

包膜尿素对油菜产量和品质及氮素吸收的影响

张鹏飞^{1,2}, 张爱国¹, 肖强², 杨俊刚², 倪小会², 曹兵²

(1. 山西师范大学, 山西 临汾 041000; 2. 北京市农林科学院 植物营养与资源研究所, 北京 100097)

摘要:采用盆栽试验研究了包膜尿素对油菜产量、品质及养分吸收的影响。结果表明:施氮显著($P<0.05$)提高了油菜产量,产量增幅在 96.8%~100.5%,常规施氮和施用包膜尿素(全部或部分与尿素掺混)的油菜产量没有差异。与常规施氮相比,全部和部分掺混包膜尿素处理的油菜硝酸盐含量分别降低 18.9%和 6.3%,维生素 C 含量分别提高 33.3%和 2.23%。包膜尿素全部或部分与尿素掺混增加了油菜对氮素的吸收,其中包膜尿素与尿素掺混处理的氮素利用率比常规施氮提高 58.9%,施用包膜尿素降低了土壤硝态氮含量,减少了硝态氮残留风险。

关键词:包膜尿素;油菜;硝酸盐含量;无机氮

中图分类号:S 634.306. +2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)15-0158-03

长期以来,许多研究者利用常规肥料对蔬菜合理施肥进行了大量研究,并提出多种高产蔬菜施肥模式,但由于常规肥料水溶性高,养分释放快,养分供应通常与作物需肥规律不相吻合,存在着肥料养分损失大、利用率低,施肥环节多等问题。近年来研究开发的缓/控释肥料能有效地延缓或控制肥料养分释放,降低养分损失,进而提高了肥料养分利用率^[1-6]。目前我国缓控释肥料的应用主要集中在玉米、水稻等大田作物上,在蔬菜上的应用研究尚少,前人关于控释肥研究等相关文章虽已屡见不鲜,但控释肥与其它有机、无机肥料配合施用等相关研究相对较少。鉴于此,现对包膜控释肥料与普通速效化肥配合施用对油菜产量、品质及氮素吸收利用的影响进行研究,以期合理高效施用控释肥料提供技术依据,同时也为制造适合作物生长发育的专用控释肥料提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用油菜品种为京域绿冠 F₁,属杂交种。供试土壤类型为潮褐土,取自房山农科所农业示范基地。土壤基本理化性质为:有机质 18.55 g/kg,全氮 2.18 g/kg,速效磷 23.13 mg/kg,速效钾 117.5 mg/kg, pH 7.88。

第一作者简介:张鹏飞(1985-),男,硕士,现主要从事控释肥料在蔬菜的上应用及水肥耦合效应研究工作。

责任作者:曹兵(1970-),男,博士,副研究员,研究方向为新型肥料与植物营养。

基金项目:北京市科技新星计划 B 类资助项目(2008B38, 2010B028);北京市农林科学院科技创新能力建设专项资金资助项目;北京市缓控释肥料工程技术研究中心阶梯计划资助项目(Z11110505311092)。

收稿日期:2012-05-23

1.2 试验方法

试验在北京市农林科学院营资所温室内进行,油菜于 2011 年 5 月 17 日播种,7 月 5 日收获,生长期为 49 d。试验共设 4 个处理,4 次重复,处理 1:对照(CK),不施氮肥;处理 2:施用包膜尿素 6.96 g;处理 3:尿素加包膜尿素处理(N+CN),施入 2.09 g 小颗粒尿素+4.88 g 包膜尿素;处理 4:尿素处理(N),施用小颗粒尿素 6.52 g。该试验用高 16 cm、容积为 1 600 cm³的塑料桶作为培养器皿,供试土壤风干后过 3 mm 筛。每桶装土 15 kg,1 kg 土 N:P:K 为 0.2:0.1:0.2,3 个施氮处理的氮肥用量相同。N 处理氮肥施入方式为底施 1/3,其余 2/3 分 2 次追肥,CN 和 CN+N 处理的氮肥、磷、钾肥全部底施。油菜播种后第 3 天出苗,第 10 天间苗,每盆定苗 6 株,等量浇水管理。

1.3 项目测定

油菜产量:采下的植株立即装入封口袋密封,带回实验室后用自来水冲去表面泥土,迅速用吸水纸吸干,以盆为单位称量计产。油菜鲜样硝酸盐、维生素 C 含量:采用紫外分光光度计法和 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定。养分含量:将植株样品烘干、粉碎过 1 mm 筛后,用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮,采用凯氏定氮仪法测定植株全氮含量。土壤无机氮:用 0.01 mol/L 的 NaCl 溶液浸提,利用分光光度计和连续流动分析仪测定土壤无机氮含量。

1.4 数据分析

氮肥利用率=(施肥处理作物吸氮量-空白处理作物吸氮量)/氮肥施用量×100%。采用 SAS 8.0 软件进行统计分析,置信水平为 95%($P<0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对油菜产量影响

由图 1 可知,3 个施氮处理的油菜产量显著高于空

白处理($P<0.05$),增产幅度在 96.8%~100.5%,说明各施肥处理的氮磷钾养分配比比较适合油菜生长,利于油菜生物量的累积。与 N 处理相比,CN 处理油菜增产 1.8%,N+CN 处理增产 1.7%,差异均不显著。说明在该试验条件下,在氮素用量处理水平相同的情况下,不同的氮肥种类和施肥方式对油菜产量影响差异不显著。原因可能是油菜生长期较短,各处理氮素供应均能满足油菜需氮规律所致。

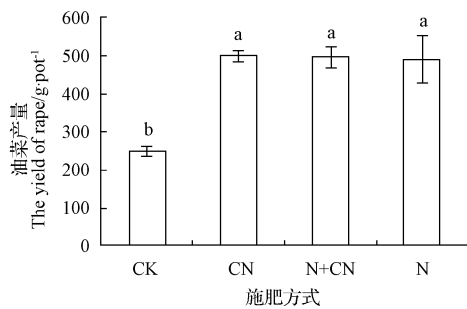


图1 不同处理油菜产量

注:图中不同小写字母表示差异达到 5%显著水平,以下同。

Fig. 1 The yield of rape of different treatments

Note: Different small letters mean significant at 5% level. The same below.

2.2 不同施肥处理对油菜硝酸盐和维生素 C 含量的影响

由表 1 可知,施氮显著增加了油菜的硝酸盐含量,这可能与供试土壤肥力水平和供氮能力较低有关,因此,施氮不仅能大幅度增产(图 1),而且也导致油菜对氮的奢侈吸收。相对来说,CN 和 N+CN 处理的油菜硝酸盐含量较 N 处理降低 18.9%和 6.3%。这说明控释肥相比速效性氮肥能更好地控制氮素供应,避免蔬菜吸收过多的硝酸盐。由表 1 还可知,施氮处理的油菜过量吸收硝酸盐导致维生素 C 含量显著低于空白处理,降幅在 67.9%~123.6%,原因可能是由于生物量的提高而导致的“稀释效应”,使得产量越高,油菜维生素 C 含量反而越低的现象出现,也可能是施肥影响了维生素 C 代谢过程中的相关酶如半乳糖酸内酯脱氢酶的代谢活性,但具体原因还有待进一步研究。与硝酸盐类似,CN 和 N+CN 处理的维生素 C 含量显著高于常规施氮处理(维生素 C 含量分别提高 33.3%和 2.23%)。

表 1 不同处理收获期油菜硝酸盐和维生素 C 含量

Table 1 The content of nitrate and vitamin C in rape of different treatments in the harvest

| 处理 | 硝酸盐/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ | 维生素 C/ $\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ |
|------|---------------------------------------|---|
| CK | 566c | 28.0a |
| CN | 5201b | 16.8b |
| N+CN | 5818ab | 12.9c |
| N | 6182a | 12.6c |

综上所述,与常规施氮相比,部分或全部施用控释肥有利于降低油菜的硝酸盐含量并提高维生素 C 含量,改善蔬菜品质^[7-8]。

2.3 不同施肥处理对油菜氮素利用率的影响

由表 2 可知,施氮显著增加了油菜吸氮量。3 个施氮处理的油菜吸氮量与对照相比增幅在 100%~158.6%。N+CN 处理氮素利用率最高,达到 47.2%,较 CN 处理和 N 处理分别高出 17.1 和 17.6 个百分点,差异达到显著水平。说明控释肥和速效性化肥的合理配施能有效兼顾氮肥供应的缓效和速效,其氮素供应模式更吻合油菜的氮素吸收规律。同样也说明了控释肥可以通过其缓效控释的作用来提高氮肥利用率,降低氮肥损失对环境造成的风险^[9-11]。

表 2 不同处理氮素利用率

Table 2 The nitrogen use efficiency of different treatments

| 处理 | 作物吸氮量/g | 氮素利用率/% |
|------|---------|---------|
| CK | 0.99c | — |
| CN | 2.16b | 30.2b |
| N+CN | 2.56a | 47.2a |
| N | 1.98b | 29.7b |

2.4 不同施肥处理对土壤无机氮的影响

由表 3 可知,施肥显著增加了土壤硝态氮含量,前期(播种后 14 d)各处理土壤硝态氮含量较收获期高出 38~283 个百分点。除 N 处理外,前期土壤铵硝比(铵态氮与硝态氮之比)均显著低于收获期。前期土壤铵硝比 CN 处理最高为 1:3.6,原因可能与控释肥对氮素的缓释作用较强,而油菜在此阶段生长缓慢,氮素需求量较低有关。油菜收获期施用控释肥的 2 个处理土壤硝态氮含量相比常规施氮均有较大幅度下降,相比 N 处理分别降低了 300.9%和 75.8%,这说明控释肥能显著控制氮素的流失,降低土壤中硝态氮的残留。而收获期土壤铵硝比 CN 与 N+CN 较前期分别增加了 4.4 和 2.5 倍,铵硝比越大,说明油菜此时所含的硝酸盐含量就越低,而维生素 C 含量则相反,因此,土壤铵硝比同样验证了控释肥能显著提高油菜的品质。

表 3 不同处理土壤硝态氮和铵态氮含量

Table 3 The content of soil nitrate and ammonium of different treatments

| 处理 | 硝态氮/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ | | 铵态氮/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ | |
|------|---------------------------------------|--------|---------------------------------------|--------|
| | 前期(播种后 14 d) | 收获期 | 前期(播种后 14 d) | 收获期 |
| CK | 7.50c | 2.33d | 0.93c | 0.77c |
| CN | 42.11b | 11.00c | 11.58a | 13.31a |
| N+CN | 61.24a | 25.09b | 5.96b | 6.05b |
| N | 60.75a | 44.11a | 6.59b | 2.79c |

由表 3 还可知,施肥显著提高了土壤铵态氮含量。前期(播种后 14 d)土壤铵态氮含量大小顺序是 CN>N>N+CN>CK,CN 处理显著高于 N+CN,N 处理,N+CN 和 N 处理相比差异不显著。收获期土壤铵态氮含量 CN 和 N+CN 处理较 N 处理分别高出 375 和 117 个百分点。说明控释肥能有效控制土壤无机氮的形态变化,增加硝铵比,改善油菜品质并降低土壤残留硝态氮含量。

3 结论与讨论

该研究结果表明,施氮能明显促进油菜的生长,具体

表现在油菜产量显著提高。相比常规施氮,控释肥能显著降低油菜硝酸盐含量,提高维生素 C 含量,对蔬菜品质起到了明显的改善作用。同时,施用控释肥显著降低了土壤中硝态氮残留,增加土壤中铵硝比和氮素吸收。

综上所述,包膜尿素和包膜尿素与尿素配合施用能在保证油菜产量的前提下改善油菜品质、降低土壤硝态氮残留、提高氮肥利用率。

控释肥单独或与速效性氮肥掺混一次性施用与常规分次施氮相比未降低油菜产量。说明控释肥的供氮模式能满足油菜全生育期的氮素吸收,具有减少施肥次数和简化施肥操作的优势。同时,施用控释肥能显著降低油菜硝酸盐含量,并提高维生素 C 含量,避免蔬菜吸收过多硝酸盐,最终达到提高油菜品质的目的,这与其他人的研究结果相似^[4,12-13]。

N 素是影响蔬菜体内 NO_3^- -N 累积的主要来源因子, NO_3^- -N 含量随施 N 量增加而增加。控释肥能显著降低土壤硝态氮残留,较单施尿素相比,前期降低硝态氮残留 44.3%,后期降低硝态氮残留 300.9%。这说明控释肥较速效性氮肥不仅能改善供氮模式,而且有效控制氮素形态转化,改善品质并降低土壤硝态氮残留,减少对地下水污染的风险。这与张玉树等^[12]、杨俊刚等^[13]研究结果相似。张玉树等^[12]对花生的田间试验结果表明控释肥的氮当季利用率比普通肥料一次性施用提高 3.9%~15.1%。杨俊刚等^[13]认为,在控释肥处理氮肥用量减半且一次性施肥的情况下,与习惯施肥处理和习惯减量施肥处理相比,其氮肥利用率高达 96%,远远高于习惯施肥处理。而该试验中,控释肥与普通尿素混施较单施控释肥、包膜尿素相比,氮素利用率提高了 56.6%~59.1%。因此,控释肥与普通尿素混施更有利于提高氮素的综合利于效率。

该试验中与常规施肥相比施用控释肥和控释肥与尿素掺混均能促进油菜的生长,并且能显著提高油菜品

质。而在氮素利用率方面,包膜尿素与普通氮肥配比施用优于其他施肥处理,在降低生产成本的同时显著提高了氮素的综合利用效率。在以后的研究中,需进一步研究肥料的养分供应与作物需求匹配性。

参考文献

- [1] 于经元,白书培,康仕芳,等.缓释肥料概况(上)[J].化肥工业,1999,26(5):15-19.
- [2] 古慧娟,石元亮,于阁杰,等.我国缓/控释肥料的应用效应研究进展[J].土壤通报,2011,42(1):221-224.
- [3] 任祖淦,唐福钦.缓效氮肥的增产效应研究[J].土壤通报,1997,28(1):22-24.
- [4] 段路路,张民,刘刚,等.包膜尿素氮素释放机理及其对油菜生长效应研究[J].水土保持学报,2009,23(1):74-78.
- [5] 唐桂虎,杨少海,陈建生,等.水稻一次性施用控释肥料增产机理探讨[J].中国农业科学,2006,39(12):2511-2520.
- [6] 王小波,王艳,张渊,等.4种不同材料包膜尿素对油菜的生长效应[J].中国生态农业学报,2007,15(6):74-76.
- [7] Ombodi A, Saigusa M. Effects of a band application of polyolefin-coated diammonium phosphate on the nutritional quality of rhubarb and Swiss chard [J]. International Journal of Horticultural Science, 2000(6):39-42.
- [8] Take be M, Sato N, Ishii K, et al. Effect of slow-releasing nitrogen fertilizers on the content of oxalic acid, ascorbic acid, sugars and nitrate in spinach (*Spinacia oleracea* L.) [J]. Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 1996(67):147-154 (in Japanese).
- [9] 陈贤友,吴良欢,韩科峰,等.包膜尿素和普通尿素不同掺混比例对水稻产量与氮肥利用率的影响[J].植物营养与肥料学报,2010,16(4):918-923.
- [10] 李敏,叶舒娅,刘枫,等.包膜控释尿素和普通尿素配施对油菜产量和氮肥利用率的影响[J].中国农村小康科技,2010(12):58-61.
- [11] 张鑫,张海楼,娄春荣.包膜尿素对玉米产量及其性状的影响[J].农业科技与装备,2009,184(4):19-21.
- [12] 张玉树,丁洪,卢春生,等.控释肥料对花生产量、品质以及养分利用率的影响[J].植物营养与肥料学报,2007,13(4):700-706.
- [13] 杨俊刚,徐凯,佟二健,等.控释肥料与普通氮肥混施对春白菜产量、品质和氮素损失的影响[J].应用生态学报,2010,21(12):3147-3153.

Effect of Coated Urea on Rape's Yield, Quality and Nitrogen's Absorption

ZHANG Peng-fei^{1,2}, ZHANG Ai-guo¹, XIAO Qiang², YANG Jun-gang², NI Xiao-hui², CAO Bing²

(1. Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041000; 2. Institute of Plant Nutrition and Resources, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097)

Abstract: A pot experiment was conducted to study the influence of rape's yield, quality and the absorption of nutrient by coated urea. The results showed that nitrogen's application significantly ($P < 0.05$) improved the yield of rape, and the increasing was between 96.8% and 100.5%. The rape's yield didn't differ between the application of the conventional nitrogen and the coated urea (in whole or in part was mixed with urea). Compared with conventional nitrogen, the content of rape's nitrate decreased by 18.9% and 6.3% when rapes was treated by the mixture of in whole or in part urea, the content of Vitamin C was increased by 33.3% and 2.23%. The coated urea was mixed in whole or in part with urea increased the absorption of rape on nitrogen. Among of it, the utilization rate of nitrogen increased by 58.9% when it was treated by the mixture of coated urea and urea than conventional nitrogen fertilizer, the application of coated urea reduced the content of soil's nitrate and the risk of nitrate's leaching.

Key words: coated urea; rape; nitrate content; inorganic nitrogen