

李钟平,成艳红,孙永明,等. 稻草覆盖条件下冬马铃薯控释氮肥肥效研究[J]. 江苏农业科学,2014,42(9):75-77.

# 稻草覆盖条件下冬马铃薯控释氮肥肥效研究

李钟平<sup>1</sup>, 成艳红<sup>1</sup>, 孙永明<sup>1</sup>, 黄 齐<sup>2</sup>

(1. 江西省红壤研究所,江西南昌 331717; 2. 江西省山江湖开发治理委员会办公室,江西南昌 330046)

**摘要:**通过田间小区试验,研究不同控释氮肥用量对马铃薯产量、叶绿素含量、氮素利用率的影响。结果表明,与传统施肥处理相比,20%、40%、60%比例的缓释肥用量均提高了马铃薯产量,其中20%比例缓释肥处理产量最高;马铃薯氮肥偏生产力、生理利用率、农学利用率、表观利用率均表现出20%比例缓释肥处理显著高于其他施肥处理;在马铃薯成熟期,缓释肥施用比例越大,马铃薯叶绿素含量越高;由缓释氮肥比例与马铃薯产量的二次拟合曲线得出,稻草覆盖条件下冬马铃薯缓释氮肥的最佳比例为37.29%。

**关键词:**稻草;覆盖;冬马铃薯;缓释肥;肥效;轻型栽培技术

**中图分类号:** S14-33 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)09-0075-03

马铃薯免耕稻草覆盖栽培具有省工、省力、节本增效的优点,增产增值优势比较明显<sup>[1]</sup>,且节水保墒,防寒保温,已被许多地区列入农业结构调整、增加农民收入的重要内容,成为主要冬闲田利用模式<sup>[2-3]</sup>。马铃薯高产、喜肥,在不同生育时期的需肥量具有一定规律<sup>[4-5]</sup>。稻草覆盖严重制约了冬种马铃薯的水肥管理,因此在生产上存在养分元素失衡、施肥量难以把握、前期脱肥、后期徒长等问题,影响马铃薯的单产水平。

控释肥具有肥效长、养分利用率高、环境污染小、使用方便等特点,广泛适用于各类土壤及农作物。研究表明,控释肥能促进作物对养分的吸收,提高作物品质和产量。控释氮肥是在一次性施肥后,根据作物生长期对养分的需要适量地提供所需养分<sup>[6-7]</sup>,从而提高肥料利用率,降低肥料的环境污染。同时,施用控释肥还可以改善土壤性状,改善土壤保水、释水性能,提高土壤养分有效性,为持续增产奠定基础<sup>[8-9]</sup>。目前控释肥在各种粮食作物、经济作物、园艺作物上的应用研究比较广泛,但针对控释肥在冬马铃薯免耕稻草覆盖栽培上的肥效研究还较少。

本研究针对鄱阳湖区冬马铃薯免耕稻草栽培技术中肥料管理难、养分利用率低、种植效益低等特点,研究不同控释肥用量对马铃薯产量、氮素利用率的影响,探讨稻草覆盖条件下提高马铃薯产量和氮素利用率的最佳控释氮肥,旨在为全面提高马铃薯生产水平,开发和推广低投入高产出的冬季农业生产模式,以及鄱阳湖区推广轻型栽培技术提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

试验在江西省进贤县五里垦殖场进行。土壤为潜育性水稻土,土壤质地为黏壤土,肥力中等,排灌方便。

供试马铃薯品种为东农303。

供试肥料:控释尿素(含N量42%)、市售尿素(含N量46%)、钙镁磷肥、KCl。

### 1.2 试验设计

试验在大田进行,随机区组排列,设7个处理(表1),每个处理3次重复。采取畦面种植方式,每畦为1.2 m×5 m(畦宽1.2 m,沟宽0.4 m),播4行,株距25 cm,畦边各留15 cm,3畦为1小区,小区面积24 m<sup>2</sup>。稻草覆盖于晚稻,收获后按试验要求开沟起畦,把沟中泥土打碎均匀撒到畦面上,然后摆种、施肥、盖草,稻草厚度8~10 cm。

施肥量为尿素450 kg/hm<sup>2</sup>、钙镁磷肥(含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>量11%)375 kg/hm<sup>2</sup>、KCl(含K<sub>2</sub>O量60%)375 kg/hm<sup>2</sup>,将肥料均匀撒施于畦面上,结合开沟碎土将肥料压入土内。

收稿日期:2013-11-19

基金项目:江西省科技星火计划(编号:2011BBF61066);江西省农牧渔科研计划(编号:NY20106)。

作者简介:李钟平(1963—),男,江西进贤人,高级农艺师,主要从事土壤肥料研究。E-mail:Lzp1963@163.com。

通信作者:孙永明,男,江西新干人,主要从事土壤资源与环境研究。E-mail:sym19811122@163.com。

## 参考文献:

- [1] 张祖建,谢成林,谢仁康,等. 苏中地区直播水稻的群体生产力及氮肥运筹的效应[J]. 作物学报,2011,37(4):677-685.
- [2] 周汝群. 水稻旱直播栽培技术[J]. 现代农业科技,2013(5):55,61.
- [3] 谭长乐,赵步洪,周长海,等. 全量麦草旋耕还田直播稻生产技术规范[J]. 中国稻米,2007(4):50-51.
- [4] 姚义,谢成林. 武运粳24号秸秆还田机插稻800 kg/666.7 m<sup>2</sup>生育指标及生产技术规程[J]. 中国稻米,2013,19(5):63-65.

- [5] 林添资,周义文,钱华飞,等. 优质抗病晚粳稻新品种镇稻16号的选育与应用[J]. 江苏农业科学,2012,40(11):100-101.
- [6] 孙明法,唐红生,严国红,等. 优质抗病高产中粳稻新品种盐稻11号选育及应用[J]. 江苏农业科学,2012,40(10):88-90.
- [7] 沈丽丽,陈芳芳,陈翠芳,等. 江苏沿海地区直播稻田杂草综合防治技术[J]. 杂草科学,2013,31(2):68-69.
- [8] 赵厚亚. 水稻直播田除草剂筛选试验报告[J]. 杂草科学,2012,30(3):61-63.
- [9] 赵海英,卢兆成,乔利,等. 5种除草剂防除旱直播稻田杂草比较试验[J]. 杂草科学,2012,30(1):48-50.

表1 试验设计

处理	24 m <sup>2</sup> 小区施肥量(g)			
	缓释肥	氮肥	磷肥	钾肥
CK(对照)	0	0	900	900
SF0(传统施肥)	0	1 080	900	900
SF20(20%缓释肥)	237	864	900	900
SF40(40%缓释肥)	473	648	900	900
SF60(60%缓释肥)	709	432	900	900
SF80(80%缓释肥)	946	216	900	900
SF100(100%缓释肥)	1182	0	900	900

## 1.3 测定项目及方法

随机选取3个小区进行产量统计,各产量因子的测定采用计数法或称重法。氮素利用效率指标的计算方法如下<sup>[10-12]</sup>:

$$\text{氮肥偏生产力(PFP}_N\text{)} = \frac{\text{施氮区产量}}{\text{施氮量}}; \quad (1)$$

$$\text{氮肥农学利用率(AE}_N\text{)} = \frac{\text{施氮区产量} - \text{空白区产量}}{\text{施氮量}}; \quad (2)$$

$$\text{氮肥生理利用率(PE}_N\text{)} = \frac{\text{施氮区产量} - \text{空白区产量}}{\text{施氮区氮积累量} - \text{空白区氮积累量}}; \quad (3)$$

$$\text{氮肥表观利用率(RE}_N\text{)} = \frac{\text{施氮区氮积累量} - \text{空白区氮积累量}}{\text{施氮量}} \times 100\%。 \quad (4)$$

## 1.4 数据处理

试验数据使用 Excel 软件、SPSS 16.0 软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

## 2.1 不同施肥处理对马铃薯产量及经济性状的影响

由图1-a、表2可见,与传统施肥(SF0)处理相比,SF20、SF40、SF60处理马铃薯产量更高,其中SF20处理马铃薯产量最高,与SF0处理差异显著,SF20、SF40、SF60处理马铃薯增产率分别为16.63%、9.59%、8.95%。随着缓释肥比例增大,马铃薯产量呈降低趋势,缓释肥用量80%(SF80)、100%(SF100)处理马铃薯产量低于SF0处理,说明适量配施缓释氮肥有助于提高稻草覆盖条件下的冬马铃薯产量。SF80、SF100处理马铃薯产量下降的原因是马铃薯在不同生育时期需肥有一定规律,在马铃薯需肥高峰期的结薯期,由于控释肥能使养分缓慢释放,不能满足此时植株生长的需要,从而导致马铃薯产量下降。

从图1-b、表2可以得出,与SF0处理相比,缓释肥处理马铃薯商品率虽有所降低,但是SF20处理马铃薯商品薯质量增加,说明施加适量缓释肥可以提高马铃薯的商品性,而商品率的差异是由于产量差异导致的。

## 2.2 不同施肥处理对马铃薯叶绿素含量的影响

由表3可见,所有处理下马铃薯叶绿素含量均表现出从开花期到结薯期升高,到成熟期显著下降的趋势。随着肥料中缓释肥比例的增大,各处理马铃薯叶绿素含量在开花期、结薯期无明显变化规律,而在成熟期呈现递增趋势,这说明马铃薯生育后期氮肥的充足释放延缓了其叶片衰老,使马铃薯贪青徒长,这与马铃薯产量结果相一致。

## 2.3 不同施肥处理对马铃薯氮素利用率的影响

氮肥偏生产力(PFP<sub>N</sub>)是指投入的单位肥料氮所能生产的作物籽粒产量。氮肥农学利用率(AE<sub>N</sub>)是指单位施氮量所增加的作物籽粒产量,是评价氮肥增产效应较为准确的指标。氮肥生理利用率(PE<sub>N</sub>)是指作物地上部每吸收单位肥料中的氮所获得籽粒产量的增加量,反映了植物体内氮素的利用效率。氮肥表观利用率(RE<sub>N</sub>)是指单位投入的肥料氮所获得的作物氮积累量的增加量,能很好地反映作物对化肥养分的吸收状况<sup>[13-14]</sup>。

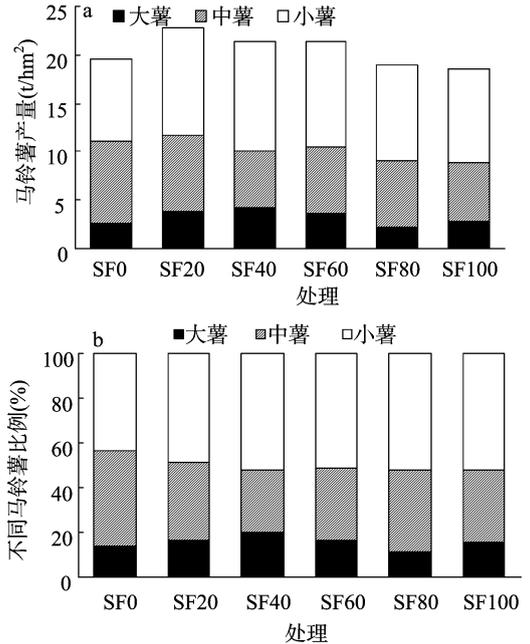


图1 不同处理对马铃薯产量及经济性状的影响

表2 不同施肥处理对马铃薯产量的影响

处理	总产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	比SF0处理 增产(%)	商品薯产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	商品率 (%)
SF0	19 551.45b		11 122.82	56.89
SF20	22 803.00a	16.63	11 602.17	50.88
SF40	21 427.35ab	9.59	10 160.85	47.42
SF60	21 302.25ab	8.95	10 416.80	48.90
SF80	18 926.10b	-3.20	9 033.43	47.73
SF100	18 592.65b	-4.90	8 827.79	47.48

注:同列数据后不同小写字母表示在0.05水平上差异显著。

表3 不同生育期马铃薯叶绿素含量变化

处理	叶绿素含量(SPAD值)		
	开花期	结薯期	成熟期
SF0	46.10	48.47	33.13
SF20	44.38	47.97	34.07
SF40	44.40	47.72	34.43
SF60	45.26	47.94	34.87
SF80	45.61	48.11	34.97
SF100	44.72	48.08	35.87

由表4可知,SF20处理的氮肥偏生产力最高,说明SF20处理的单位氮素投入所带来的马铃薯产量最高,氮肥生理利用率、农学利用率、表观利用率均表现出相似规律,SF20处理

显著高于其他处理。综上所述, SF20 处理的单位施氮量所增加的块茎产量最多, 其氮积累量的增加量也最多, 适量施用控释肥可有效提高秸秆覆盖条件下冬马铃薯的氮肥利用率。

表4 不同施肥条件下马铃薯的各种氮素利用率指标

处理	PEP <sub>N</sub> (kg/kg)	AE <sub>N</sub> (kg/kg)	PE <sub>N</sub> (kg/kg)	RE <sub>N</sub> (%)
SF0	94.45	48.13	170.65	28.2
SF20	110.16	63.84	134.40	37.4
SF40	103.51	57.19	131.16	33.5
SF60	102.91	56.59	130.84	33.2
SF80	91.43	45.11	123.51	26.4
SF100	89.82	43.50	122.26	25.5

#### 2.4 稻草覆盖冬马铃薯控释氮肥合理施用量的确定

以控释氮肥比例为自变量( $x$ ), 马铃薯产量为因变量( $y$ ), 按一元二次方程  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$  模式绘制马铃薯控释氮肥效应曲线(图2), 同时对回归方程进行显著性检验, 结果均达到显著水平。这表明该效应方程可反映控释氮肥与马铃薯产量的关系。根据该效应方程, 当边际产量  $dy/dx = 0$  即  $x = a_1 / (-2a_2)$  时施肥量为最高产量下的施肥量, 该用量为施肥上限。若施肥量大于该值, 则马铃薯产量反而降低。通过计算得出稻草覆盖冬马铃薯控释氮肥的最高产量施肥量比例为 37.92%。

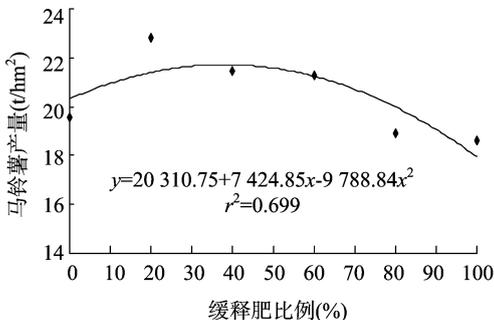


图2 稻草覆盖冬马铃薯控释氮肥效应方程曲线

试验证实, 不同缓释氮肥用量对稻草覆盖条件下冬马铃薯生长的影响有显著差异, 但要精确确定冬马铃薯稻草覆盖模式下的最佳施肥方式还须进一步研究。

### 3 结论与讨论

已有研究表明, 与等量养分的常规化肥处理相比, 缓/控释氮肥处理使作物产量增加 5.1% ~ 19.6%, 使氮肥利用率提高 3.5% ~ 22.0%<sup>[15-16]</sup>。本研究在稻草覆盖条件下, 与传统施肥(SF0)处理相比, 20%(SF20)、40%(SF40)、60%(SF60)缓释肥处理下马铃薯产量和氮肥表观利用率增幅分别为 8.95% ~ 16.63% 和 5.0% ~ 9.2%, 其中 SF20 处理产量最高, 与此前报道基本吻合。但是缓释肥用量 80%(SF80)、100%(SF100)处理下马铃薯产量却低于 SF0 处理, 这与马铃薯的营养需求特性有关, 在马铃薯需肥高峰期的结薯期是营养生长和生殖生长最旺盛的时期, 对养分需求量最大。由于普通肥料养分释放较快, 而控释肥养分缓慢释放, 因此不能及

时满足植株生长需要, 从而导致马铃薯产量下降, 另外随着缓释肥比例增大, 成熟期马铃薯叶绿素含量越高, 说明马铃薯生长后期氮肥的充足释放延缓了其叶片衰老, 使马铃薯贪青徒长<sup>[17]</sup>, 这也是导致马铃薯产量降低的原因之一。由此可见, 缓释肥配施比例过高或过低都会影响作物生长及产量。由缓释肥比例与马铃薯产量的二次拟合曲线得出, 缓释肥比例 37.92% 为最佳用量, 此时马铃薯产量最高。本研究表明, 通过配施一定量的缓释肥料可有效减少氮素损失, 在一定程度上提高作物产量, 还可以提高马铃薯的商品性和氮素利用率, 并解决覆盖作物后期追肥难的问题, 实现增产增效, 具有良好的应用前景。

#### 参考文献:

- [1]熊楚国, 刘桂华. 旱地马铃薯免耕覆盖栽培效果初探[J]. 耕作与栽培, 2009(5): 59.
- [2]李金花. 冬种马铃薯免耕稻草覆盖栽培不同施肥量探讨[J]. 广西农学报, 2010, 25(2): 14-16.
- [3]刘桂华, 苏跃, 冯泽蔚. 稻田冬种马铃薯免耕覆盖栽培经济效益分析[J]. 贵州农业科学, 2009, 37(5): 64-65.
- [4]刘飞, 诸葛玉平, 陈增明, 等. 控释肥对马铃薯产量、氮素利用率及经济效益的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(12): 215-219.
- [5]张朝春, 江荣风, 张福锁, 等. 氮磷钾肥对马铃薯营养状况及块茎产量的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(9): 279-283.
- [6]彭少兵, 黄见良, 钟旭华, 等. 提高中国稻田氮肥利用率的研究策略[J]. 中国农业科学, 2002, 35(9): 1095-1103.
- [7]李卫华, 陈超, 黄东风, 等. 缓/控释肥的最新研究动态及其展望[J]. 水土保持研究, 2008, 15(6): 263-266.
- [8]粟晓万, 杜建军, 贾振宇, 等. 缓/控释肥的研究应用现状[J]. 中国农学通报, 2007, 23(12): 234-238.
- [9]齐广成, 高翠华. 浅谈控释肥在农业中的应用[J]. 现代农业科学, 2008, 15(11): 50-51.
- [10]Novoa R, Loomis R S. Nitrogen and plant production[J]. Plant and Soil, 1981, 58(1/2/3): 177-204.
- [11]Cassman K G, Peng S, Oik D C, et al. Opportunities for increased nitrogen use efficiency from improved resource management in irrigated rice systems[J]. Field Crops Research, 1998, 56(1/2): 7-39.
- [12]Fageria N K, Baligar V C. Methodology for evaluation of lowland rice genotypes for nitrogen use efficiency[J]. Journal of Plant Nutrition, 2003, 26(6): 1315-1333.
- [13]张福锁, 王激清, 张卫峰, 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.
- [14]王旭, 李贞宇, 马文奇, 等. 中国主要生态区小麦施肥增产效应分析[J]. 中国农业科学, 2010, 43(12): 2469-2476.
- [15]王宜伦, 李潮海, 王瑾, 等. 缓/控释肥在玉米生产中的应用与展望[J]. 中国农学通报, 2009, 25(24): 254-257.
- [16]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.
- [17]史国慧. 花生高产栽培管理技术要点分析[J]. 中国高新技术企业, 2011, 11(21): 100-101.