

硼酸/双氰胺双抑制剂缓释肥对油菜产量及氮素利用率影响

石艳星¹, 刘树庆^{1,2}, 卢杨¹, 曹银珠¹

(1. 河北农业大学 资源与环境科学学院, 河北 保定 071001; 2. 河北省农田生态实验室, 河北 保定 071001)

摘要:采用盆栽试验,研究硼酸/双氰胺双抑制剂缓释肥对油菜产量及氮素利用率的影响。结果表明:脲酶抑制剂和硝化抑制剂配施均可以提高油菜产量,与施用普通尿素相比,增产 20.00%~30.33%。二者配合施用可以产生协同效应,当硼酸、双氰胺浓度为 5% 时,油菜产量最高,增产 30.33%;施用抑制剂的油菜氮肥利用率一般在 40.00%~62.27%。其中当硼酸、双氰胺浓度为 5% 时,氮素利用率最高为 62.27%,比普通尿素高出 31 个百分点。其它各抑制剂缓释肥氮素利用率都明显高于普通尿素处理,与施用普通尿素相比,增幅 16.00%~30.99%。该研究利用硼酸/双氰胺双抑制剂制成缓释氮肥,为作物增产、有效的提高氮素利用率、较少氮肥对环境污染及合理施肥提供了科学的理论依据。

关键词:硼酸;双氰胺;油菜;产量;氮素利用率

中图分类号:S 565.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)19-0183-05

长期以来,氮素利用率低一直是我国农业生产的一个突出问题。尿素是我国应用最广、数量最多,也最受欢迎的肥料品种。但是由于大量施用且利用率较低,仅为 30%~35%,其中氮的损失严重。肥料的利用率低不仅造成资源浪费,降低了农业生产的经济效益,还造成了严重的环境污染^[1-3]。因此,提高氮肥利用率,减少因施肥而造成的环境污染已经成为共同关注的问题。目前,人们就提高肥料利用率提出了许多有效的方法和途径,如以水带肥、氮肥深施及研制缓控释肥。施用缓控释肥是其中最有效的途径之一。缓控释肥是一种能够缓慢释放并按作物需肥规律供给养分的肥料,它控制氮素养分释放,使肥料利用率达到最高^[4-5]。根据不同农作物的氮素需求规律,调整缓释肥的投入时间及释放过程,可以提高农作物产量,减少氮素流失^[6]。由于脲酶抑制剂是抑制土壤中的尿素酰胺态氮向铵态氮的水解,硝化抑制剂是减缓铵态氮向硝态氮的氧化^[7-8],二者分别对尿素分解某一过程起抑制作用,如果单施其中一种

抑制剂不能对尿素中氮转化的过程进行有效的控制^[9]。该研究采用脲酶抑制剂硼酸和硝化抑制剂双氰胺配制成缓释肥,双抑制剂同时施用,可以减缓尿素水解的同时,保证铵态氮在土壤中存留较长时间,减少硝酸盐的淋失^[10]。除此之外,还能够对反硝化作用起到一定的抑制作用,减少氮的挥发^[11]。因此,加强硼酸/双氰胺双抑制剂缓释肥的控释机理与控释效应研究,以提高作物的产量和氮肥利用率,较少氮肥对环境污染均提供了重要理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试油菜品种为“美惠青梗白菜”。

供试肥料为自制缓释氮肥,依据一定比例,以普通尿素(纯氮含量 46%)为核心,加入不同比例的脲酶抑制剂(硼酸)、硝化抑制剂(双氰胺)与添加剂(沸石粉与膨润土混合物),用粘结剂(羧甲基纤维素钠)复配粘结,在容器中滚动造粒,干燥后筛选备用。

供试土壤:取自河北农业大学西校区标本园的潮褐土,其基本理化性质见表 1。

1.2 试验方法

分别用不同抑制剂浓度的缓释肥,即脲酶抑制剂(硼酸),浓度 0.5%、1%、5%、10%、15% 和硝化抑制剂(DCD),浓度 2%、5%、8%、11%、14% 各 5 个浓度,制成 25 种双抑制剂缓释肥。空白为不添加抑制剂的普通尿素,增加 1 个只施磷钾肥而不施氮肥的处理,以便计算

第一作者简介:石艳星(1989-),女,河北邢台人,硕士研究生,现主要从事土壤环境质量等研究工作。E-mail: shiyanxing2012@163.com.

责任作者:刘树庆(1956-),男,河北保定人,博士,教授,博士生导师,现主要从事土壤环境质量及环境质量评价与监控等研究工作。E-mail: liushuqing2002@163.com.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2014BAD14B03)。

收稿日期:2014-04-25

表 1

供试土壤基本理化性质

Table 1

Basic physical and chemical properties of soil

项目 Item	pH 值 pH value	有机质含量 Organic material content /(g · kg ⁻¹)	全氮含量 Total nitrogen content /(g · kg ⁻¹)	碱解氮含量 Alkali-hydrolyzable nitrogen content/(mg · kg ⁻¹)	速效磷含量 Available phosphorus content /(mg · kg ⁻¹)	速效钾含量 Available potassium content /(mg · kg ⁻¹)
土壤 Soil	8.27	9.52	0.47	66.27	8.43	64.5

氮肥利用率,共 27 个处理,每个处理重复 3 次,共 81 盆。每盆装土 10 kg,除空白不施氮肥外,其它均施纯氮 300 kg/hm²,磷肥 150 kg/hm²,钾肥 225 kg/hm²。肥料以底肥的形式一次性与土壤均匀的混合施入,以保证作物的正常生长。在盆里种植油菜。生物期间定期浇水、除草、间苗,最终没盆定苗 15 株。收获后,用电子天平称量并记录每盆油菜的生物量,进行油菜产量分析,将作物鲜样品杀青后烘干,测定植株的全氮含量。分析每种缓释氮肥的氮素利用率。

1.3 项目测定

采用硫酸-双氧水消煮植物样,凯氏定氮仪测定氮含量,详细请参照《土壤农化分析》^[12]。

2 结果与分析

2.1 硼酸/双氰胺双抑制剂缓释肥对油菜产量的影响

由表 2 可知,缓释肥能够明显提高油菜产量。其中缓释肥处理 B₅D₅ 的油菜产量最高,为 520 g,增产 30.33%。所有施用抑制剂处理油菜产量都显著高于普

表 2 不同缓释肥处理的油菜产量

Table 2 Different slow-release fertilizer treatments of rape yield

处理 Treatment	B. 硼酸 Boric acid/ %	D. 双氰胺 Dicyandiamide/ %	产量 Yield/g	增产 Production increasing/ %
B ₀ D ₀			399	
B _{0.5} D ₂	0.5	2	468	17.29
B _{0.5} D ₅	0.5	5	485	21.55
B _{0.5} D ₈	0.5	8	479	20.05
B _{0.5} D ₁₁	0.5	11	463	16.04
B _{0.5} D ₁₄	0.5	14	445	11.53
B ₁ D ₂	1	2	486	21.80
B ₁ D ₅	1	5	500	25.31
B ₁ D ₈	1	8	496	24.31
B ₁ D ₁₁	1	11	482	20.80
B ₁ D ₁₄	1	14	467	17.04
B ₅ D ₂	5	2	501	25.56
B ₅ D ₅	5	5	520	30.33
B ₅ D ₈	5	8	513	28.57
B ₅ D ₁₁	5	11	499	25.06
B ₅ D ₁₄	5	14	480	20.30
B ₁₀ D ₂	10	2	486	21.80
B ₁₀ D ₅	10	5	508	27.32
B ₁₀ D ₈	10	8	501	25.56
B ₁₀ D ₁₁	10	11	484	21.30
B ₁₀ D ₁₄	10	14	459	15.04
B ₁₅ D ₂	15	2	470	17.79
B ₁₅ D ₅	15	5	493	23.56
B ₁₅ D ₈	15	8	486	21.80
B ₁₅ D ₁₁	15	11	472	18.30
B ₁₅ D ₁₄	15	14	438	9.77

通尿素处理,增产一般在 20.00%~30.33%,表明脲酶抑制剂、硝化抑制剂的配比比普通尿素具有明显节氮、增产的效果。当双抑制剂缓释肥硼酸和双氰胺浓度都处于最低时,处理 B_{0.5}D₂ 的油菜产量为 468 g,当双抑制剂缓释肥硼酸和双氰胺浓度都处于最高时,处理 B₁₅D₁₄ 的油菜产量为 438 g,当硼酸的浓度处于最低双氰胺的浓度处于最高时,处理 B_{0.5}D₁₄ 的油菜产量为 445 g,当硼酸的浓度处于最高双氰胺的浓度处于最低时,处理 B₁₅D₂ 的油菜产量为 470 g。说明高浓度硼酸低浓度双氰胺配施效果较好;低浓度硼酸低浓度双氰胺配施效果略好;低浓度硼酸和高浓度双氰胺效果较差,而高浓度硼酸高浓度双氰胺效果最差。说明当硼酸和双氰胺浓度超过了最佳施入量后出现了负效应。在一定范围内增加硼酸浓度和双氰胺浓度均可增加油菜产量,但都存在着极大值,当抑制剂浓度超过极大值后,油菜产量会逐渐下降。

根据肥料效应回归方程得出 $Y = 2.660X_1 + 8.582X_2 + 0.032X_1X_2 - 0.210X_1^2 - 0.497X_2^2 + 452.007$, 式中, Y 为油菜产量, X_1 为脲酶抑制剂用量, X_2 为硝化抑制剂用量。由一次项系数均为正值可知,分别提高脲酶抑制剂与硝化抑制剂的用量,能够影响油菜产量。由交互项可知,脲酶/硝化抑制剂之间存在正交互作用,而二次项均为负值说明油菜产量与脲酶/硝化抑制剂间呈现出开口向下的抛物线,即随着各抑制剂投入量的增加,油菜产量随之增高,但过量投入反而会使其产量降低。

将控制因子固定在 0 水平,得出考察因子与产量函数的方程组: $\hat{Y}_1 = -0.210X_1^2 + 2.660X_1 + 452.007$; $\hat{Y}_2 = -0.497X_2^2 + 8.582X_2 + 452.007$, 根据单因子方程组可以分别得出各因素在不同水平下的油菜产量情况。由表 2 和图 1 可知,脲酶抑制剂与硝化抑制剂的最佳处理 B₅D₅ 的油菜产量最高,为 520 g,其最佳用量是硼酸浓度 5%。在硼酸浓度为 0.5%~5%时油菜产量逐渐增加;当硼酸浓度 > 5%时产量逐渐下降。控制因子在各水平下的变化趋势基本相同,在硼酸投入量增加的初期,油菜产量明显提高。继续增加硼酸投入量虽然能够提高油菜产量,但增产效果逐渐趋于平缓。控制因子处于不同水平时其相对产量也不同。控制因子处于 5%时,无论增产还是减产,其相对产量明显高于其它水平。硼酸浓度在 5%时的相对油菜产量最高,提高或降低硼酸浓度均会

导致相对油菜产量的减少,体现了报酬递减规律。

由表 2 和图 2 可知,在最佳处理 B_5D_5 最佳用量双氰胺浓度在 5% 时油菜产量最高;在双氰胺浓度为 2%~5% 时油菜产量逐渐增加;当双氰胺浓度 > 5% 时油菜产量开始下降。控制因子在各水平下的变化趋势基本相同,在双氰胺投入量增加的初期,油菜产量逐渐增加。当投入量超过极大值后继续增加双氰胺浓度,油菜产量开始缓慢降低,当双氰胺投入量增加到一定范围后,油菜产量出现明显的递减趋势。控制因子处于不同水平时其相对油菜产量也不同。当控制因子 5% 水平时相对产量最高,无论增产还是减产,其相对产量明显高于其它水平。说明双氰胺浓度在 5% 时相对产量最高,提高或降低双氰胺浓度均会导致相对产量的减少,体现了报酬递减规律。

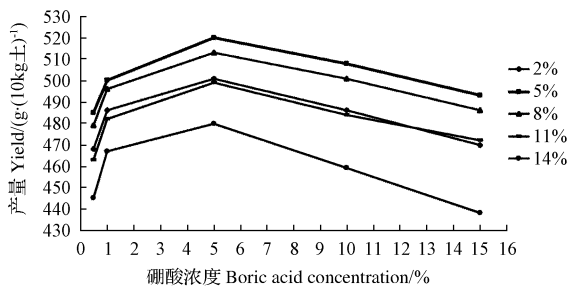


图 1 硼酸对油菜产量影响效应

Fig. 1 Effect of boric acid on the yield of rape

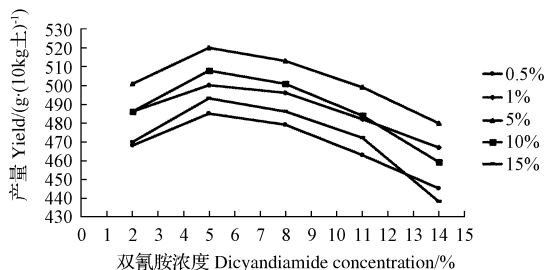


图 2 双氰胺对油菜产量影响效应

Fig. 2 Effect of dicyandiamide on the yield of rape

通过对缓释肥中脲酶、硝化抑制剂 2 个因子分别求一阶导数令其为零,得到二元一次方程组: $Y_1 = -0.420X_1 + 2.660$; $Y_2 = -0.994X_2 + 8.582$ 。算得: $X_1 = 6.33$; $X_2 = 8.63$ 。根据油菜产量模拟方程,计算出 $Y = 499$ g。因此由肥料效应方程得出,加入脲酶抑制剂 6.33%、硝化抑制剂 8.63% 所配成的缓释肥,油菜产量为 499 g 达到最高产量。

2.2 硼酸/双氰胺双抑制剂缓释肥的氮素利用率

氮肥利用率是指投入单位氮被作物吸收的情况,主要反映作物对肥料中氮的吸收能力,却不能反映作物吸收的氮与作物经济产量之间的关系。农学效率是指每投入单位肥料氮引起作物产量的变化量,该指标能够反

映肥料氮对作物的增产效益^[13]。研究缓释氮肥对作物的氮素利用情况,以上 2 个指标缺一不可。

由表 3 可以看出,施用抑制剂的油菜氮肥利用率一般在 40.00%~62.27%。其中缓释肥处理 B_5D_5 氮素利用率最高为 62.27%,此时,氮素利用率比普通尿素施用高出 31 个百分点。其它各抑制剂缓释肥氮素利用率都明显高于普通尿素处理,与施用普通尿素相比,增幅一般在 16.00%~30.99%。当双抑制剂缓释肥硼酸和双氰胺浓度都处于最低时,处理 $B_{0.5}D_2$ 氮素利用率为 41.45%,当双抑制剂缓释肥硼酸和双氰胺浓度都处于最高时,处理 $B_{15}D_{14}$ 氮素利用率为 34.31%;当硼酸的浓度处于最低双氰胺的浓度处于最高时,处理 $B_{0.5}D_{14}$ 氮素利用率为 37.64%;当硼酸的浓度处于最高而双氰胺的浓度处于最低时,处理 $B_{15}D_2$ 氮素利用率为 42.78%。说明高浓度硼酸低浓度双氰胺配施对氮素利用率影响效果较好;低浓度硼酸低浓度双氰胺配施效果略好;低浓度硼酸和高浓度双氰胺效果较差,而高浓度硼酸高浓度双氰胺效果最差。说明当硼酸和双氰胺浓度超过了最佳施入量后出现了负效应。在一定范围内增加硼酸浓度和双氰胺浓度均可提高氮肥利用率,但都存在着极大值,当抑制剂浓度超过极大值后,产量会逐渐下降。

表 3 不同缓释肥处理的油菜氮素利用率

Table 3 Rape nitrogen utilization efficiency under different slow-release fertilizer treatments

处理 Treatment	氮肥利用率 Nitrogen use efficiency/%	增产幅度 Yield increase /%	氮肥农学效益 Agronomic benefits/(g·g ⁻¹)
B_0D_0	31.28	0	1.50
$B_{0.5}D_2$	41.45	10.17	53.38
$B_{0.5}D_5$	47.50	16.22	66.17
$B_{0.5}D_8$	44.16	12.88	61.65
$B_{0.5}D_{11}$	40.58	9.30	49.62
$B_{0.5}D_{14}$	37.64	6.36	36.09
B_1D_2	48.15	16.87	66.92
B_1D_5	54.49	23.21	77.44
B_1D_8	50.93	19.65	74.44
B_1D_{11}	45.63	14.35	63.91
B_1D_{14}	40.76	9.48	52.63
B_5D_2	57.97	26.69	78.20
B_5D_5	62.27	30.99	92.48
B_5D_8	55.80	24.52	87.22
B_5D_{11}	51.58	20.30	76.69
B_5D_{14}	45.32	14.04	62.41
$B_{10}D_2$	50.40	19.12	66.92
$B_{10}D_5$	58.91	27.63	83.46
$B_{10}D_8$	54.72	23.44	78.20
$B_{10}D_{11}$	46.52	15.24	65.41
$B_{10}D_{14}$	36.51	5.23	46.62
$B_{15}D_2$	42.78	11.50	54.89
$B_{15}D_5$	48.18	16.90	72.18
$B_{15}D_8$	48.07	16.79	66.92
$B_{15}D_{11}$	43.18	11.90	56.39
$B_{15}D_{14}$	34.31	3.03	30.83

氮肥农学效益的变化幅度明显,普通尿素的氮肥农学效益只有 1.50 g/g,表明氮肥的投入没有明显提高作物产量,而施用硼酸/双氰胺抑制剂的缓释肥农学效益在 30.83~92.48 g/g,当施加 5%硼酸和 5%双氰胺双抑制剂时农学效益最高,为 92.48 g/g,此时肥料氮对作物的增产效益最大。试验结果说明,无论是脲酶抑制剂还是硝化抑制剂的添加都可以明显提高氮肥农学效益,进而提高作物产量。硼酸和双氰胺虽然都能够提高氮肥农学效益,但并不是浓度越大效果越好,存在一个极大值,随着浓度的增加,氮肥农学效益逐渐增加,当超过极大值 5%硼酸和 5%双氰胺双抑制剂后,继续增加浓度,氮肥农学效益开始降低,体现了报酬递减规律。

3 结论与讨论

该试验研究了硼酸/双氰胺双抑制剂缓释肥对油菜产量及氮素利用率的影响。试验结果表明,抑制剂可以明显提高油菜产量,增幅一般在 20.00%~30.33%。当 5%硼酸和 5%双氰胺双抑制剂施用油菜产量最高,为 520 g,增产 30.33%。脲酶抑制剂和硝化抑制剂对油菜产量的影响都符合报酬递减规律。根据肥料效应回归方程计算得出:当硼酸浓度为 6.33%、双氰胺浓度为 8.63%时,油菜产量最高,为 499 g。硼酸和双氰胺在投入量增加的初期,油菜产量明显提高。继续增加投入量虽然能够提高油菜产量,但增产效果逐渐趋于平缓。当投入量超过极大值后继续增加硼酸浓度,油菜产量出现明显的降低。

脲酶抑制剂硼酸与硝化抑制剂双氰胺均能提高氮素利用率,施用抑制剂的油菜氮肥利用率一般在 40.00%~62.27%。其中施用 5%硼酸和 5%双氰胺双抑制剂缓释肥时氮素利用率最高,为 62.27%。此时,氮素利用率比普通尿素施用高出 31 个百分点。各抑制剂配施与施用普通尿素相比,增幅一般在 16.00%~30.99%。氮素利用率的变化规律与油菜产量变化趋势基本相同,通过不同抑制剂的作用,油菜吸收更多氮素的同时会增加其产量。通过农学效益可以看出,添加抑制剂可以明显提高氮对作物的增产效益,2 种不同抑制剂都对农学效益有影响,且符合报酬递减规律。

目前,双抑制配施的研究较少,孙锡发等^[14]研究发现,控释尿素对水稻的增产作用显著高于普通尿素,在中高肥力土壤上比无氮处理最高增产 50.78%,比普通

尿素一次施用增产 9.97%;在中低肥力土壤上最高增产 43.15%,比普通尿素一次施用增产 27.01%。因此控释尿素氮的释放速率必须根据当地气候和作物的需肥特性设计生产,才能充分发其作用与效果,提高水稻产量和肥料利用率。

根据产量模型得出的理论值与实际值之间有一定的差距,可能是因为脲酶抑制剂与硝化抑制剂共施产生了协同效应。该试验通过施加缓释肥料的方式研究了硼酸与双氰胺不同浓度对比对油菜生长的影响。由于缓释肥料是以包膜的形式存在,并且含有添加剂与粘结剂。对于某些结果的干扰始终存在,可能影响部分分析结果。

参考文献

- [1] 王红飞,王正辉. 缓/控释肥料的新进展及特性评价[J]. 广东化工, 2005(8):86.
- [2] 翟军海,高亚军,周建斌. 控释/缓释肥料研究概述[J]. 干旱地区农业研究,2002,20(1):45-48.
- [3] 王激清,刘社平. 控缓释肥研究进展[J]. 张家口农专学报,2001,17(1):41.
- [4] 于经元,白书培,康仕芳. 缓释化肥概况(上)[J]. 化肥工业,1999,26(5):15-19.
- [5] 杨晶秋,姚腾云,王作尊,等. 稳定型有机无机复合肥氮的释放[J]. 华北农学报,2001,16(4):97-99.
- [6] 张树清,武翻江,牛建彪. 施用不同缓释肥料对春小麦产量的影响[J]. 土壤肥料,2004(2):23-25.
- [7] Weiske A, Benckiser G, Ottow J C G. Effect of the new nitrification inhibitor DMPP in comparison to DCD on nitrous oxide (N_2O) emissions and methane (CH_4) oxidation during 3 years of repeated applications in field experiments[J]. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 2001, 60:57-64.
- [8] 费频频. 脲酶/硝化抑制剂对稻田生态系统氮素流向的影响研究[D]. 杭州:浙江大学,2011.
- [9] Fu J R, Zhu Y H, Jiang L N. Use of controlled release fertilizer for increasing N efficiency of direct seeding rice[J]. Pedosphere, 2001, 11(4):333-339.
- [10] 徐星凯,周礼恺, Van C O. 脲酶抑制剂/硝化抑制剂对土壤中尿素氮转化及形态分布的影响[J]. 土壤学报,2000,37(3):339-345.
- [11] 孙志梅,武志杰,陈利军,等. 土壤硝化作用的抑制剂调控及其机理[J]. 应用生态学报,2008,19(6):1389-1395.
- [12] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,1999.
- [13] Skiba U, Smith K A, Fowler D. Nitrification and denitrification as sources of nitric oxide and nitrous oxide in a sandy loam soil[J]. Soil Biol Biochem, 1993, 11:1527-1536.
- [14] 孙锡发,涂仕华,秦鱼生,等. 控释尿素对水稻产量和肥料利用率的影响研究[J]. 西南农业学报,2009,22(4):984-989.

Effect of Boric Acid and DCD Dual Inhibitors Slow-release Fertilizer on Yield and Nitrogen Use Efficiency in Rape

SHI Yan-xing¹, LIU Shu-qing^{1,2}, LU Yang¹, CAO Yin-zhu¹

(1. College of Resource and Environmental Science, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001; 2. Key Laboratory for Farmland Eco-Environment in Hebei Province, Baoding, Hebei 071001)

新形势下中国西瓜甜瓜产业发展的战略思考

张琳, 杨艳涛, 吴敬学

(中国农业科学院 农业经济与发展研究所, 北京 100081)

摘要:针对我国西瓜甜瓜产业发展的现状,分析了新形势下产业发展存在的主要问题。围绕重点加强西瓜甜瓜生产体系、加工流通体系、综合服务体系“三大体系建设”,阐明了西瓜甜瓜产业未来发展的战略方向和任务,从健全法律法规、创新体制机制、加强基础设施建设等方面提出了促进产业可持续发展的保障措施。

关键词:西瓜;甜瓜;产业;战略

中图分类号:F 307.13 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)19-0187-04

西瓜甜瓜在我国果蔬生产和消费中占据重要地位,是带动农民就业增收的高效园艺作物,也是满足城乡居民生活需求的重要时令水果。改革开放以来,西瓜甜瓜产业获得长足发展,中国已成为西瓜甜瓜生产与消费第一大国。目前,中国西瓜甜瓜播种面积已超过麻类、糖料、烟叶、药材等传统经济作物,约占种植业总播种面积的1.5%,其产值约为种植业总产值的6%,在部分主产区达到20%以上。虽然中国西瓜甜瓜产业发展迅速,但仍然存在品质不稳定、产销不平衡等突出问题,在不同

程度上制约了西瓜甜瓜产业的健康发展。

党的十八届三中全会以后,西瓜甜瓜产业发展迎来了重要的战略机遇期,围绕进一步提升产业可持续发展能力,发挥西瓜甜瓜产业在解决“三农”问题中的作用,该研究在分析西瓜甜瓜产业发展现状、形势与问题的基础上,制定了中国西瓜甜瓜产业发展的战略思路重点任务,提出了促进该产业健康发展的政策建议。

1 西瓜甜瓜产业发展的现状

1.1 生产稳步发展

2012年全国西瓜播种面积180.15万hm²,总产量7071.3万t,单产39.25t/hm²[1],与2011年相比,播种面积减少0.09%,总产量增加2.64%,单产提高2.72%;2012年全国甜瓜播种面积41.04万hm²,总产量1331.6万t,单产32.45t/hm²,与2011年相比,播种面积增加3.25%,总产量增加4.15%,单产提高0.87%。从总体上看,单产提高对西瓜甜瓜产量增加起到了主导作用。

1.2 布局逐步优化

全国西瓜甜瓜生产逐渐形成规模化优势区域布

第一作者简介:张琳(1981-),女,河北保定人,博士,助理研究员,现主要从事农业产业经济与政策研究等工作。E-mail:zhanglin02@caas.cn.

责任作者:吴敬学(1958-),男,辽宁喀左人,博士,研究员,博士生导师,现主要从事产业经济和技术经济等研究工作。E-mail:wujingxue@mail.caas.net.cn.

基金项目:农业部现代农业产业体系建设专项资金资助项目(CARS-26-23)。

收稿日期:2014-06-10

Abstract: Taking rape as material, pot experiment was conducted to investigate the effect of boric acid and DCD dual inhibitors slow-release fertilizers on yield and nitrogen use efficiency of rape. The results showed that both urease inhibitor and nitrification inhibitor could effect the output of rape. The output rate increased 20.00%~30.33%, compared with normal urea. It reached the highest yield when the concentration of boric acid, dicyandiamide was 5%, increased 30.33%. Application of inhibitors of rape nitrogen use efficiency generally between 40.00%~62.27%. Among them when the concentration of boric acid, dicyandiamide were all 5%, nitrogen use efficiency as high as 62.27%, 31% higher than common urea. Every other inhibitors slow-release fertilizer nitrogen utilization efficiency were significantly higher than the normal urea treatment, compared with the normal urea, generally between 16.00%~30.99%. The research had offered the scientific theoretical foundation for making slow controlled release fertilizer, in which increasing crop production, improving effective nitrogen plain use efficiency, increasing economic efficiency, decreasing the environmental pollution, and reasonable fertilization.

Keywords: boric acid; DCD; rape; yield; nitrogen use efficiency