	0.87	101.01	1.50	258.75
K2	0.98	116.42	1.35	247.05
K3	1.03	118.35	1.52	276.18
K4	1.06	111.51	1.97	372.92

注:钾含量为 K<sub>2</sub>O 吸收量。

### 2.3 不同钾肥处理对土壤-作物钾素平衡状况的影响

钾的输入量为施入的化肥钾量,输出量为玉米吸收的钾量。从土壤-作物系统内钾平衡状况看(见表 4),施钾可显著增加玉米的总吸钾量,施

钾量越高,作物从土壤中带走的钾越多。K1、K2、K3、K4 处理分别比 K0 处理多移走钾 136.21、139.92、170.98 和 260.88 kg·hm<sup>-2</sup>,而 K0 处理每年仅移走钾 223.55 kg·hm<sup>-2</sup>。从试验结果可以看出,各处理均出现不同程度的钾表现亏缺,其中 K1 和 K2 处理出现严重亏缺。各处理钾平衡系数均小于 1,说明钾肥投入严重不足,玉米植株输出的钾量高于输入量,造成土壤钾素耗竭。如生产上不给予重视,将会影响土壤中养分平衡和农业的可持续发展。

表 4 土壤钾素收支平衡概算

处理	钾素输入 /kg·hm <sup>-2</sup>	钾素输出 /kg·hm <sup>-2</sup>	钾表现 盈亏量	钾平衡 系数
K0	0	223.55	-223.55	0
K1	50	359.76	-309.76	0.14
K2	100	363.47	-363.47	0.28
K3	150	394.53	-244.53	0.38
K4	200	484.43	-284.43	0.41

注:“钾素输出”为植株与籽粒养分吸收量的和;“钾素输入”为养分施入量。

### 3 结论与讨论

通过对不同钾肥施用量条件下,双城地区玉米产量及土壤钾素收支平衡状况的研究,得出:增施钾肥对玉米产量增加具有显著影响,以 K2 处理玉米产量最高,效益最高,其它处理较 K2 均有不同程度的减产、减效。试验效果基本反映了双城地区土壤养分状况和钾肥施用效果。

研究结果还表明,土壤钾素的亏缺,严重影响了玉米的产量和经济效益,玉米产量及效益增量随着钾肥施用量的增加先增加后降低,这与许多研究结果相一致<sup>[15-17]</sup>。钾素缺乏和不均衡供给会成为土壤养分限制因子和潜在限制因子,影响土壤养分收支平衡,对作物高产、稳产构成严重威胁。许多研究表明,外源钾(钾肥)的施入导致土壤钾素的固定与释放,从而对土壤体系内各形态钾的动态平衡产生重要影响,进而影响钾素的形态、相互转化及其有效性<sup>[18]</sup>。近年来,在土壤含钾相对丰富的北方地区缺钾面积也逐渐增大,应当引起足够的重视<sup>[19,15]</sup>。该试验的研究结果为黑龙江省双城地区钾肥的合理施用提供了重要的理论依据。但由于玉米产量及钾肥的利用还

受土壤肥力、土壤类型、气候及品种等因素的影响,不同地区、不同地形之间肥料用量也应具有一定的差异,这还有待于进一步深入具体的研究。因此,应根据各地区的具体情况如气候、土壤钾素状况特征等,不断优化肥料施用量,避免肥料浪费,达到玉米高产、优质和高效的目的。

#### 参考文献:

- [1] 卢兵友. 农业生态系统氮素循环研究概况[J]. 山东农业大学学报,1992,23(4):457-460.
- [2] 曹湊贵,张光远,王运华. 农业生态系统养分循环研究概况[J]. 生态学杂志,1998,17(4):26-32.
- [3] 鲁如坤. 土壤-植物营养学原理与施肥[M]. 北京:化学工业出版社,1998.
- [4] 何电源. 农业生态系统的养分平衡是可持续农业的重要条件[J]. 农业现代化研究,1999,20(4):241-243.
- [5] 何园球,黄小庆. 红壤农业生态系统养分平衡、循环和调控研究[J]. 土壤学报,1998,35(4):501-509.
- [6] 骆世明. 农业生态学[M]. 北京:中国农业出版社,2001.
- [7] 姜子绍,宇万太. 农田生态系统中钾循环研究进展[J]. 应用生态学报,2006,17(3):545-550.
- [8] 张炎,史军辉,罗广华,等. 新疆农田土壤养分与化肥施用现状及评价[J]. 新疆农业科学,2006,43(5):375-379.
- [9] 何景友,安景文,刘慧颖. 兴城地区土壤钾素状况及施钾对玉米的影响[J]. 杂粮作物,2003,23(2):107-108.
- [10] 曹敏建,孙国娟. 玉米高产栽培的钾素生理作用[J]. 玉米科学,1998,6(1):66-68.
- [11] 吴巍,张宽,王秀芳,等. 钾肥对玉米增产增收效果与利用率[J]. 玉米科学,1998,6(1):61-65.
- [12] 王秀芳,张宽,王立春,等. 钾肥施用对玉米干物质生产及籽粒产量影响研究[J]. 玉米科学,2004,12(3):92-95.
- [13] 廖育林,郑圣先,聂军,等. 长期施钾对红壤水稻土水稻产量及土壤钾素状况的影响[J]. 土壤通报,2008,39(3):612-618.
- [14] 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]. 土壤学报,2009,40(6):1376-1380.
- [15] 谢建昌. 钾与中国农业[M]. 南京:河海大学出版社,2000.
- [16] 李秋梅,陈新平,张福锁,等. 冬小麦-夏玉米轮作体系中磷钾平衡的研究[J]. 植物营养与肥料学报,2002,8(2):152-156.
- [17] 索东让,王托和,李多忠. 河西走廊富钾土壤钾肥效应及钾素平衡的长期定位研究[J]. 中国生态农业学报,2002,10(3):90-92.
- [18] 黄绍文,金继运. 我国北方一些土壤对外源钾的固定[J]. 植物营养与肥料学报,1996(2):131-138.
- [19] 金继运. 我国北方土壤缺钾和钾肥应用的发展趋势[C]//中国农业科学院土壤肥料研究所,加拿大磷钾研究所,北京办事处. 北方土壤钾素和钾肥效益. 北京:中国农业科技出版社,1994:1-5.

## Effect of Potassium Fertilizer on Yield Benefit of Maize and Potassium Balance of Soil-Crop System

TONG Yu-Xin<sup>1</sup>, LI Yu-ying<sup>1</sup>, LIU Shuang-quan<sup>1</sup>, JI Jing-hong<sup>1</sup>, Li Jie<sup>2</sup>

(1. Soil Fertilizer and Environment Resources Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/ Soil Environment and Plant Nutrition Key Lab of Heilongjiang Province, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Resources and Environmental Science College of Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030)

**Abstract:** Maize yield and the nutrient's absorption characteristic of potassium input-output balance in soil-crop system were studied under the condition of different potassium application rates in the main maize production areas of Heilongjiang province. The results showed that K fertilizer could increase potassium content of different organs in plant distinctly, especially in straw. Application of K fertilizer could increase yield of grain but yield didn't increase with K fertilizer quantity's increasing and then K fertilizer's efficiency decreased. The average yields of the maize under the K1, K2, K3, K4 treatments were increased by 1 190, 1 460, 1 070 and 729 kg·hm<sup>-2</sup> compared with the K0 treatment; The order of the potassium content of the treatments was: grain K4 > K3 > K2 > K1 > K0; straw K4 > K3 > K1 > K2 > K0. The apparent budget of Potassium was negative, the extent of K1 and K2 were the most. Potassium balance coefficient was less than 1. According to yield, benefit and balanced coefficient, the best application of K fertilizer was K<sub>2</sub>O 100 kg·hm<sup>-2</sup>, which would make the fertilizer application more reasonable to reach high-yield, high-quality and efficient maize.

**Key words:** potassium; nutrient's balance; maize; yield

### · 新书推荐 ·

## 设施蔬菜持续生产的理论与技术研究

梁银丽 由海霞 周茂娟 著

978-7-03-026460-2 ¥48.00 2010年1月 出版

### 内容简介

该书是作者在多年从事田间试验和实验研究的基础上,结合设施蔬菜持续生产方面已有研究成果撰写而成。该书就设施农业的发展现状、面临的问题进行了分析,重点对设施蔬菜持续生产方面面临的问题进行了较为系统的研究,包括黄瓜的化感作用、连作年限对日光温室土壤环境及黄瓜产量和品质的影响、前茬作物对日光温室土壤环境及蔬菜产量和品质的影响、土壤水肥对日光温室蔬菜的影响、地面覆盖对日光温室蔬菜生理及土壤理化性质的影响等。该书还阐述了设施农业发展过程中产生的一系列由连作障碍引起的土壤环境、作物产量及品质等方面的问题,并提出了通过轮作、合理的水肥及栽培措施来解决这些问题,从而实现设施农业的可持续发展。该书突出试验性和基础性,是一部理论性较强且与实践密切结合的专著。

该书可供从事农业生态学、设施蔬菜栽培学、农业管理等方面的教学、科研和管理人员及农业院校设施农业科学与工程、园艺等相关专业的学生和教师参阅。

购书联系人:科学出版社科学销售中心 周文宇

电话:010-64031535 E-mail:zhouwenyu@mail.sciencep.com

网上订购:<http://www.dangdang.com> <http://www.amazon.cn>

联系我们:电话:010-64012501 E-mail:lifescience@mail.sciencep.com

<http://www.lifescience.com.cn>

更多精彩图书请登陆网站,欢迎致电索要书目

