

郭 强,于玲玲,贺娇娇,等. 不同氮磷钾配比控释肥对糯玉米产量性状及经济效益的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(11):104-107.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.11.030

# 不同氮磷钾配比控释肥对糯玉米产量性状及经济效益的影响

郭 强<sup>1</sup>, 于玲玲<sup>2</sup>, 贺娇娇<sup>3</sup>, 张文元<sup>1</sup>, 杨引福<sup>3</sup>

(1. 河北省唐山市农业科学院,河北唐山 063000;2. 河北省唐山市农牧局,河北唐山 063000;3. 西北农林科技大学,陕西杨凌 712100)

**摘要:**以普通肥料常规施肥为对照,施用 4 种不同氮磷钾配比的控释肥,研究 4 种肥料对陕彩糯 301 产量性状和经济效益的影响。结果表明,与普通肥料等量水平( $375 \text{ kg/hm}^2$ )相比,氮磷钾配比为 29:5:6 的控释肥对玉米产量增幅最大,达到 24.57%;控释肥的施用增加了穗长、行粒数、百粒质量、穗粒质量等指标,降低了秃尖长度,对玉米生育后期叶面积指数的下降起到一定延缓作用;糯玉米出籽率对鲜穗产量的影响较大;控释肥的施用使得糯玉米在产值和效益方面均高于普通肥料。

**关键词:**糯玉米;控释肥;产量性状;经济效益

**中图分类号:** S513.062 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)11-0104-03

玉米高产是永恒发展的主题<sup>[1]</sup>,施肥对于玉米产量的提高有很重要的作用,玉米在生长过程中,吸收的氮、磷、钾元素最多,不同的氮磷钾配比和施肥量对玉米的生长发育及产量产生较为显著的影响<sup>[2-3]</sup>。适宜的氮磷钾比例能够改善植株群体结构,还能在一定程度上提高肥料利用率<sup>[4-5]</sup>。控释肥可以实现一次基施、长效利用,从而达到简化栽培的目的<sup>[6]</sup>。相关研究表明,控释肥的施用提高了玉米光合速率以及籽粒灌浆速率,并且能够显著提高玉米单株生产能力,对于千粒质量等产量构成因素起到一定的促进作用<sup>[7-9]</sup>。控释肥在糯玉米生产中的应用研究相对较少,本试验以普通肥料处理为对照,施用 4 种不同氮磷钾配比的控释肥,通过测定陕彩糯 301 的产量性状,比较不同肥料配比下玉米产量和效益差异,探讨糯玉米高产、高效与施氮磷钾肥料的比例协调性,进而提出经济施肥方案,为糯玉米控释肥施肥技术的应用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地基本概况

试验于 2013 年 6 月至 9 月在西北农林科技大学三原试验站进行,试验地地势平坦,肥力均匀。0~20 cm 土层土壤为黄土母质,有机质含量  $9.30 \text{ g/kg}$ ,平均全氮含量  $0.70 \text{ g/kg}$ ,速效氮含量为  $20.26 \text{ mg/kg}$ ,平均全磷含量  $1.57 \text{ g/kg}$ ,速效磷含量为  $10.53 \text{ mg/kg}$ ,平均全钾含量  $2.44\%$ ,速效钾含量为  $44 \text{ mg/kg}$ 。

### 1.2 供试材料

供试品种为陕彩糯 301,由西北农林科技大学农学院专用玉米研究室提供。

### 1.3 试验设计

试验共设置 5 个处理,每个处理 3 次重复。田间试验按照单因素随机区组设计,5 个处理分别是 A1:控释肥 I ( $N \geq 33\%$ 、 $P_2O_5 \geq 5\%$ 、 $K_2O \geq 9\%$ ,总养分  $\geq 40\%$ );A2:控释肥 II ( $N \geq 29\%$ 、 $P_2O_5 \geq 5\%$ 、 $K_2O \geq 6\%$ ,总养分  $\geq 40\%$ );A3:控释肥 III ( $N \geq 28\%$ 、 $P_2O_5 \geq 6\%$ 、 $K_2O \geq 8\%$ ,总养分  $\geq 40\%$ );A4:控释肥 IV ( $N \geq 20\%$ 、 $P_2O_5 \geq 9\%$ 、 $K_2O \geq 11\%$ ,总养分  $\geq 40\%$ );CK:普通肥料 ( $N \geq 36\%$ 、 $P_2O_5 \geq 6\%$ 、 $K_2O \geq 8\%$ )。控释肥作为底肥一次性施入(种子与肥料分开,避免烧种)约  $375 \text{ kg/hm}^2$ ;普通肥料包括尿素  $275 \text{ kg/hm}^2$ 、磷酸氢二铵  $52 \text{ kg/hm}^2$ 、氯化钾  $48 \text{ kg/hm}^2$ ,1/3 的氮肥、磷肥和钾肥一次性施入,2/3 的氮肥在大喇叭口期进行追施。每小区长 6 m、宽 2.2 m,面积为  $13.2 \text{ m}^2$ ,行距 55 cm,4 行区,3 次重复,四周设保护行。糯玉米种植密度为  $52\,500 \text{ 株/hm}^2$ 。田间除草、灌水等管理依据当地生产实际进行。

### 1.4 测定指标

在玉米出苗拔节期、大喇叭口期、开花吐丝期、籽粒灌浆期和收获期选择有代表性的一天进行取样,每小区随机选取中间 2 行具有代表性的 10 株进行叶面积的测量。叶面积测量展开叶,公式为:长  $\times$  宽  $\times 0.75$ ;叶面积指数(LAI) = 单株绿叶面积  $\times$  单位土地面积内株数/单位土地面积。收获期,在每小区收中间 2 行,测量穗长( $X_1$ )、穗粗( $X_2$ )、穗行数( $X_3$ )、行粒数( $X_4$ )、秃尖长( $X_5$ )、百粒质量( $X_6$ )、穗粒质量( $X_7$ )和出籽率( $X_8$ )等农艺性状,并称量糯玉米果穗鲜质量( $X_9$ )进行测产。

### 1.5 数据处理与分析

采用 Excel 对数据进行处理,应用 DPS 软件进行方差分析,显著性分析采用 Duncan's 法,并进行相关分析和逐步回归分析。

收稿日期:2014-11-10

基金项目:陕西省科技资源统筹专项(编号:2011KTZB02-01-02);河北省唐山市科学技术研究占发展计划(编号:15120204B)。

作者简介:郭 强(1983—),男,河北唐山人,博士,主要从事玉米遗传育种研究。E-mail:guoqiang8081@163.com。

通信作者:杨引福,硕士,教授,主要从事玉米遗传育种研究。E-mail:yinfuyang@163.com。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对糯玉米产量的影响

5 种不同施肥处理的玉米产量表现为 A2 > A1 > A4 > A3 > CK(表 1)。处理 A1、A2、A4 与 CK 产量差异显著,处理 A3 与 CK 差异不显著。处理 A2(氮:磷:钾=29:5:6)鲜穗产量达 13 857.95 kg/hm<sup>2</sup>。由此可见,不同氮磷钾配比控释肥处理对玉米的产量均有促进作用,且增产效果程度不一。

表 1 不同施肥处理对陕彩糯 301 鲜穗产量的影响

处理	鲜穗产量(kg/hm <sup>2</sup> )	增产(%)
A1	12 724.75bB	14.38
A2	13 857.95aA	24.57
A3	11 573.30cC	4.03
A4	12 421.93bB	11.66
CK	11 124.71cC	

注:同列数据后标有不同小写字母表示在 0.05 水平下显著,不同大写字母表示在 0.01 水平下显著。表 3 同。

对产量进行方差分析结果(表 2)显示,区组间差异不显著,处理间差异达极显著,可见不同控释肥处理下,对玉米鲜穗产量有显著的影响。

表 3 不同施肥处理下玉米产量性状

处理	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	穗行数 (行)	行粒数 (粒)	秃尖长 (cm)	(鲜)百粒质量 (g)	(鲜)穗质量 (g)	(鲜)穗粒质量 (g)
A1	17.47bB	4.76aA	15.20aA	31.01bB	1.41aA	36.49aA	209.19abAB	143.50bB
A2	18.81aA	4.79aA	14.93aA	37.44aA	1.00aA	35.21aA	216.16aA	154.89aA
A3	17.66bB	4.74aA	14.53aA	32.58bB	1.72aAB	33.12aA	203.41cB	137.64cBC
A4	17.83bB	4.81aA	15.27aA	31.12bB	1.89cC	33.35aA	205.83bcB	138.68cBC
CK	17.46bB	4.17bB	14.40aA	30.37bB	1.77bB	34.92aA	202.33bcB	135.53cC

表 4 陕彩糯 301 穗部性状与鲜穗产量的相关分析

性状	相关系数								
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	Y
X <sub>1</sub>	1.00								
X <sub>2</sub>	0.43	1.000							
X <sub>3</sub>	0.20	0.130	1.000						
X <sub>4</sub>	0.96**	0.644	0.06	1.00					
X <sub>5</sub>	-0.58	-0.900*	-0.36	-0.69	1.00				
X <sub>6</sub>	0.02	0.390	0.24	0.07	-0.65	1.00			
X <sub>7</sub>	0.88*	0.700	0.37	0.89*	-0.89*	0.44	1.00		
X <sub>8</sub>	0.84	0.658	0.49	0.83*	-0.88*	0.48	0.99**	1.000	
X <sub>9</sub>	0.89*	0.720	0.27	0.93*	-0.82*	0.40	0.98**	0.970**	1.00
Y	0.84*	0.660	0.49	0.83*	-0.87*	0.48	0.94**	0.980**	0.86**

注:X<sub>1</sub>为穗长(cm),X<sub>2</sub>为穗粗(cm),X<sub>3</sub>为穗行数(行),X<sub>4</sub>为行粒数(粒),X<sub>5</sub>为秃尖长(cm),X<sub>6</sub>为(鲜)百粒质量(g),X<sub>7</sub>为(鲜)穗质量(g),X<sub>8</sub>为出籽率(%),X<sub>9</sub>为(鲜)穗粒质量(g),Y为鲜穗产量(kg/hm<sup>2</sup>)。

2.4 陕彩糯 301 主要产量性状与鲜穗产量的逐步回归分析

对产量进行正态性检验,得到其 Shapiro-Wilk 的 P 值为 0.926,大于 0.05,说明产量符合正态分布,可以进行回归分析。

以主要农艺性状指标穗长(X<sub>1</sub>)、穗粗(X<sub>2</sub>)、穗行数(X<sub>3</sub>)、行粒数(X<sub>4</sub>)、秃尖长(X<sub>5</sub>)、鲜百粒质量(X<sub>6</sub>)、鲜粒质量(X<sub>7</sub>)、出籽率(X<sub>8</sub>)、鲜穗质量(X<sub>9</sub>)为自变量,鲜穗产量(Y)为

表 2 陕彩糯 301 鲜穗产量的方差分析表

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
区组间	106 564.227	2	53 282.114	0.814	0.476 5
处理间	13 571 040.6	4	3 392 760.2	51.86**	0.000 1
误差	523 376.755	8	65 422.094		
总变异	14 200 981.6	14			

注:“\*”代表相关性在 0.05 水平显著,“\*\*”代表相关性在 0.01 水平极显著。

2.2 不同施肥处理对玉米产量性状的影响

由表 3 可以看出,在不同控释肥处理下,与对照相比,陕彩糯 301 的穗行数和百粒质量差异不显著,而穗长、行粒数、秃尖长、鲜穗质量存在显著差异。

2.3 陕彩糯 301 主要产量性状与鲜穗产量的相关分析

由表 4 可见,鲜穗产量与出籽率、鲜粒质量、鲜穗质量、穗长、行粒数和秃尖长相关性较大。出籽率越高,鲜籽粒质量越大,鲜穗质量越大,穗长越长,行粒数越多,秃尖越短,糯玉米鲜穗产量越高。通过对玉米主要穗部性状进行相关性分析,在一定程度上可以了解性状间的相互影响,但要进一步研究这些性状对玉米产量作用效应的大小,还需要对主要产量性状与产量之间作回归分析,从而明确各性状对产量的作用效果。

因变量,进行逐步回归分析,剔除与鲜穗产量不显著相关的性状,得到关于鲜穗产量 Y 的回归方程:Y = -16 415.255 7 + 3 677.990 2 × X<sub>3</sub> + 490.583 8 × X<sub>6</sub> + 505.128 8 × X<sub>8</sub>,其中,R = 0.998 9,R<sup>2</sup> = 0.997 8,剩余通径系数为 0.046 9,有 4.69% 由未知影响因子决定。3 个变量对鲜穗产量的作用均为正效应。由于回归方程均达到极显著水平,有必要对产量性状和产量进行通径分析。

2.5 玉米主要产量性状与产量的通径分析

对陕彩糯 301 鲜穗产量影响较大的 3 个变量的直接和间接通径系数见表 5。出籽率对鲜穗产量呈最大直接效应,通径系数为 0.584 2,说明出籽率的变化对鲜穗产量的影响较大,通过穗行数和鲜百粒质量的间接效应,对产量的影响有一定的正效应。鲜百粒质量对鲜穗产量的贡献率低于出籽率,直接效应为 0.278 0,穗行数通过间接作用对鲜穗产量呈负效应,但通过出籽率呈间接正效应,从而对产量有所作用。穗行数对鲜穗产量的贡献最低,通径系数为 0.026 0,但通过出籽率的正向效应和鲜百粒质量的负向效应间接地对鲜穗产量有所贡献。

表 5 陕彩糯 301 产量性状与鲜穗产量的通径分析

因子	直接作用	→穗行数	→鲜百粒质量	→出籽率
穗行数	0.026 0		-0.125 1	0.332 3
鲜百粒质量	0.278 0	-0.129 5		0.040 5
出籽率	0.584 2	0.014 4	0.126 4	

2.6 不同施肥处理对玉米叶面积指数的影响

在不同处理下,叶面积指数发展动态基本一致(图 1)。在出苗拔节期,5 种肥料处理下,玉米叶面积指数变化不大;大喇叭口期,叶面积指数迅速增加;随着玉米生长进程的推进,至抽雄吐丝期,叶面积指数达到最大值。在 A2 处理下,叶面积指数比其他处理高,表明在源、库、流方面,增大了源。籽粒灌浆后期,叶面积指数逐渐下降;成熟期不同处理下叶面积指数相差较大,在 A2 处理下,叶面积指数最大,分别比处理 A1、A3、A4、CK 高 0.78、0.48、0.98、0.97。由此说明,在控释肥处理下,玉米成熟期保绿性较好,衰老较缓慢。

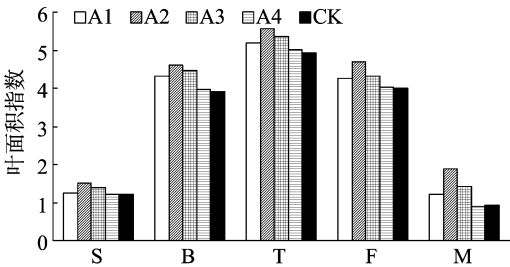


图 1 不同施肥处理玉米叶面积指数动态变化  
S—出苗拔节期; B—大喇叭口期; T—抽雄吐丝期;  
F—籽粒灌浆期; M—成熟期

2.7 不同施肥处理对玉米经济效益的比较

对不同肥料处理下的投入和产出各指标进行比较分析,由表 6 可知,控释肥处理下,玉米的收益和效益均高于对照。在 A2 处理下,玉米的效益最高达 31 569.88 元/hm<sup>2</sup>,比 CK 增收 6 657.11 元/hm<sup>2</sup>,增收 26.72%;其次为处理 A1,效益为 28 773.88 元/hm<sup>2</sup>,比 CK 增收 3 861.11 元/hm<sup>2</sup>;在处理 A3、A4 下,增值差异较大,在 A4 处理下,比 CK 增值 3 123.06 元/hm<sup>2</sup>,而 A3 处理下,增值仅为 1 095.49 元/hm<sup>2</sup>,增收 4.40%。在控释肥处理下玉米增值的部分可以抵消多出的肥料开支,效益高低次序为 A2 > A1 > A4 > A3 > CK。

3 讨论

赵霞等将缓释肥处理引入简化栽培,研究表明,不同控释肥对玉米生长发育影响不同,对于产量的增幅也有所差异,但

表 6 不同施肥处理下玉米经济效益比较

处理	收益 (元/hm <sup>2</sup> )	肥料投入 (元/hm <sup>2</sup> )	其他投入 (元/hm <sup>2</sup> )	经济效益 (元/hm <sup>2</sup> )	效益增收 (元/hm <sup>2</sup> )	增收比例 (%)
A1	31 811.88	1 313	1 725	28 773.88	3 861.11	15.50
A2	34 644.88	1 350	1 725	31 569.88	6 657.11	26.72
A3	28 933.26	1 200	1 725	26 008.26	1 095.49	4.40
A4	31 054.83	1 294	1 725	28 035.83	3 123.06	12.54
CK	27 811.77	874	2 025	24 912.77		

注:尿素 2 100 元/t,磷酸二氢铵 3 900 元/t,氯化钾 1 950 元/t,普通玉米籽粒 2 元/kg,特用糯玉米鲜穗 2.5 元/kg。

基本表现为控释肥的产量高于分次施肥<sup>[9]</sup>。王娜等基施控释肥 600 kg/hm<sup>2</sup> 比常规施肥增产 16.98%<sup>[10]</sup>,可见控释肥对玉米的增产作用显著。本试验结果与前人研究结论基本一致。不同控释肥与普通肥料在相同施用量下(375 kg/hm<sup>2</sup>),对糯玉米的产量有显著提升作用,但相同肥料下不同类型玉米增产效果有差异,对特用玉米鲜穗产量增产较为明显,这与王萌等的研究结论<sup>[11]</sup>不同,王萌等认为在相同肥量水平下,普通玉米比特用玉米增产更为明显,原因可能是本试验研究的是糯玉米的鲜穗产量,而王萌等研究的是干籽粒产量。田红琳等研究表明,控释肥能够有效增加株高、叶面积指数等<sup>[12]</sup>。许海涛等研究了缓控释肥对产量性状的影响,结果显示施用缓控释肥对夏玉米叶面积指数和根数的增多有显著影响<sup>[13]</sup>。丁洪等研究胶黏型控释肥对玉米农艺特性的影响,结果显示与传统施肥模式相比,施用控释肥后,在农艺性状方面有显著提高<sup>[14]</sup>。这与本试验结论基本一致,控释肥的施用,能够增加株高、叶面积指数。控释肥通过包膜的溶解来控制养分的释放速度,是一种新型肥料,其释放速度与作物需肥规律基本一致,可以达到足够的养分供应,作物产量大于普通肥料的产量,从而减少施肥用工投入,节约成本,增加经济效益。缓控释肥处理能有效简化夏玉米栽培,但由于缓控释肥的成本较高,此处理的效益小于分次施肥处理的效益,但两者差异不显著。

本试验通过对控释肥和普通肥料的效益比较,玉米专用控释肥在玉米产值、效益上均高于常规分次施肥处理,这说明控释肥与普通化肥相比,在经济效益等方面具有显著优势,平均增收 12.23%。控释肥通过一次施肥,减少了施肥次数,从而简化了玉米高效栽培技术,具有很好的应用推广价值。

参考文献:

[1] 佟屏亚. 玉米高产是一个永恒发展的主题[J]. 现代种业, 2003 (6): 4-5, 11.  
[2] 滕建群. N、P、K 配方及用量不同对玉米产量的影响[J]. 耕作与栽培, 2012(5): 11-12.  
[3] Trenkel M E. Slow and controlled release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient efficiency in agriculture[R]. 2nd ed. Paris, France: IFA, 2010: 136-169.  
[4] 李玉影, 刘双全, 姬景红, 等. 玉米平衡施肥对产量、养分平衡系数及肥料利用率的影响[J]. 玉米科学, 2013, 21(3): 120-124, 130.  
[5] Fan J, Hao M D, Malhi S S. Accumulation of nitrate-N in the soil profile and its implications for the environment under dryland agriculture in northern China: a review[J]. Canadian Journal of Soil Science, 2010, 90(3): 429-440.

林 峰,梁帅强,周 玲,等. 玉米自交系的遗传多样性分析及杂种优势群划分[J]. 江苏农业科学,2015,43(11):107-109.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.11.031

# 玉米自交系的遗传多样性分析及杂种优势群划分

林 峰,梁帅强,周 玲,赵 涵

(江苏省农业科学院农业生物技术研究所/江苏省农业生物学重点实验室,江苏南京 210014)

**摘要:**收集具有丰富遗传多样性的种质资源是玉米育种的前提,通过对资源进行杂种优势群的划分可以显著提高育种效率。本研究利用 135 对 InDel 分布在玉米 10 条染色体上的分子标记引物,系统分析了 491 份玉米自交系的遗传多样性,结果显示标记多态性信息量变化范围为 0.255 ~ 0.678。通过计算遗传相似值(GS),上述材料被划分成 8 个包括 Reid 群、Lancaster 群、四平头群和 PB 群的杂种优势群。本研究结果为组配优良玉米杂交种提供了遗传信息。

**关键词:**玉米;分子标记;遗传多样性;杂种优势群;遗传相似性;InDel 标记

**中图分类号:** S513.03 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)11-0107-03

杂种优势是指 2 个遗传组成不同的生物体杂交后的杂种一代在生长势、生活力、抗逆性、产量及品质等方面优于双亲的现象。利用杂种优势获得总体性状优于亲本的杂交种是现代育种的重要手段之一。而杂种优势群集中了大量有利基因,群间自交系杂交时往往可以获得较大的杂种优势。因此,杂种优势群的划分有助于自交系改良和杂交种选配,对杂交育种具有重要意义。

玉米是典型的异交作物,杂种优势明显。玉米中最早的一对杂种优势模式是 Reid × Lancaster,2003 年,Hallauer 提出了 BSSS-Tuxpeno 和 non-BSSS-non-Tuxpeno 两个杂种优势列(Heterotic Alignment)的概念,又称 SS 和 NSS 群<sup>[1]</sup>,这一模式大大促进了玉米种质的扩增、改良和创新,得到了广泛应用。根据系谱关系和配合力等,王懿波等将我国玉米主要种质划分为五大杂种优势群:改良 Reid、Lancaster、四平头、旅大红骨以及其他杂种优势群<sup>[2]</sup>。分子标记的发展为玉米杂种优势群的划分提供了新的工具。利用 RFLP 和 SSR 标记,袁力行等将供试材料划分为四平头、旅大红骨、LSC、BSSS 和 PA 等 5 个类群,划分结果与系谱分析基本一致<sup>[3]</sup>。利用 SSR 标

记对玉米自交系进行分析,大多将其划分为 6~8 个杂种优势群<sup>[4-6]</sup>。

InDel 标记是新一代共显性遗传标记,具有数量多、扩增产物稳定和易于检测等优点。本研究利用笔者所在研究室开发的 135 个 InDel 标记分析了 491 份玉米自交系的遗传多样性,并进行了杂种优势群划分,以期为这些材料的高效利用提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

所用材料为 491 份玉米自交系,包括 X178、Q319、P138、昌 7-2、黄早四、Mo17、B73、郑 58 等标准测验种。2014 年种植于南京市蔬菜科学研究所试验地,每株系种植 1 行,行长 2 m,行宽 40 cm,每行播种 10 粒。

### 1.2 玉米 InDel 的发掘与标记开发

根据 Romay 等开发的 SNP 标记<sup>[7]</sup>,在多态位点附近与玉米 B73 基因组序列(v3)比对,利用 Primer3<sup>[8]</sup>设计引物。通过电子 PCR 的策略在 Mo17、B73、郑 58、昌 7-2 间进行模拟 PCR 扩增,进一步通过 cPCR 软件(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/e-per/>)分析标记位点的多态性,模拟中碱基错配值 Mismatch ≤ 3 bp,电子多态性筛选的候选多态性位点即可能存在 1 个 InDel<sup>[9]</sup>。利用该引物即可作为 InDel 标记用于该位点的基因型检测。

### 1.3 基因型检测

将所有自交系单株取样,植物叶片用低温真空干燥仪干

收稿日期:2015-08-24

基金项目:江苏省自然科学基金(编号:BK20141385);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(13)3060]。

作者简介:林 峰(1978—),男,博士,助理研究员,主要从事遗传育种研究。E-mail:flinlc@hotmail.com。

通信作者:赵 涵,博士,研究员,主要从事作物遗传育种研究。Tel:(025)84390751;E-mail:zhaohan@jaas.ac.cn。

[6]王宜伦,李潮海,王 瑾,等. 缓/控释肥在玉米生产中的应用与展望[J]. 中国农学通报,2009,25(24):254-257.

[7]路海东,薛吉全,马国胜,等. 关中夏玉米不同肥料的施用效应研究[J]. 西北农业学报,2009,18(5):142-145.

[8]卫 丽,马 超,黄晓书,等. 控释肥对土壤全氮含量及夏玉米产量品质的影响[J]. 水土保持学报,2009,23(4):176-179.

[9]赵 霞,刘京宝,王振华,等. 缓控释肥对夏玉米生长及产量的影响[J]. 中国农学通报,2008,24(6):247-249.

[10]王 娜,武文津,游礼胜. 控释肥在玉米上的肥效试验报告[J]. 新疆农业科技,2014,9(1):15-16.

[11]王 萌,郭 强,何秀萍,等. 陕西关中地区夏玉米不同施肥方式效果的比较[J]. 湖北农业科学,2012,51(18):3958-3960.

[12]田红琳,杨 华,许明陆,等. 5 种缓释肥在渝单 8 号玉米上的应用效果[J]. 江苏农业科学,2013,41(9):66-68.

[13]许海涛,王成业,刘 峰,等. 缓控释肥对夏玉米创玉 198 主要生产性状及耕层土壤性状的影响[J]. 河北农业科学,2012,16(10):66-70.

[14]丁 洪,张玉树,陈静蕊,等. 胶粘型控释肥对玉米农艺特性及生理指标的影响[J]. 农业科学与技术,2013,14(6):820-824.