

控释掺混尿素对大白菜产量、品质及土壤硝态氮的影响^①

张玉凤, 董 亮, 于淑芳, 杨 力*

(山东省农业科学院农业资源与环境研究所, 农业部新型肥料创制重点开放实验室, 山东省新型肥料工程技术研究中心, 济南 250100)

Effects of Controlled Release Blend Bulk Urea on Yield, Quality and Soil Nitrate of Chinese Cabbage

ZHANG Yu-feng, DONG Liang, YU Shu-fang, YANG Li*

(Institute of Agricultural Resources and Environment, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Invention and Manufacture of New Type Fertilizer, Ministry of Agriculture of PRC, Shandong Engineering Research Center for New Type Fertilizer, Jinan 250100, China)

摘 要: 为探索控释尿素与速效尿素在大白菜上应用的适宜掺混比例, 采用田间试验, 研究了 3 种掺混比例尿素对大白菜产量、品质及土壤硝态氮的影响。结果表明: 与速效尿素处理相比, 100% 控释尿素、80% 控释尿素 + 20% 速效尿素、60% 控释尿素 + 40% 速效尿素处理的大白菜产量分别提高 2.70%、8.15%、14.70%; 100% 控释尿素、80% 控释尿素 + 20% 速效尿素、40% 控释尿素 + 60% 速效尿素处理的大白菜 Vc 含量分别升高 10.39%、21.02%、18.40%; 80% 控释尿素 + 20% 速效尿素处理大白菜还原糖含量升高 9.62%; 控释掺混肥处理的大白菜硝酸盐含量降低 8.45% ~ 16.72%; 土壤 0 ~ 60 cm 土层内土壤硝态氮含量均降低, 降幅为 0.08% ~ 39.13%。本试验条件下, 控释肥比例 60% ~ 100% 时, 可增加白菜产量、提高白菜品质、降低白菜硝酸盐含量、降低土壤硝态氮含量。

关键词: 控释尿素; 速效尿素; 大白菜; 硝酸盐; 品质

中图分类号: S145.6

大白菜是我国重要的叶菜类蔬菜, 栽培十分广泛, 单产很高, 一般可达 75 000 kg/hm² 以上, 因而对养分的需要量较大。实际生产中, 菜农为确保高产, 依照传统的多投入多收获的思想, 不惜大量施用化肥, 尤其是氮肥, 甚至超过作物需求量的数倍^[1]。过多施用氮肥虽然在一定环境下能获得较高产量, 但随之带来的是增产幅度逐年下降、肥料利用率低、蔬菜品质的下降以及土壤硝态氮的大量累积等问题^[1]。此外, 由于白菜是浅根系作物, 如果遇灌水过量或降水量较大的情况, 就会发生硝态氮淋洗到地下水, 或通过地面径流把土壤表层氮带入周围地表水(渠、沟、河、湖)的情况, 从而导致环境污染。因此研究白菜栽培中肥料的合理施用, 对实现蔬菜高产、优质、安全、无公害和环境可持续发展具有重要意义。

缓控释肥料养分缓慢释放, 可有效延长作物对肥

料的吸收利用、提高肥料利用率、显著降低环境污染、减少施肥次数、节省劳动力、提高农产品品质等^[2-6]。但是由于生产成本昂贵, 使得缓控释肥价格偏高, 限制了缓控释肥料在大田作物上的推广应用。如果在控释肥中掺入部分速效化肥制成控释掺混肥, 除具备控释肥供肥持久的一般特征外, 还解决了控释肥前期养分释放量过低的问题, 而包膜量的减少亦降低了肥料生产成本, 更易被农民接受。但是控释氮肥与速效尿素以何种比例混合才能有利于作物生长, 目前尚未明确。最近几年已有科研工作者开始研究控释尿素与速效尿素掺混在大田作物上的应用效果^[7-8]。控释掺混肥应用在大白菜上, 能否在保证产量的同时, 降低肥料流失和提高白菜品质, 尚未见报道。基于上述原因, 本试验以包膜尿素为供试肥料, 通过田间试验, 研究不同掺混比例的控释尿素与速效尿素配合施用对露

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2008BADA4B05, 2011BAD11B02)和山东省科技发展计划项目(2011GNC11208)资助。

* 通讯作者(yangli733@126.com)

作者简介: 张玉凤(1972—), 女, 山东冠县人, 博士, 副研究员, 主要从事植物营养和新型肥料研究。E-mail: zhyfsdu@163.com

地大白菜产量、品质及土壤硝态氮含量的影响,旨在为控释尿素在白菜上的合理应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试肥料:包膜尿素选用金正大公司生产的 34% 硫 + 树脂包膜尿素(控释期 2 个月),磷肥为过磷酸钙,钾肥为硫酸钾。

供试作物:大白菜,品种为义和早秋实 F1。

供试田间试验土壤:褐土,质地中壤,土壤有机质 13.3 g/kg,碱解氮 68.9 mg/kg,速效磷 51.6 mg/kg,速效钾 146.2 mg/kg,pH 值 7.3。

1.2 试验设计

试验共设 7 个施氮处理,所有处理的磷、钾量相同,磷钾肥一次基施;除对照不施氮肥外,其余处理的施氮量相同;习惯施肥处理复合肥基施,在播种后约 30 天和 50 天分别追施尿素总量的 30% 和 70%,速效尿素和含控释肥处理的氮肥均一次性基施;除习惯施肥外,其余处理的磷、钾肥种类也相同。具体试验设计见表 1。每个处理设 3 次重复,随机区组排列,每小区规格 4.7 m × 4.7 m。

表 1 试验设计

处理		肥料种类及施肥量 (kg/hm ²)
CK	不施氮肥	过磷酸钙(3 125),硫酸钾(82.5)
CF	习惯施肥	21-8-11 复合肥(375),磷酸二铵(750),速效尿素(750)
U	速效尿素	速效尿素(1 215),过磷酸钙(3 125),硫酸钾(82.5)
100%CU	100% 包膜尿素	包膜尿素(1 643),过磷酸钙(3 125),硫酸钾(82.5)
80%CU+20%U	80% 控释尿素+ 20% 速效尿素	包膜尿素(1 315),速效尿素(243),过磷酸钙(3 125),硫酸钾(82.5)
60%CU+40%U	60% 控释尿素+ 40%速效尿素	包膜尿素(986),速效尿素(486),过磷酸钙(3 125),硫酸钾(82.5)
40%CU+60%U	40% 控释尿素+ 60%速效尿素	包膜尿素(657),速效尿素(723),过磷酸钙(3 125),硫酸钾(82.5)

1.3 试验方法

该试验布置于山东省济南市唐王镇司家村。大白菜于 2009 年 8 月中下旬移栽,11 月中旬收获。行距为 0.6 m,株距为 0.5 m。种植密度是 2 190 株/667m²。

施肥量和方法按试验设计中进行。田间管理按当地农民习惯。收获时,每个小区取中间 3 行,统计大白菜产量,然后取部分样品测定大白菜 Vc 含量^[9]、还原糖含量^[9]、硝酸盐含量^[10]。烘干后测定大白菜中 N、P、K 含量^[11]。同时取每个小区 0~60 cm 土壤样品,每 20 cm 为一层,在每小区中间 3 行随机取 3 点,同层次的土壤混合为 1 个土样,测定不同土层样品的硝态氮含量(2 mol/L KCl 浸提,流动分析仪测定)。

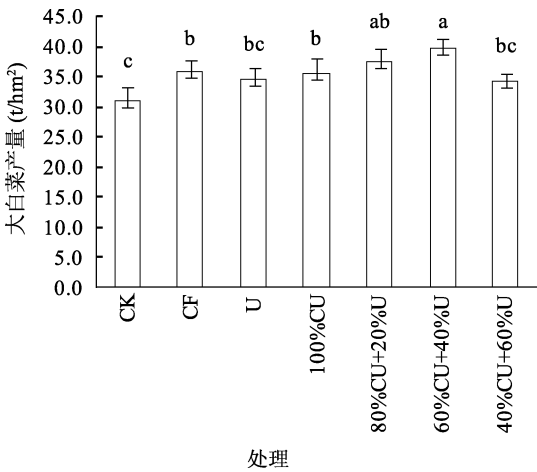
1.4 数据的统计分析

运用 DPS v 2.00 对数据进行方差分析,应用 Duncan 新复极差法对不同处理间进行多重比较,不同字母表示差异达 5% 的显著水平。

2 结果与分析

2.1 控释掺混尿素对露地大白菜产量的影响

由图 1 看出,与对照处理 CK 相比,CF、U、100%CU、80%CU+20%U、60%CU+40%U、40%CU+60%U 处理的大白菜产量分别增加 15.55%、11.34%、14.36%、20.41%、27.71%、10.45%,说明该地块中的氮素不能满足大白菜生长,需要施用一定量氮肥。



(图中不同小写字母表示处理间差异在 $P < 0.05$ 水平显著,表 2~4 中字母意义相同)

图 1 控释掺混尿素对大白菜产量的影响

与习惯施肥处理 CF 相比,80%CU+20%U、60%CU+40%U 处理的大白菜产量分别增加 4.21%、10.53%;U、100%CU、40%CU+60%U 处理的大白菜产量分别降低 3.64%、1.03%、4.41%。统计分析表明,只有 60%CU+40%U 处理与 CF 处理间差异达到 5% 显著水平,其余处理与 CF 处理间差异未达到 5% 显著水平。说明在肥料品种和施肥方式不同情况下,60%CU+40%U 掺混施用的处理养分释放比例适合

白菜生长,在减少两次追肥的情况下,依然使白菜增产。

与速效尿素处理 U 相比,100%CU、80%CU+20%U、60%CU+40%U 处理的大白菜产量分别升高 2.70%、8.15%、14.70%;40%CU+60%U 处理的大白菜产量降低 0.80%。统计分析表明,只有 60%CU+40%U 处理与速效尿素处理间差异达到 5% 显著水平,其余处理与速效尿素处理间差异未达到 5% 显著水平。说明在肥料种类和施肥方式相同情况下,包膜尿素比例达到 60% 以上时,白菜产量有增加的趋势,但是白菜产量随控释尿素掺混比例的增加而降低,在本试验条件下 60% 控释尿素与 40% 速效尿素掺混施用可以使白菜产量达到最高。

2.2 控释掺混尿素对大白菜品质的影响

由表 2 可以看出,在大白菜 Vc 含量方面:与 CK 处理相比,只有 80%CU+20%U、40%CU+60%U 处理的 Vc 含量升高,增幅分别为 2.73% 和 0.50%,但差异未达到显著水平。其余处理均显著低于对照处理。与习惯施肥处理相比,100%CU、80%CU+20%U、40%CU+60%U 处理的大白菜 Vc 含量分别增加 3.39%、13.34%、10.89%;U、60%CU+40%U 处理分别降低 6.38%、10.19%,但只有 100%CU 处理与 CF 处理间差异未达到 5% 显著水平,其余处理与 CF 处理间差异均达到 5% 显著水平。与 U 处理相比,100%CU、80%CU+20%U、40%CU+60%U 处理的大白菜 Vc 含量分别升高 10.39%、21.02%、18.40%,且差异达到显著水平,60%CU+40%U 处理的大白菜 Vc 含量降低 4.11%,但是差异未达到 5% 显著水平。

表 2 控释掺混尿素对大白菜 Vc、还原糖及硝酸盐含量的影响

处理	Vc (mg/100g)	还原糖 (g/kg)	硝酸盐 (mg/kg)
CK	14.09 a	12.39 c	315.66 c
CF	12.77 b	14.23 b	383.06 ab
U	11.96 c	13.90 b	411.75 a
100%CU	13.20 b	11.55 cd	363.33 b
80%CU+20%U	14.47 a	15.57 a	342.90 bc
60%CU+40%U	11.47 c	10.59 d	365.20 b
40%CU+60%U	14.16 a	11.40 cd	376.95 ab

在还原糖含量方面:与 CK 处理相比,CF、U、80%CU+20%U 处理的还原糖含量显著升高,增幅分别达到 14.77%、12.10% 和 22.88%,其余处理均低

于 CK,但是只有 60%CU+40%U 处理显著降低,其他两个处理差异不显著;与 CF 处理相比,80%CU+20%U 处理的大白菜还原糖含量增加 7.30%,且差异达到 5% 显著水平,其余处理均降低;与 U 处理相比,80%CU+20%U 处理升高 9.62%,其余处理均降低。

在大白菜硝酸盐含量方面:与 CK 处理相比,施氮肥处理的硝酸盐含量均升高,增幅在 8.63% ~ 30.44%;与 CF 处理相比,U 处理的大白菜硝酸盐含量升高 7.49%,其余处理均降低,降幅分别为 5.15%、10.48%、4.66%、1.60%,降幅最大的是 80%CU+20%U 处理;与 U 处理相比,100%CU、80%CU+20%U、60%CU+40%U、40%CU+60%U 处理的大白菜硝酸盐含量均降低,降幅分别为 11.76%、16.72%、11.31%、8.45%。说明由于控释肥控制了氮肥释放,所以氮肥缓慢释放到土壤中,降低了白菜对氮肥的奢侈吸收,进而降低白菜中硝酸盐含量。

2.3 控释掺混尿素对大白菜养分含量的影响

由表 3 可以看出,在 N 含量方面:CK 处理的最低,80%CU+20%U 处理的大白菜 N 含量最高,分别比 CF、U 处理高 5.79%、5.30%。在 P₂O₅ 含量方面:CK 处理大白菜的 P₂O₅ 含量最高,其余处理间无明显差异,说明施用的磷肥品种不影响大白菜对磷的吸收,控释尿素的施用也未影响大白菜对磷的吸收。在 K₂O 含量方面:80%CU+20%U 处理的大白菜 K₂O 含量最高,其次为 100%CU 处理,而 60%CU+40%U、40%CU+60%U 处理的大白菜 K₂O 含量偏低,CK、CF、U 处理间差异不显著,说明施用的钾肥品种不影响大白菜对钾的吸收。若以白菜中 P₂O₅ 含量为 1,计算出白菜中 N:P₂O₅:K₂O,从 N:P₂O₅:K₂O 看出,80%CU+20%U 处理的大白菜中 N 和 K₂O 的比例均最高,说明 80% 控释尿素和 20% 速效尿素掺混施用能促进大白菜对氮和钾的吸收。

表 3 控释掺混尿素对大白菜养分含量的影响

处理	大白菜中养分含量(g/kg)			N:P ₂ O ₅ :K ₂ O
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
CK	40.18 b	32.05 a	43.95 ab	1.26:1:1.37
CF	43.19 ab	28.62 ab	41.78 bc	1.51:1:1.46
U	43.40 ab	30.18 ab	43.67 ab	1.44:1:1.45
100%CU	42.17 ab	30.75 ab	45.17 ab	1.37:1:1.47
80%CU+20%U	45.70 a	28.09 b	45.91 a	1.63:1:1.63
60%CU+40%U	42.69 ab	27.88 b	38.75 c	1.53:1:1.39
40%CU+60%U	43.20 ab	28.74 ab	40.22 c	1.51:1:1.40

2.4 控释掺混尿素对大白菜土壤硝态氮含量的影响

从表 4 看出,同一处理不同土层间相比,所有处理 0~20 cm 土层内硝态氮含量均低于 20~40 cm 土层内,相差幅度在 9%~66%;20~40 cm 土层内与 40~60 cm 土层内硝态氮含量接近,差异在 1%~14% 内,说明在本试验测定的土层范围内,大白菜收获后,硝态氮淋移到 20 cm 土层以下。

同一土层,不同处理间相比,0~20 cm 土层内,所有施氮肥处理的硝态氮含量均显著高于 CK 处理,主要原因是 CK 处理未施氮肥,作物主要依靠土壤中原始氮肥,所以收获后,土壤中硝态氮含量显著低于施肥处理;与 CF 处理相比,U 和 40%CU+60%U 处理的硝态氮含量高于 CF 处理,其余含控释肥的处理均低于 CF 处理,降幅在 0.47%~28.15% 之间。说明控释肥掺混比例≤40% 时,氮肥一次基施的氮素流失风险大于基施加追施,只有当控释肥掺混比例增加到 60% 时,氮肥一次基施的氮素流失风险低于基施加追施;与 U 处理相比,含控释肥处理的硝态氮含量均降低,降幅在 2.43%~39.13%,说明在氮肥一次基施条件下,控释氮肥掺混比例≥40% 时,降低氮素潜在的淋洗损失风险,减轻环境污染。20~40 cm、40~60 cm 土层内的规律同 0~20 cm。

表 4 控释掺混尿素对不同土层硝态氮含量的影响(mg/kg)

处理	0~20 cm	20~40 cm	40~60 cm
CK	14.21 e	15.51 d	17.74 c
CF	23.34 b	32.88 ab	34.92 a
U	27.55 a	36.59 a	37.52 a
100%CU	23.23 b	26.55 c	25.90 b
80%CU+20%U	21.71 c	28.13 bc	29.08 b
60%CU+40%U	16.77 d	27.89 bc	28.71 b
40%CU+60%U	26.88 a	36.56 a	35.95 a

3 结论

综合本试验结果可以看出,相对于速效肥料,控释肥掺混比例在 60%~100% 时,克服了前期养分供应过量、后期供应不足的缺点,促进了白菜对养分的吸收利用,提高了白菜产量和氮钾的吸收,降低了因与作物吸收不一致而导致的氮素流失。

参考文献:

[1] 李晓林,张福锁,米国华.平衡施肥与可持续优质蔬菜生产[M].北京:中国农业大学出版社,2000:42

[2] 邵蕾,张民,王丽霞.不同控释肥类型及施肥方式对肥料利用率和氮素平衡的影响[J].水土保持学报,2006,20(6):115-119

[3] 何绪生,李素霞,李旭辉,吕殿青.控效肥料的研究进展[J].植物营养与肥料学报,1998,4(2):97-106

[4] 王小利,周建斌,郑险峰,李生秀.控释氮肥养分控释效果及合理施用研究[J].植物营养与肥料学报,2003,9(4):390-395

[5] 刘宁,孙振涛,韩晓日,战秀梅,杨劲峰.缓/控释肥料的研究进展及存在问题[J].土壤通报,2010,41(4):1005-1009

[6] 肖强,张夫道,王玉军,张建锋,张树清.纳米材料胶结包膜型缓/控释肥料的特性及对作物氮素利用率与氮素损失的影响[J].植物营养与肥料学报,2008,14(4):779-785

[7] 董元杰,万勇善,张民,刘凤珍.控释掺混肥对花生生育期间剖面土壤铵态氮和硝态氮含量变化的影响[J].华北农学报,2008,23(6):203-207

[8] 齐建建,刘世琦,张自坤,尉辉,段吉锋,陈昆,张民.控释掺混肥对大蒜鳞茎产量、品质和氮素利用率的影响[J].中国蔬菜,2009(8):42-47

[9] 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,2000:443-472

[10] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:123-124

[11] 中国科学院南京土壤研究所[M].土壤理化分析.上海:上海科技出版社,1978:362-375