

# 不同控氮比对春玉米产量、效益及氮肥利用率的影响

姬景红 李玉影 刘双全 佟玉欣

(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, 哈尔滨 150086)

**摘要:** 通过田间试验, 研究相同氮肥用量条件下, 不同比例包膜控释尿素 (CRU) (100%、75%、60%、45%、30%) 与普通尿素混合施用对春玉米产量、经济效益及氮肥利用率的影响。结果表明, 随着控释氮肥施用比例的增加玉米籽粒产量、生物产量及肥料利用率均呈现先增加后降低的趋势。与 100% 普通尿素一次性基施相比, 45%–75% CRU 与普通尿素配比的处理玉米增产幅度及效益较高; 各配比处理平均增加氮肥农学效率 3.6–6.5 公斤/公斤, 增加氮肥利用率 3.1%–14.9%。其中哈尔滨地区以 60% CRU 处理玉米产量效益最高, 增产 13.2%, 增效 103.6 元/亩, 双城地区以 75% CRU 处理玉米产量效益最高, 增产 12.9%, 增效 93.5 元/亩。在黑龙江省早春冷凉的气候条件下, 玉米生产不宜施用 100% 控释尿素, 应将控释尿素比例控制在 45%–75%, 以达到高产高效的目的。

**关键词:** 控释氮肥; 春玉米; 产量; 氮肥利用率

氮肥是玉米生长发育过程中需求量最多的营养元素。不合理的氮肥施用不但降低了氮素利用率, 同时也增加了成本投入, 造成环境污染<sup>[1-2]</sup>。控释尿素与普通尿素相比, 可以控制氮素的释放速率, 提高氮肥利用效率<sup>[3-4]</sup>, 增加作物产量<sup>[5-6]</sup>, 因此, 控释肥料已成为世界肥料研究的热点<sup>[7]</sup>, 也是肥料产业的发展方向<sup>[8]</sup>。然而由于生产工艺及原材料等原因, 控释肥的价格偏高, 生产中若完全施用控释肥, 会影响经济效益。而速效肥料与控释肥混合施用理论上可以满足玉米对氮素的需求, 是一条降低施肥成本的重要途径, 已经成为大田玉米生产中推广应用的一个方向<sup>[9]</sup>。

科学合理搭配控释尿素比例可以充分发挥不同特点肥料的最佳效率, 达到增产、节肥和省工的效果<sup>[10]</sup>。本文通过大田试验, 研究不同控释尿素与普通尿素配合施用对春玉米产量、效益、光合特性及氮素利用效率的影响, 目的是明确春玉米普通尿素与控释尿素的适宜配比及其增产机制, 为黑龙江省制订春玉米高产优质安全的配方施肥生产方案提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

试验于 2013 年进行, 设在哈尔滨市民主乡现代农业示范园区和双城市双城镇中兴村两个典型玉米主产区。供试肥料: 普通尿素 (BU) 为市售普通尿素 (含 N46%), 控释尿素 (CRU) (含 N44%) 由加阳公司 (Agrium, Canada), 控释期为 60 天。磷肥为重过磷酸钙 (含  $P_2O_5$  46%), 钾肥为氯化钾 (含  $K_2O$  60%)。供试玉米品种分别为德美亚 3 号和利民 33, 土壤类型为黑土, 基本理化性状列于表 1。

### 1.2 试验设计

试验设 7 个处理, 氮磷钾用量根据土壤测试结果和目标产量确定, N、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$  用量分别为 12 公斤/亩、4.5 公斤/亩和 4 公斤/亩, 氮磷钾肥全部基施。各处理 3 次重复, 小区面积 39 米<sup>2</sup>, 随机区组排列。哈尔滨和双城玉米种植密度分别为 5000 株/亩和 4000 株/亩, 播种

表 1 供试土壤基本化学性状

地点	有机质	全氮	碱解氮	有效磷	有效钾	pH
	(克/公斤)		(毫克/公斤)			
哈尔滨民主	34.8	2.2	125.7	42.8	176.2	6.65
双城中兴村	37.3	2.3	165.5	30.8	160.3	6.61

表2 试验处理及养分用量(公斤/亩)

处理编号	处理	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	肥料投入成本(元/亩)
1. N0	不施N肥	0	4.5	4	58.3
2. BU 100%	普通尿素	12	4.5	4	118.3
3. CBU100%	控释尿素 100%	12	4.5	4	194.7
4. CBU75% +BU25%	控释尿素 75%, 普通尿素 25%	12	4.5	4	175.6
5. CBU60% +BU40%	控释尿素 60%, 普通尿素 40%	12	4.5	4	164.1
6. CBU45% +BU55%	控释尿素 45%, 普通尿素 55%	12	4.5	4	152.7
7. CBU30% +BU70%	控释尿素 30%, 普通尿素 70%	12	4.5	4	141.3

日期分别为5月17日和5月15日,收获日期分别为9月27日和9月29日。试验处理及养分用量如表2所示。

### 1.3 测定项目及方法

土壤基本化学性质: 试验前按S点取样法采集0-20厘米耕层土壤,采用常规方法分析土壤基本化学性质。

产量及吸氮量: 玉米成熟后,取小区中间4垄60穗测产。采集各小区代表性玉米5株,将植株和籽粒样品于105℃杀青30分钟,70℃烘干,称重,凯氏法测定样品中全氮含量。

### 1.4 数据处理及计算公式

试验所得数据用Excel 2007和SPSS 13.0专业版数据处理系统进行统计分析。

氮肥利用率(NUE)=[施氮处理氮素吸收量-不施氮处理氮素吸收量]/施氮量×100%。

氮肥农学效率(AEN)=(施氮处理籽粒产量-不施氮处理籽粒产量)/施氮量。

氮收获指数(HIN%)=玉米籽粒吸N量/玉米地上部植株总吸N量×100;

## 2 结果与分析

### 2.1 不同控氮比对玉米产量、效益的影响

不同控释尿素(CRU)与普通尿素(BU)配比显著影响玉米产量、效益(表3)。哈尔滨和双城两地试验结果均表明,控释尿素与普通尿素以一定比例混合施用均较普通尿素单独施用具有显著的增产作用,且随着控释氮肥施用比例的增加籽粒产量及生物产量先增加后降低,以45-75% CRU处理增产幅度较高。相同氮肥用量条件下,与100%普通尿素一次性基施(处理2)相比,哈尔滨和双城不同控释尿素比例的处理(处理3、处理4、处理5、处理6和处理7)分别增产玉米7.5%-13.2%和6.0%-12.9%;平均增效9.1元/亩-103.6元/亩和(-6.3)元/亩-93.5元/亩(表3)。其中哈尔滨地区以60% CRU处理玉米产量效益最高,双城地区以75% CRU处理玉米产量效益最高,这可能与两地区土壤基础肥力不同有关,哈尔滨地区土壤初始速效氮(碱解氮)含量低于双城地区(表2),因此应增加普通尿素施用比例,降低控释尿素施用比例,以保证玉米营养生长阶段充足的氮素供应,双城地区则恰好相反。上述研究结果表明,控释尿素与普通尿素

表3 玉米籽粒产量(公斤/亩,干基)

处理	哈尔滨			双城		
	产量 (公斤/亩)	增产 (%)	增益 (元/亩)	产量 (公斤/亩)	增产 (%)	增益 (元/亩)
1. N0	496.5 d	--	--	529.7 f	--	--
2. BU 100%	629.5 c	--	--	650.2 e	--	--
3. CBU100%	676.9 b	7.5 b	9.1 c	689.1 d	6.0 d	-6.3 d
4. CBU75% +BU25%	694.9 ab	10.4 a	60.5 b	733.9 a	12.9 a	93.5 a
5. CBU60% +BU40%	712.5 a	13.2 a	103.6 a	721.6 ab	11.0 ab	82.7 ab
6. CBU45% +BU55%	693.2 ab	10.1 a	80.4 ab	709.7 bc	9.1 bc	72.7 bc
7. CBU30% +BU70%	679.3 b	7.9 b	66.8 b	696.3 cd	7.1 c	60.1 c

注: 2013年普通尿素2.3元/公斤;控释尿素4.2元/公斤;三料3.1元/公斤;氯化钾4.2元/公斤;玉米平均价格1.8元/公斤。以处理2为对照,计算增产率和效益增量。

混合一次性施用,以控释尿素比例在45-75%效果较好,不同地区略有不同,应根据土壤肥力状况及外界环境因素等确定适宜的控释尿素与普通尿素的施用比例。

## 2.2 不同控氮比对玉米吸氮量及氮肥利用率的影响

不同控释尿素与普通尿素配比会影响玉米吸氮量、氮农学效率、氮肥表观利用率及氮收获指数(表4)。各处理间吸氮量、氮农学效率和氮肥表观利用率变化规律相似,各施氮处理中表现为以100%BU处理最低,随控氮比的增加玉米吸氮量、氮农学效率、氮肥利用率均先增加后降低。氮肥农学效率各处理间差异显著,哈尔滨试验点在11.1-18.0公斤/公斤之间,双城试验点在10.0-17.0公斤/公斤之间。两试验点100%、75%、60%、45%、30%的控释掺混处理比100%BU处理分别平均增加氮肥农学效率3.6、6.2、6.5、5.2和4.0公斤/公斤。各处理间氮肥利用率差异显著,哈尔滨试验点在26.8%-43.1%之间,双城试验点在24.5%-37.9%之间,两试验点100%、75%、60%、45%、30%的控释掺混处理比100%BU处理分别平均增加氮肥利用率8.1、14.9、10.7、7.7和3.1%。说明,施用一定比例的控释尿素有利于玉米氮素吸收,提

高氮肥表观利用率。氮收获指数以100%CRU处理显著低于其它各处理,说明控释氮肥能延缓玉米叶片的衰老,增加其光合作用时间。

## 3 结论

(1)控释尿素与普通尿素以一定比例混合施用均较普通尿素增加籽粒产量、植株氮素吸收量、氮农学效率和氮肥利用率,且随着控释氮肥施用比例的增加呈现出先增加后降低的趋势。

(2)哈尔滨和双城地试验表明,100%、75%、60%、45%、30%的控释掺混处理比100%BU处理分别平均增加氮肥农学效率3.6、6.2、6.5、5.2和4.0公斤/公斤;增加氮肥利用率8.1、14.9、10.7、7.7和3.1%。

(3)从玉米产量效益、氮农学效率及养分回收率方面考虑,控释尿素与普通尿素混合一次性施用以控释尿素比例在45-75%效果较好,但不同地区略有不同,哈尔滨地区以60%CRU处理经济效益最高,双城地区以75%CRU处理经济效益最高。

表4 不同控氮比处理对玉米氮素利用效率的影响

处理	哈尔滨				双城			
	吸氮量 (公斤/亩)	AE <sub>N</sub> (公斤/公斤)	NUE (%)	HI <sub>N</sub>	吸氮量 (公斤/亩)	AE <sub>N</sub> (公斤/公斤)	NUE (%)	HI <sub>N</sub>
1	8.5 e	--	--	61.6 a	9.4 c	--	--	62.4 a
2	11.8 d	11.1 c	26.8 e	61.0 a	12.3 b	10.0 d	24.5 d	62.1 a
3	12.8 b	15.0 b	35.7 bc	58.6 b	13.2 ab	13.3 c	31.8 b	59.9 b
4	13.7 a	16.5 ab	43.1 a	60.9 a	13.9 a	17.0 a	37.9 a	62.5 a
5	13.2 ab	18.0 a	39.2 ab	61.4 a	13.4 a	16.0 ab	33.4 ab	62.8 a
6	12.6 bc	16.4 ab	33.7 cd	61.4 a	13.3 a	15.0 b	32.9 b	62.1a
7	12.2 cd	15.2 b	30.1 d	61.0 a	12.6 b	13.9 bc	27.3 c	61.6 ab

## 参考文献

- [1] 霍中洋,葛鑫,张洪程,等.施氮方式对不同专用小麦氮素吸收及氮肥利用率的影响[J].作物学报,2004,30(5):449-454.
- [2] 朱兆良.农田中氮肥的损失与对策[J].土壤与环境,2000,9(1):1-6.
- [3] 薛高峰,张贵龙,孙焱鑫,等.包膜控释尿素(追施)对冬小麦生长发育及土壤硝态氮含量的影响[J].农业环境科学学报,2012,31(2):377-384.
- [4] 李敏,郭熙盛,叶舒娅,等.树脂膜控释尿素及普通尿素配施对强筋小麦产量、品质和氮肥利用率的影响[J].麦类作物学报,2013,33(2):339-343.
- [5] 樊小林,刘芳,廖照源.我国控释肥料研究的现状和展望[J].植物营养与肥料学报,2009,15(2):463-473.
- [6] 曹宁,陈志怡,闫飞,等.控释尿素对玉米产量、氮肥利用率及土壤氮素的影响[J].吉林农业大学学报,2012,34(1):86-89.
- [7] 武志杰,周健民.我国缓释、控释肥发展现状、趋势及对策[J].中国农业科技导报,2001,3(1):73-76.
- [8] 孙克刚,胡颖,和爱玲,等.控释尿素对小麦增产效果与提高氮肥利用率的研究[J].磷肥与复肥,2009,24(5):84-85.
- [9] 李伟,李絮花,李海燕,等.控释尿素与普通尿素混施对夏玉米产量和氮肥效率的影响[J].作物学报,2012,38(4):699-706.
- [10] 杨俊刚,曹兵,徐秋明,等.包膜控释肥料在旱地农田的应用研究进展与展望[J].土壤通报,2010,41(2):494-500.