

包膜尿素对油菜产量、品质及氮肥利用率的影响

王 激 清, 贾 淑 芬

(河北北方学院 农林科技学院, 河北 张家口 075000)

摘 要:以油菜为试材,采用温室土培盆栽试验结合常规测试的方法,研究了不施氮、施用尿素和包膜尿素对油菜产量、品质及氮肥利用率的影响。结果表明:随着施氮肥量的增加,油菜产量呈显著增加趋势,和施用尿素相比,施用包膜尿素处理可显著提高油菜产量,并可以减少油菜的根冠比;相比尿素,施用包膜尿素显著降低了油菜硝酸盐含量,并可增加油菜的维生素 C、可溶性蛋白质和可溶性糖含量;施包膜尿素较尿素还可提高油菜的氮肥偏生产力、氮肥农学效率和氮肥回收利用率,有效减少氮素损失。综上所述,包膜肥料可实现油菜节肥增产、改善品质、提高氮肥利用率的目的,有很好的推广应用前景。

关键词:包膜尿素;油菜;产量;品质;氮肥利用率

中图分类号:S 643.306⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)06-0159-04

随着人类生活质量的提高和对自身健康意识的加强,人类对生态环境的保护越来越重视,然而令人担忧的是,由于不合理、过量施用等引起的肥料使用问题一

第一作者简介:王激清(1972-),男,博士,教授,现主要从事养分高效利用等研究工作。E-mail:wjq-72@126.com.

基金项目:农业部优势农产品重大技术推广项目子课题资助项目(54-01);河北省科学技术研究与发展计划资助项目(14227001D-1);河北北方学院优秀学术创新团队资助项目(CXTD1307)。

收稿日期:2015-12-14

直存在,由此导致了农产品品质差、肥料利用率低,生态环境不断恶化。因此如何提高肥料利用率,对于世界和我国农业生产、食品安全以及社会发展等方面均具有极其重要的意义^[1-2]。长期研究发现,肥料利用低的主要原因是由于常规肥料养分释放快,养分供应通常与作物需肥规律不适应,事实上农作物对养分的吸收速度,在其整个生长期中基本呈“S”形,即开始缓慢随后加快,以后逐渐变慢,如果某种肥料能够按照作物的这种需肥规律供给养分,释放出的养分则很快就会被作物吸收,这

Distribution Characteristics of Organic Phosphorus Components in Soil Profile of Apple-pear Orchard in Hunchun City

WANG Feifei¹, XIE Xiuhong², DOU Wentao¹, CHENG Jing¹, LIANG Yunjiang¹

(1. College of Agriculture, Yanbian University, Yanji, Jilin 133002; 2. College of Landscape Architecture, Changchun University, Changchun, Jilin 130022)

Abstract: Aiming at soil in apple-pear orchard of Hunchun city of Korean Autonomous Prefecture of Yanbian of Jilin Province, mined soil profile in apple-pear orchard, collected soil samples from different soil genetic horizon according to soil properties, determined organic phosphorus fractions with improved Bowman-Cole method. The results showed that organic phosphorus content of wasteland was higher than that in apple-pear orchard within same soil horizon. The content of different organic phosphorus fractions showed a downward trend along with increasing depth of soil horizon in apple-pear orchard and wasteland. Labile organic phosphorus was more easily absorbed by plants among organic phosphorus fractions. The proportion of each organic phosphorus fractions accounting for total phosphorus was different, the common was that the percentage of moderately labile organic phosphorus accounting for total phosphorus was the highest, moderately labile organic phosphorus was the most important form of organic phosphorus in apple-pear orchard soil of Hunchun city of Korean Autonomous Prefecture of Yanbian.

Keywords: soil profile; organic phosphorus fractions; apple-pear orchard; soil horizon

样就会大大减少养分的流失,从而有利于提高肥料利用率和改善生态环境效益。

近年来研究开发的以包膜肥料为主的控缓释肥能有效地延缓或控制肥料养分释放,不仅可以改善作物的产量和品质,还有效降低养分损失,进而提高肥料养分利用率^[3-4]。该研究以冀西北张家口为研究区域,以油菜为试材,通过盆栽试验研究包膜尿素对油菜产量、品质和氮肥利用率的影响,以期合理、高效地施用包膜尿素提供技术支撑,同时也为其推广应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试油菜品种为“五月蔓”。供试土壤采自河北北方学院南校区试验基地,为灌淤土,含有机质 25.18 g/kg,碱解氮 50.23 mg/kg,速效磷 24.86 mg/kg,速效钾 208.10 mg/kg,pH 7.98。

氮肥为尿素(46% N)、包膜尿素(金正大公司生产,42% N),磷肥为过磷酸钙(12% P_2O_5),钾肥为硫酸钾(50% K_2O)。

1.2 试验方法

供试土壤装入塑料盆,直径为 30 cm,高为 42 cm,每盆装土 8.00 kg,于 2014 年 4—6 月在河北北方学院南校区园艺系温室内进行。试验设 5 个处理分别为,T1 处理:不施氮肥,对照(CK);T2 处理:在油菜播种前每盆基施尿素 3.91 g;T3 处理:在油菜播种前每盆基施尿素 7.82 g;T4 处理:在油菜播种前每盆基施包膜尿素 4.29 g;T5 处理:在油菜播种前每盆基施包膜尿素 8.58 g。各处理磷钾肥用量相同,分别为过磷酸钙每盆 15.00 g,硫酸钾每盆 2.60 g,全部作基肥与土壤混施,除化学肥料外,每盆基施腐熟牛粪 50 g。所有处理均重复 5 次,共 25 盆,随机区组排列。油菜 4 月 20 日播种,生长到苗期,每盆留生长一致的健壮苗 3 株,按时浇水和喷施农药等,以保证油菜在生长期正常生长。

1.3 项目测定

油菜于 6 月 20 日收获,将油菜沿地面剪下,分别为地上部和根部,然后分别测定鲜重。植株鲜样于 105℃ 烘箱内杀青 30 min,然后 80℃ 烘干至恒质量,磨碎,采用 $H_2SO_4-H_2O_2$ 消煮标准酸滴定法测定全氮含量,并计算分析植株地上部吸氮量和油菜的氮肥利用率,不同表征氮肥利用率参数计算方法^[2]:氮肥偏生产力=施氮区油菜产量/施氮量;氮肥农学效率=(施氮区油菜产量-无氮区油菜产量)/施氮量;氮肥回收利用率(%)=(施氮区油菜地上部吸氮量-无氮区油菜地上部吸氮量)/施氮量×100。油菜收获时测定地上部硝酸盐、维生素 C、可溶性蛋白质和可溶性糖含量,其中硝酸盐含量采用紫外分光光度法测定,维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定,可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝 G-250 法测定,可溶性糖含量采用蒽酮法测定。

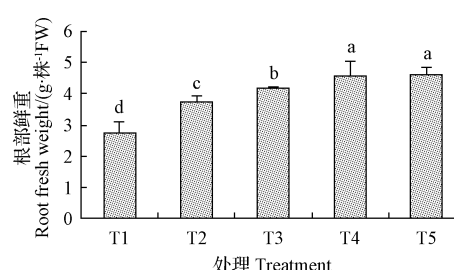
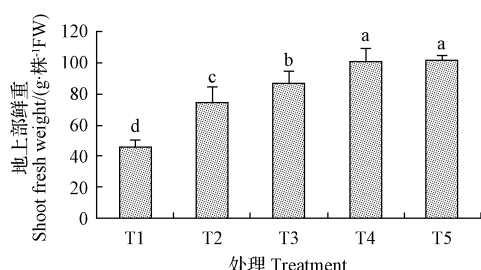
1.4 数据分析

数据均利用 Excel 软件进行处理;利用 SAS 软件进行统计检验,5%水平下 LSD 多重比较检验各处理平均值之间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对油菜鲜重的影响

氮素是作物产量形成的基础,施氮可以促进作物对氮素的吸收,从而提高产量。从图 1 可以看出,随着施氮量的增加,油菜地上部鲜重呈显著增加趋势,即油菜地上部鲜重 T1 处理为 45.38 g,与 T1 处理相比,T2、T4 处理油菜地上部鲜重分别增加了 63.13%、121.84%;T3、T5 处理油菜地上部鲜重分别增加了 90.86%、123.01%。T4、T5 处理分别较相同施氮量的 T2、T3 处理油菜地上部鲜重增加 35.99%和 16.85%,而 T4 和 T5 处理间不存在显著性差异,因此,包膜尿素可实现氮素的释放规律与油菜的需肥规律相吻合,达到节肥增产的目的。



注:a、b、c、d 字母表示处理间差异显著,下同。

Note: The letters of a, b, c, d following the means indicated significant difference among treatments, the same as below.

图 1 不同施肥处理对油菜鲜重的影响

Fig. 1 Effect of different treatments on fresh weight of rape

从图 1 也可以看出,随着施氮量的增加,油菜根部鲜重也呈显著增加趋势;T4、T5 处理分别较相同施氮量

的 T2、T3 处理增加 23.39%和 10.31%,同样 T4 处理的根部鲜重与 T5 处理间不存在显著性差异。

2.2 不同施肥处理对油菜根冠比的影响

植物根冠比是指植物地下部分与地上部分鲜重的比值,它的大小反映了植物地下部分与地上部分的相关性,在农业上,常通过肥水管理来调节作物的根冠比,以获得最高的产量以及良好的产品品质^[5-6]。从图 2 可以看出,与 T1 处理相比,T2、T3、T4 和 T5 处理的油菜根冠比明显变小;其中 T2 处理油菜根冠比为 0.051,T4 处理为 0.046,差异不显著;T3 处理油菜根冠比为 0.049,T5 处理为 0.045,差异也不显著,可见与尿素相比,包膜尿素对油菜地上部生长促进作用高于根部,但作用不显著。

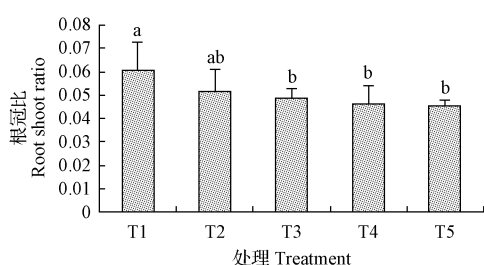


图 2 不同施肥处理对油菜根冠比的影响

Fig. 2 Effect of different treatments on root shoot ratio of rape

2.3 不同施肥处理对油菜品质的影响

硝酸盐含量高低与人体健康有十分密切的关系,当前人体摄入的硝酸盐 80%以上来源于蔬菜^[3],所以蔬菜硝酸盐污染问题已受到广泛关注,硝酸盐含量成为衡量蔬菜类作物品质的一个重要指标。从表 1 可以看出,随着施氮量的增加,油菜硝酸盐含量呈显著增加的趋势;同时 T4、T5 处理和 T2、T3 处理相比,显著降低了油菜的硝酸盐含量,降幅在 23.68%~35.96%,因此包膜尿素可有效避免高浓度氮在土壤中的积累,从而减少油菜对氮素的过度吸收,降低了油菜的硝酸盐含量。

表 1 不同施肥处理对油菜品质指标的影响

Table 1 Effect of different treatments on quality indexes of rape

处理 Treatment	硝酸盐 Nitrate /(mg · kg ⁻¹)	维生素 C Vitamin C /(mg · kg ⁻¹)	可溶性糖 Soluble sugar /%	可溶性蛋白质 Soluble protein /(mg · g ⁻¹)
T1	321.44±25.43e	308.02±20.71b	6.89±0.11b	14.97±0.86b
T2	510.13±50.43c	340.02±5.77a	7.51±0.47a	15.90±0.33a
T3	960.47±45.55a	355.76±16.04a	8.69±0.65a	16.17±0.59a
T4	389.34±25.87d	360.04±25.32a	8.74±0.73a	16.63±0.32a
T5	615.07±24.11b	359.40±16.07a	8.87±0.36a	16.65±0.53a

注:同一列中平均值标不同字母者表示差异达到 5% 显著水平,下同。

Note: In one column different letters following the means indicate significant difference at the 5% level, the same as below.

维生素 C、可溶性糖和可溶性蛋白质含量也是蔬菜品质的 3 个重要指标,它们含量的高低直接决定了蔬菜对人体健康的影响程度。从表 1 可以看出,与 T1 处理相比,T2、T3、T4、T5 处理油菜维生素 C、可溶性糖和可

溶性蛋白质含量均呈显著增加的趋势,这充分说明施用氮素可以促进油菜地上部 3 个品质指标的提高;同时 T4、T5 处理和 T2、T3 处理相比,油菜地上部维生素 C、可溶性糖和可溶性蛋白质含量略有提高,但并不显著。

2.4 不同施肥处理对油菜氮肥利用率的影响

目前有许多表征肥料利用率的参数,其中氮肥偏生产力、氮肥农学效率和氮肥回收利用率是评价农田氮肥利用率的 3 个主要指标,国内外广泛使用^[2]。氮肥偏生产力的高低决定于氮肥施用量和作物产量的高低,是土壤基础养分水平和化肥施用量的综合效应。从表 2 可以看出,随着施氮量的增加,油菜的氮肥偏生产力从 123.38~167.79 kg/kg 下降到 72.17~84.33 kg/kg,相关检验分析呈显著水平;相同施氮量下,T4、T5 处理油菜的氮肥偏生产力均高于 T2、T3 处理的,尤其是 T4 处理油菜的氮肥偏生产力显著高于其它处理。

表 2 不同施肥处理对油菜氮肥利用率的影响

Table 2 Effect of different treatments on nitrogen use efficiency of rape

处理 Treatment	氮肥偏生产力 PPFN/(kg · kg ⁻¹)	氮肥农学效率 AE _N /(kg · kg ⁻¹)	氮肥回收利用率 RE _N /%
T1	—	—	—
T2	123.38±16.91b	47.75±12.39b	41.05±9.54b
T3	72.17±6.71c	34.36±5.85b	39.19±10.38b
T4	167.79±14.69a	92.16±22.28a	58.59±5.74a
T5	84.33±2.64c	46.51±2.50b	45.90±8.31b

氮肥农学效率是指单位施氮量所增加的作物产量,是评价氮肥增产效应最为准确和直观的指标。从表 2 可以看出,随着施氮量的增加,油菜的氮肥农学效率也呈递减趋势;相同施氮量下,T4、T5 处理油菜的氮肥农学效率均高于 T2、T3 处理的,尤其是 T4 处理油菜的氮肥农学效率显著高于其它处理,达到 92.16 kg/kg。

氮肥回收利用率反映了作物对施入土壤中的肥料氮的回收效率,是目前国内外最通用的肥料利用率指标。从表 2 可以看出,随着施氮量增加,油菜氮肥回收利用率表现出和氮肥农学效率相同的递减趋势;相同施氮量下,T4、T5 处理油菜的氮肥回收利用率均高于 T2、T3 处理,尤其是 T4 处理油菜的氮肥回收利用率显著高于其它处理,达到 58.59%。

3 结论与讨论

油菜是一种需氮量较多的作物,氮素需求规律为前期少、中后期多,氮素吸收曲线为典型的“S”型,包膜尿素具有氮养分释放与油菜吸收同步的特点,成为目前研究的热点。张鹏飞等^[4]采用盆栽试验研究了包膜尿素对油菜产量影响,结果表明施氮显著提高了油菜产量,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。张玉玲等^[7]通过盆栽试验研究了 2 种包膜尿素对油菜生

长及产量的影响,结果表明 2 种包膜尿素处理的油菜株重及产量均随氮素用量的增加呈直线型增加趋势;在施氮量为 0.4 g/kg 条件下,LP30 日型包膜尿素可使油菜株重及产量显著提高,而 LP70 日型包膜尿素则使油菜株重及产量提高不明显。王小波等^[8]通过研究筛选出一种控释效果较好的包膜肥,其一次施用能满足油菜整个生育时期对养分的需求,使油菜生物产量比施用尿素提高 70.8%;段路路等^[9]和苏亚勋等^[10]的研究也表明包膜尿素的氮素释放特征更接近油菜的需肥规律,一次性施用油菜产量高于或显著高于尿素。该试验结果表明,随着施氮量的增加,油菜地上部鲜重和根鲜重均呈显著增加趋势,T4、T5 处理油菜地上部鲜重分别显著高于相同施氮量的 T2、T3 处理;与 T2、T3 处理相比,T4、T5 处理对油菜地上部生长促进作用高于根部,根冠比更低,因此,包膜尿素可实现“等量增产、减量不减产”的效果。

该试验研究不同施肥处理对油菜品质的影响表明,随着施氮量的增加,油菜硝酸盐含量呈显著增加的趋势,与 T2、T3 处理相比,T4、T5 处理可有效降低油菜的硝酸盐含量,降幅在 23.68%~35.96%,因此,包膜尿素在油菜生长前期能够减少氮素的释放,又能在油菜生长旺盛期为作物提供大量的氮素,肥料的缓释效果使肥料释放的氮转化为硝酸盐的含量减少,从而降低了油菜硝酸盐的含量^[10]。此外,包膜尿素实现了养分释放与转化的同步,不像普通尿素在土壤中快速转化为硝态氮,因此包膜尿素的转化产物中 $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ 有一定提高,致使油菜根系吸收硝态氮减少^[3]。该研究表明与 T1 处理相比,T2、T3、T4、T5 处理油菜维生素 C、可溶性糖和可溶性蛋白质含量均呈显著增加的趋势,施用包膜尿素可以增加油菜地上部维生素 C、可溶性糖和可溶性蛋白质含量,这与前人的研究结果吻合^[8,10]。

Effect of Coated Urea on Yield, Quality and Nitrogen Using Efficiency of Rape

WANG Jiqing, JIA Shufen

(College of Agriculture and Forestry, Hebei North University, Zhangjiakou, Hebei 075000)

Abstract: Taking rape as test material, the effect of different treatments with the application of zero nitrogen (N), urea and coated urea on yield, quality and N use efficiency of rape was studied by pot experiment in greenhouse, combined with normal determination. The results showed that yield of rape significantly increased with the increasement of N application rate, compared with urea, the application of coated urea significantly increased yield of rape, decreased root shoot ratio of rape. The application of coated urea could significantly decrease nitrate content of rape, and improve plant vitamin C content, soluble sugar and protein content. Compared with urea, the application of coated urea could also increase partial factor productivity from applied N (PFP_N), agronomic efficiency of applied N (AE_N) and apparent recovery efficiency of applied N (RE_N) of rape, and reduce N loss. In sum, coated urea was one kind of applied prospect fertilizer that could increase yield with less fertilizer, improve quality and increase N use efficiency of rape.

Keywords: coated urea; rape; yield; quality; nitrogen use efficiency

合理的氮用量可增加植株各器官对氮的吸收,但当氮用量超过一定的限度后,可能会影响氮素吸收的机制,抑制了植株对氮素的吸收。氮肥利用率是施氮量、作物产量和作物吸氮量的综合体现,该研究表明随着施氮量的增加,油菜的氮肥偏生产力、氮肥农学效率和氮肥回收利用率逐渐降低;相同氮用量下,施包膜尿素处理油菜的氮肥利用率均高于施用尿素处理的,尤其是 T4 处理油菜的氮肥偏生产力、氮肥农学效率和氮肥回收利用率分别达到 167.79 kg/kg、92.16 kg/kg 和 58.59%,显著高于其它处理。因此解决过量施氮,实现油菜高产与氮养分资源高效利用为提高氮肥利用率的有效途径;同时研究开发以包膜尿素为主的控缓释肥成为可有效减少氮素损失、提高油菜氮肥利用率的重要措施^[4,7-8]。

参考文献

- [1] NOSENGO N. Fertilized to death[J]. Nature, 2003, 425: 894-895.
- [2] 张福锁,王激清,张卫锋,等. 中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 915-924.
- [3] 许俊香,徐秋明,倪小会,等. 包膜尿素对甜瓜产量、氮素吸收和氮肥利用率的影响[J]. 华北农学报, 2009, 24(3): 215-218.
- [4] 张鹏飞,张爱国,肖强,等. 包膜尿素对油菜产量和品质及氮素吸收的影响[J]. 北方园艺, 2012(15): 158-160.
- [5] 赵继献,朱文秀,王华. 密度及施氮、钾量对甘蓝型杂交油菜成熟期根冠比的影响[J]. 贵州农业科学, 1998, 26(6): 23-25.
- [6] 杨鹏鸣,周修任. 不同施肥水平对南瓜根冠比和壮苗指标的影响[J]. 西南农业学报, 2010, 23(1): 115-118.
- [7] 张玉玲,虞娜,邹洪涛,等. 包膜尿素氮素溶出对油菜生长及产量的影响[J]. 土壤通报, 2011, 42(4): 931-936.
- [8] 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): 73-76.
- [9] 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): 73-78.
- [10] 苏亚勋,陈庆斌,李春光,等. 包膜尿素对油菜缓释效应的研究[J]. 天津农业科学, 2011, 17(6): 48-51.