

doi:10.7668/hbxb.2014.S1.053

包膜尿素减量施用对马铃薯产量及品质的影响

董 亮, 张玉凤, 张昌爱, 孙泽强, 王学君, 沈玉文, 郑东峰, 刘兆辉

(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实验室, 山东省肥料工程技术研究中心,
农业部黄淮海平原农业环境重点实验室, 农业部山东省耕地保育科学试验观测站, 山东 济南 250100)

摘要:通过田间试验,研究了包膜尿素减量施用对马铃薯产量及品质的影响。结果表明,与习惯施肥相比,适量减量施用包膜尿素能较好地保证马铃薯产量、叶片叶绿素含量及提高马铃薯品质。在产量方面,以 80% 硫加树脂包膜尿素增产效果最好,增产幅度为 13.14%;在马铃薯叶片叶绿素含量方面,以 100% 速效尿素及 80% 速效尿素处理效果较好,且两者差异不显著;在马铃薯品质方面,80% 硫加树脂包膜尿素处理的马铃薯淀粉含量最高,达 16.85%,处理的硝酸盐含量最低,仅为 20.89 mg/kg,明显提高了马铃薯品质。

关键词:包膜尿素;马铃薯;肥料减量化;产量;品质

中图分类号:S145.5 文献标识码:A 文章编号:1000-7091(2014)增刊-0284-04

Effects of Decreasing Coated Urea Application on Potato's Yield and Quality

DONG Liang, ZHANG Yu-feng, ZHANG Chang-ai, SUN Ze-qiang, WANG Xue-jun,
SHEN Yu-wen, ZHENG Dong-feng, LIU Zhao-hui

(Institute of Agricultural Resource and Environment, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Invention and Manufacture of New Fertilizer Ministry of Agriculture the People's Republic of China, Shandong Engineering Research Center for Fertilizers, Key Laboratory of Agro-Environment in Huang-Huai-Hai Plain, Ministry of Agriculture, Scientific Observing and Experimental Station of Arable Land Conservation(Shandong), Ministry of Agriculture, Jinan 250100, China)

Abstract: Effects of decreasing coated urea application on potato's yield and quality were studied by field experiments. The results indicated that decreasing coated urea appropriately could increase potato's yield compared with traditional fertilizer, chlorophyll content of leaves and quality. The best treatment in potato's yield was 80% peucine-sulfur coated urea (80% PSCU) and it could increased yield 13.14%. 100% AU and 80% AU were better in chlorophyll content of potato's leaves, and different between the two treatments and other coated urea treatment was not significant. 80% PSCU was the best of all treatments in potato's quality, potato's starch content was 16.85% and was the highest, potato's nitrite content was 20.89 mg/kg and was the least.

Key words: Coated urea; Potato; Fertilizer decrement; Yield; Quality

随着人们对环境保护和自身健康保护意识的增强,对安全、卫生、洁净的农产品的需求也日益增长^[1]。而目前在农业生产中,化学肥料存在施用粗放、用量不科学等现象,尤其是过量施用化肥,导致人类健康、环境污染等一系列问题出现^[2]。因此,针对目前我国土地肥力现状及作物营养需求,科研工作者们提出肥料减量化技术的概念,目的是做

到科学施肥,于适当地区在减少肥料施用量的情况下仍能做到作物不减产。但依据目前农业状况而言,在施用传统速效肥料时,减少肥料用量很可能会冒着作物减产的危险。

控释肥料是近年来国内外肥料研究的热点之一,被誉为“21 世纪发展化学肥料生产的最佳途径”^[3]。研究表明,控释肥由于其养分缓慢释放并

收稿日期:2014-10-25

基金项目:山东省科技发展计划项目(2011GGC02053);“十二五”国家科技支撑项目(2011BAD11B02);公益性行业(农业)科研专项经费项目(200903001);国家农业科技成果转化资金项目(2012GB2C600245)

作者简介:董 亮(1979-),女,山东安丘人,助理研究员,硕士,主要从事土壤培肥改良与土壤养分循环研究。

通讯作者:郑东峰(1961-),男,山东单县人,研究员,主要从事土壤培肥与作物施肥方面的工作。

与作物吸收相吻合的特点,施用控释肥料能实现作物一次性施肥,是减少肥料用量、降低施肥成本、提高肥料利用率、保证作物高产、有效降低因施肥造成的环境污染问题的新型肥料^[4]。

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)是世界上仅次于稻、麦、玉米的四大粮食作物之一,全球2006年的产量超过3.2亿t。我国2007年马铃薯的种植面积约为490.15万hm²,产量7 033.8万t,是世界上最大的马铃薯生产国^[5]。调查显示,长期以来,马铃薯种植一直停留在经验性施肥阶段,施肥量偏高,远远超过了其生长需求,导致生产成本提高、品质下降,既影响了经济效益,又因过量施用化肥而造成了浪费和环境污染^[6]。而肥料减量施用对于马铃薯生产不失为一项合理的施肥措施。

本试验以山东临沂金正大控释肥为供试肥料,在磷肥、钾肥种类及用量相同的情况下,通过田间试验研究硫加树脂包膜尿素减量施用对马铃薯产量及

品质的影响,以期为控释肥在蔬菜上的合理减量化应用提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试肥料:控释肥施用山东临沂金正大公司生产的包膜尿素(含氮量35%,硫+树脂包膜,释放期3个月);速效尿素施用大颗粒尿素,N含量46%;速效磷肥施用过磷酸钙,P₂O₅含量44%;速效钾肥施用硫酸钾,K₂O含量50%。

供试植物:马铃薯,品种早大白。

供试土壤:土壤为褐土,其基本理化性质为,pH值6.4,有机质11.2 g/kg,碱解氮35.86 mg/kg,速效磷16.88 mg/kg,速效钾171.4 mg/kg。

1.2 试验设计

试验共设8个处理,每个处理重复3次,具体试验设计内容见表1。

表1 试验设计

Tab.1 Experiment design

| 编号 Number | 处理 Treatment | 内容 Content |
|--------------|-----------------|---------------------------|
| CK | 空白 CK | 不施氮肥,磷肥为过磷酸钙,钾肥为硫酸钾。磷钾基施 |
| TF | 习惯施肥 | 按农户习惯施肥 |
| 100% AU | 100% 速效尿素 | 与习惯施肥总养分相同的速效尿素+磷钾。氮磷钾基施 |
| 100% PSCU | 100% 硫加树脂包膜尿素 | 与习惯施肥总养分相同的包膜尿素+磷钾。氮磷钾基施 |
| 80% AU | 80% 速效尿素 | 磷钾等量,速效尿素用量为全氮量的80%。氮磷钾基施 |
| 80% PSCU | 80% 硫加树脂包膜尿素 | 磷钾等量,包膜尿素用量为全氮量的80%。氮磷钾基施 |
| 60% AU | 60% 速效尿素 | 磷钾等量,速效尿素用量为全氮量的60%。氮磷钾基施 |
| 60% PSCU | 60% 硫加树脂包膜尿素 | 磷钾等量,包膜尿素用量为全氮量的60%。氮磷钾基施 |

试验位于肥城市桃源镇白楼村,马铃薯生长期为3个月,日常管理按当地农民习惯。在块茎形成期测定叶绿素含量。收获时计产,并取适量马铃薯样品,测定淀粉含量、硝酸盐含量。

1.3 测定项目及方法

叶绿素含量测定采用丙酮-乙醇浸提比色法^[7]。淀粉含量测定参考 GB/T5009.9-2008“食品中淀粉的测定”^[8]。硝酸盐含量测定采用水杨酸法^[9]。

1.4 数据分析

运用 DPS v3.01 对数据进行方差分析,应用 Duncan's 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 包膜尿素对马铃薯产量的影响

由表2可以看出,与空白相比,习惯施肥、100%速效尿素、100%硫加树脂包膜尿素、80%速效尿素、80%硫加树脂包膜尿素、60%速效尿素、60%硫加树脂包膜尿素处理的马铃薯产量分别增加8.16%,18.02%,17.46%,20.73%,22.37%,6.17%,3.08%。

说明增施氮肥能增加马铃薯产量。

表2 包膜尿素对马铃薯产量的影响

Tab.2 Effect of coated urea on potato's yield

| 处理 Treatment | 产量/(kg/hm ²) Yield |
|-----------------|-----------------------------------|
| CK | 24 747.0 ± 132e |
| TF | 26 766.0 ± 495c |
| 100% AU | 29 206.5 ± 1 230b |
| 100% PSCU | 29 067.0 ± 339b |
| 80% AU | 29 877.0 ± 892.5ab |
| 80% PSCU | 30 283.5 ± 1 482a |
| 60% AU | 26 272.5 ± 1 344cd |
| 60% PSCU | 25 509.0 ± 1 380de |

注:表中不同小写字母表示差异达5%显著水平。图1、表3同。

Note: Different small letters mean significant at 5% level. The same as Fig. 1, Tab. 3.

与习惯施肥相比,100%速效尿素、100%硫加树脂包膜尿素、80%速效尿素、80%硫加树脂包膜尿素处理的马铃薯产量分别增加9.12%,8.60%,11.62%,13.14%。60%速效尿素、60%硫加树脂包膜尿素处理的马铃薯产量分别降低1.84%,4.70%。说

明在氮肥减少用量 20% 时,马铃薯仍能保持增产,而氮肥减少用量 40% 时,则会导致产量降低。

在所有施肥处理中,以 80% 硫加树脂包膜尿素产量最高,80% 速效尿素处理的马铃薯产量也与之差异不显著,说明用氮量为习惯施肥的 80% 处理的肥料处理效果较好,可能是因此水平下的氮磷钾配比更为合适,满足马铃薯生长需要。

2.2 包膜尿素对马铃薯叶片叶绿素含量的影响

在马铃薯块茎形成期,叶绿素的含量直接影响其品质及产量的形成,因此,研究马铃薯叶绿素含量对完善肥料效应具有一定的理论和实践意义^[10]。由图 1 可以看出,在马铃薯叶绿素含量方面(以鲜质量计),与空白相比,所有施肥处理均增加了马铃薯叶绿素含量($F=1.081^{**}$),习惯施肥、100% 速效尿素、100% 硫加树脂包膜尿素、80% 速效尿素、80% 硫加树脂包膜尿素、60% 速效尿素、60% 硫加树脂包膜尿素处理的叶绿素含量分别增加 3.54%、9.25%、4.98%、6.23%、6.13%、3.74%、2.19%。其中,以 100% 速效尿素处理的叶绿素含量最高。除去空白与习惯施肥处理,其余处理的叶绿素含量大小顺序为:100% 速效尿素 > 80% 速效尿素 > 80% 硫加树脂包膜尿素 > 100% 硫加树脂包膜尿素 > 60% 速效尿素 > 60% 硫加树脂包膜尿素,差异不显著。与习惯施肥相比,只有 60% 硫加树脂包膜尿素处理的叶绿素含量降低,降幅为 1.30%。原因可能是氮肥用量影响叶绿素形成,随着施氮量降低,叶绿素含量降低^[11]。

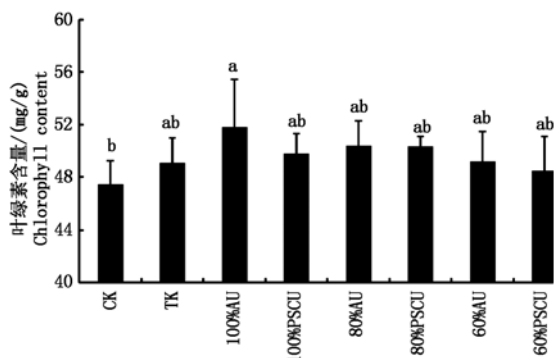


图 1 包膜尿素对马铃薯叶片叶绿素含量的影响

Fig. 1 Effect of coated urea on chlorophyll content of potato's leaves

2.3 包膜尿素对马铃薯品质的影响

由表 3 可以看出,在马铃薯淀粉含量方面,与空白相比,习惯施肥、100% 速效尿素、100% 硫加树脂包膜尿素、80% 速效尿素、80% 硫加树脂包膜尿素、60% 速效尿素、60% 硫加树脂包膜尿素处理的马铃薯淀粉含量分别增加 2.11、0.72、2.22、1.31、3.29、0.07、0.05 个百分点,说明,与不施氮肥的空白处理

相比,增施氮肥能提高马铃薯淀粉合成,由此增加其淀粉含量。其中,以 80% 硫加树脂包膜尿素处理的淀粉含量最高,达 16.85%。与习惯施肥相比,100% 硫加树脂包膜尿素、80% 硫加树脂包膜尿素处理的淀粉含量分别增加 0.11、1.18 个百分点,其余施肥处理的淀粉含量与习惯施肥相比都有所降低。原因可能是适量的控制氮肥释放及适量减少氮肥用量能促进马铃薯体内淀粉合成,以减少氮肥用量 20% 为宜。

表 3 包膜尿素对马铃薯品质的影响

Tab. 3 Effect of coated urea on potato quality

| 处理 Treatment | 淀粉含量/% Content of starch | 硝酸盐含量/(mg/kg) Content of nitrite |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| CK | 13.56 ± 1.06d | 35.26 ± 0.57bc |
| TF | 15.67 ± 0.40ab | 49.63 ± 0.61a |
| 100% AU | 14.28 ± 0.41cd | 36.28 ± 0.37b |
| 100% PSCU | 15.78 ± 0.51ab | 33.84 ± 0.28c |
| 80% AU | 14.87 ± 0.78bc | 29.36 ± 0.92d |
| 80% PSCU | 16.85 ± 1.13a | 20.89 ± 1.53e |
| 60% AU | 13.63 ± 0.48cd | 28.45 ± 0.74d |
| 60% PSCU | 13.61 ± 0.83cd | 27.71 ± 0.71d |

在马铃薯硝酸盐含量方面,与空白相比,习惯施肥、100% 速效尿素处理的马铃薯硝酸盐含量增加 40.75%、2.89%,说明速效尿素的不合理过量施用会造成马铃薯硝酸盐的累积。100% 硫加树脂包膜尿素、80% 速效尿素、80% 硫加树脂包膜尿素、60% 速效尿素、60% 硫加树脂包膜尿素处理的马铃薯硝酸盐含量分别降低 4.03%、16.73%、40.75%、19.31%、21.41%。与习惯施肥相比,其余所有施肥处理的马铃薯硝酸盐含量均呈现降低的趋势,说明控释氮肥的释放及减少氮肥用量均能降低马铃薯硝酸盐含量。且在所有处理中,以 80% 硫加树脂包膜尿素处理的马铃薯硝酸盐含量最低,且与其他处理之间的差异达到显著水平($F=20.15^{**}$)。

3 讨论与结论

目前,缓控释肥在水稻^[12]、小麦^[13]、玉米^[14]等作物上都表现出了明显的增产、提质作用。而对控释肥用量的研究还比较少。聂军等^[15]通过田间试验研究了控释肥不同用量对水稻氮素利用及产量的影响,发现在试验设计的氮素范围内,稻谷产量随控释肥用量的增加而增加。朱红英等^[16]研究了不同用量控释肥对玉米生物效应的影响,结果发现,当控释肥施用量是普通肥量的 2/3 或 1/2 时,玉米经济效益明显提高。本研究结果表明,包膜尿素处理均能增加马铃薯产量,其中以 80% 硫加树脂包膜尿素的增产效果最好,与农民习惯施肥相比,增幅可达 13.14%。

缓控释肥在马铃薯叶绿素含量方面的研究几乎

未见。在速效肥料条件下,在低施肥量范围内,叶绿素含量随着施用量的增加而呈递增趋势,之后随着施肥量的增加,叶绿素含量开始下降^[17]。本试验结果表明,与不施肥相比,所有施肥均能增加马铃薯叶片叶绿素含量,100%速效尿素处理及80%速效尿素处理的马铃薯叶绿素含量较高,其次为80%硫加树脂包膜处理。且所有控释肥处理与速效肥处理之间差异也不显著。

缓控释肥在提高作物品质方面前人做过不少研究^[18-21]。马铃薯淀粉含量是衡量马铃薯品质的一个重要指标。关于控释肥对马铃薯淀粉含量的影响研究几乎未见报道,田国政等^[22]研究了不同速效肥料施肥水平对马铃薯淀粉含量的影响,发现马铃薯淀粉含量随施肥量的增加出现先升后降的趋势,即过量施肥不仅不能增加马铃薯淀粉含量,反而会影响淀粉的合成,降低马铃薯品质。本试验结果表明,包膜氮肥用量减少20%仍能增加马铃薯淀粉含量,更低的氮肥用量则会导致淀粉含量降低。蔬菜食用部分硝酸盐含量是蔬菜卫生品质的一个限制指标,如何降低硝酸盐在蔬菜中的累积一直受到人们的关注^[23]。研究发现,施用控释肥能显著降低小白菜等叶菜类蔬菜的硝酸盐含量16.5%~18.0%^[24]。本田间试验结果表明,控释及减量氮肥用量均能降低马铃薯体内硝酸盐含量。原因可能是,一方面控释肥中的氮素释放缓慢,不会导致马铃薯对氮素的快速大量吸收,从而减少硝酸盐的积累量;另一方面,控释肥对氮素的控释效果使得马铃薯对氮素更充分得加以利用,体内的硝酸盐被不断同化,从而降低其生物积累量。

因此,由本田间试验可以得出如下结论:

适量减少包膜尿素用量能较好地保证马铃薯产量,与习惯施肥相比,100%硫加树脂包膜尿素与80%硫加树脂包膜尿素处理的马铃薯产量较高。以80%硫加树脂包膜尿素增产效果最好。

在马铃薯叶片叶绿素含量方面,以100%速效尿素和80%速效尿素处理的马铃薯叶绿素含量较高,其次为80%硫加树脂包膜处理。

在马铃薯品质方面,包膜尿素减量化能提高马铃薯品质,其中,以80%硫加树脂包膜尿素在提高马铃薯淀粉含量、降低马铃薯硝酸盐含量方面效果最好。

所以,在马铃薯控释肥施用中,以80%硫加树脂包膜尿素,即减量20%包膜尿素处理的马铃薯产量、品质最佳,有必要再进行多点、大面积试验,以尽快完善及推广包膜尿素在马铃薯生产中的科学应用。

参考文献:

- [1] 乔红霞,汪差德,朱爱凤,等. 化学肥料减量及有机肥施用对大葱产量和品质的影响[J]. 上海农业学报, 2005, 21(2): 49-52.
- [2] 林葆. 化肥与无公害农业[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 13-19.
- [3] 何绪生,李素霞,李旭辉,等. 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,等. 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] 万连步,杨力,张民. 作物营养与施肥丛书-蔬菜卷[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2004.
- [6] 陈永兴. 氮磷钾配施对马铃薯产量和效益的影响[J]. 中国马铃薯, 2008, 22(4): 213-215.
- [7] 张宪政. 植物生理学实验指导[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1989: 75-79.
- [8] 卫生部政策法规司. 中华人民共和国食品安全国家标准汇编-下[M]. 北京: 中国质检出版社, 中国标准出版社, 2011.
- [9] 赵世杰,刘华山,董新纯. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1998: 467-472.
- [10] 弓建国,徐松鹤. 氮磷钾有机肥对马铃薯叶绿素含量的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(23): 10940-10942.
- [11] 王娟,韩登武,任岗,等. SPAD值与棉花叶绿素和含氮量关系的研究[J]. 新疆农业科学, 2006, 43(3): 167-170.
- [12] 李方敏,樊小林,陈文东. 控释肥对水稻产量和氮肥利用效率的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(4): 494-500.
- [13] 杨雯玉,贺明荣,王远军,等. 控释尿素与普通尿素配施对冬小麦氮肥利用率的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(5): 627-633.
- [14] 王宜伦,韩燕来,苗玉红,等. 砂薄地夏玉米施用包膜氮肥效果研究[J]. 河南农业大学学报, 2005, 39(3): 349-351.
- [15] 聂军,郑圣先. 控释肥料不同用量水平对水稻氮素利用和产量的影响[J]. 湖南农业科学, 2001(6): 37-39.
- [16] 朱红英,董树亭,胡昌浩,等. 不同控释肥用量对玉米生产效应的影响[J]. 玉米科学, 2007, 15(2): 114-116.
- [17] 石小红,田丰,张永成,等. 不同施肥量和密度对马铃薯叶片叶绿素含量的影响[J]. 青海大学学报: 自然科学版, 2009, 27(6): 56-60.
- [18] 方勇,马军伟,朱森林. 施用专用控释肥料对西瓜生长和产量品质的影响[J]. 中国农学通报, 2004, 20(6): 192-195.
- [19] 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.
- [20] 徐培智,陈建生,张发宝,等. 蔬菜控释肥的产量和品质效应研究[J]. 广东农业科学, 2003(1): 28-30.
- [21] 唐拴虎,张发宝,黄旭,等. 缓/控释肥料对辣椒生长及养分利用率的影响[J]. 应用生态学报, 2008, 19(5): 986-991.
- [22] 田国政,艾训儒,易永梅,等. 不同施肥水平对马铃薯品质的影响[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(7): 1599-1601.
- [23] 刘永刚,陈利军,武志杰. 蔬菜中硝酸盐的积累机制及其调控措施[J]. 土壤通报, 2006, 37(3): 612-616.
- [24] 陈建生,唐拴虎,徐培智,等. 控释肥料氮素释放规律及其对叶菜类蔬菜生长的影响[J]. 中国农学通报, 2004, 20(3): 135-137.