

韦冬萍, 宋书会, 韦剑锋, 等. 施氮量对冬马铃薯生理性状及产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(11): 122–124.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.11.036

# 施氮量对冬马铃薯生理性状及产量的影响

韦冬萍<sup>1</sup>, 宋书会<sup>2</sup>, 韦剑锋<sup>1</sup>, 梁 和<sup>2</sup>, 潘招远<sup>2</sup>, 陈 晨<sup>2</sup>

(1. 广西科技大学鹿山学院, 广西柳州 545616; 2. 广西大学农学院, 广西南宁 530005)

**摘要:**以马铃薯品种费乌瑞它为试材, 设施氮量 0、80、160、240 kg/hm<sup>2</sup> 共 4 个水平, 研究施氮量对冬马铃薯生长中后期若干生理指标及产量的影响。结果表明, 随着施氮量的增加, 马铃薯叶片中叶绿素含量、可溶性蛋白含量及硝酸还原酶活性均不同程度地增加, 根系活力和块茎产量也明显增加, 但叶片可溶性糖含量则先增加而后下降。当施氮量达 160 kg/hm<sup>2</sup>, 继续增加施氮量, 马铃薯一些生理指标值和块茎产量则增加不显著。本试验条件下, 冬种马铃薯施氮量为 160 kg/hm<sup>2</sup> 较为适宜。

**关键词:**马铃薯; 施氮量; 生理性状; 产量

**中图分类号:** S532.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)11-0122-03

在马铃薯生产中, 氮肥是主要限制因子之一。若施氮不足, 马铃薯正常生长和产量的形成受到抑制; 施氮适宜, 有助于马铃薯植株生长, 使植株枝叶繁茂、叶色浓绿, 促进光合作用和养分积累<sup>[1]</sup>; 施氮过量, 马铃薯地上部贪青徒长, 植株偏高容易倒伏<sup>[2-5]</sup>。施氮量对马铃薯生育期也有影响, 且随着施氮量的增加生育期延迟<sup>[6]</sup>。此外, 施氮能够有效促进马铃薯干物质积累, 提高防御酶活性, 增强植株抗病性<sup>[7]</sup>, 但马铃薯的产量并不随着施氮量的增加而持续增加, 且当施氮量超过一定范围, 其产量不但不增加反而会降低<sup>[8]</sup>。马铃薯块茎品质与施氮量也密切相关, 其中在低氮用量下块茎粗蛋白含量随施氮量的增加而增加, 但施氮量过多时其含量则降低; 在高氮用量下块茎可溶性糖含量也会降低<sup>[5]</sup>。也有研究表明, 马铃薯块茎淀粉含量与施氮量呈抛物线变化, 可溶性糖和还原糖含量随施氮量的增加而增加<sup>[9]</sup>。马铃薯生长中后期是块茎形成和膨大的关键期, 是决定块茎产量和品质的重要时期, 其植株营养生长、生理状况及块茎增长与氮素养分供给密切相关<sup>[10]</sup>。但是, 有关氮肥用量对马铃薯生长中后期生理性状影响的研究报道甚少。为此, 笔者设置不同施氮量试验, 探讨氮肥施用对冬种马铃薯生长中后期若干生理指标及产量的影响, 为我国南方地区冬种马铃薯科学施用氮肥提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于 2013 年 11 月至 2014 年 3 月在广西大学农业科学试验基地进行。供试土壤为黏质壤土, 耕层 0~15 cm, 土壤 pH 值为 7.08, 有机质含量 24.6 g/kg, 全氮含量 1.08 g/kg, 全磷含量 1.28 g/kg, 全钾含量 22.26 g/kg, 碱解氮

106.2 mg/kg, 速效磷 70.7 mg/kg, 速效钾 166.1 mg/kg。

供试马铃薯品种为费乌瑞它; 供试氮肥为尿素(含 N 46.4%), 磷肥为过磷酸钙(含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12%), 钾肥为氯化钾(含 K<sub>2</sub>O 60%)。

### 1.2 试验设计

试验设施 N 量 0(CK)、80(T1)、160(T2)、240 kg/hm<sup>2</sup>(T3) 共 4 个处理, 每处理施磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 150 kg/hm<sup>2</sup> 及钾肥(K<sub>2</sub>O) 360 kg/hm<sup>2</sup>, 播种时氮肥、磷肥及钾肥作基肥一次性施用。每处理重复 3 次, 每重复为 1 小区, 随机区组排列; 小区长 8.5 m、宽 1.6 m、面积 13.6 m<sup>2</sup>, 每小区划分成 2 畦, 畦间距 0.5 m。播种规格为 10 万穴/hm<sup>2</sup>, 株行距为 25 cm×40 cm。

2013 年 9 月犁耙整地待用; 2013 年 11 月 14 日播种。播种前先将除杂草和病薯, 然后将整个小种薯下种, 每穴 1 个种薯。下种后将基肥穴施于种薯间, 然后覆盖约 5 cm 厚干稻草和厚度为 0.002 mm 黑色农用地膜。种薯出苗稳定后进行间苗, 每穴留 1~2 棵苗。

2013 年 12 月下旬和 2014 年 2 月中旬, 个别马铃薯植株出现晚疫病, 然后对全田马铃薯喷施 50% 多菌灵可湿性粉剂和 72% 霜脲·锰锌可湿性粉剂 700 倍液 3 次, 2% 氨基寡糖素水剂 1 次, 共计喷药 4 次。

### 1.3 测定项目与方法

2014 年, 于马铃薯结薯期(1 月 20 日)、块茎膨大期(2 月 6 日)、成熟初期(2 月 24 日)、采收期(3 月 8 日)采集马铃薯植株顶数第 4~5 张展开叶, 用丙酮乙醇混合液法<sup>[11]</sup>测叶绿素含量, 按文献[12]方法测硝酸还原酶活性, 用考马斯亮蓝比色法<sup>[13]</sup>测可溶性蛋白含量, 用蒽酮比色法<sup>[14]</sup>测可溶性糖含量; 同期采集马铃薯植株 8~10 条无损伤根, 采用氯化三苯四氮唑法<sup>[15]</sup>测根系活力。3 月 12 日, 采收马铃薯块茎, 测小区块茎鲜质量。用 Excel 2003 和 SPSS 18.0 进行数据处理和统计分析, 用 Duncan's 新复极差法进行方差分析和多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对马铃薯叶片叶绿素含量的影响

图 1 显示, 马铃薯叶片叶绿素含量从结薯期至块茎成熟

收稿日期: 2014-12-02

基金项目: 广西自然科学基金(编号: 2013GXNSFBA019050)。

作者简介: 韦冬萍(1982—), 女, 广西柳州人, 硕士, 助理研究员, 从事植物营养与生理生态方面研究。E-mail: dpwei-82@163.com。

通信作者: 韦剑锋, 硕士, 副研究员, 从事作物营养与生理生态方面研究。E-mail: jianfengwei@163.com。

初期平缓下降,此后急剧下降。在各调查期,叶绿素含量均表现为  $T3 > T2 > T1 > CK$ , 其中 CK 与  $T1$ 、 $T2$ 、 $T3$  的差异均达显著水平,  $T1$  与  $T2$ 、 $T3$  的差异也均达到显著水平,  $T2$  在成熟初期与  $T3$  的差异也显著。说明施用氮肥可明显提高马铃薯中后期叶片叶绿素含量,且叶绿素含量随施氮量增加而增加。

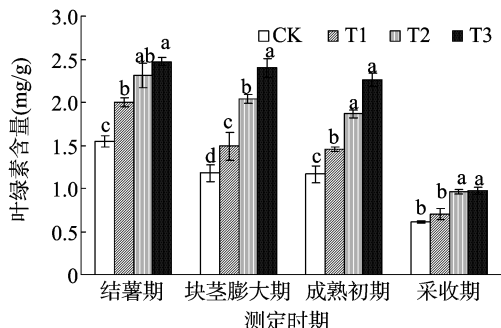


图1 不同处理马铃薯叶片叶绿素含量

## 2.2 不同处理对马铃薯叶片可溶性糖含量的影响

图2显示,马铃薯叶片可溶性糖含量从结薯期至块茎成熟初期急剧下降,之后趋于平稳,但不同处理的可溶性糖含量存在一定差异。在结薯期和块茎膨大期,可溶性糖含量均表现为  $T2 > T1 > T3 > CK$ , 其中结薯期 CK 与  $T2$  差异达显著水平,块茎膨大期  $T1$ 、 $T2$  与  $T3$ 、CK 差异也达显著水平。在成熟初期和采收期,可溶性糖含量均表现为  $T2 > T3 > T1 > CK$ , 其中成熟初期  $T1$  与  $T2$ 、CK 与  $T3$  差异达显著水平,采收期 CK 与  $T1$ 、 $T2$ 、 $T3$  差异达显著水平。说明施用氮肥可提高马铃薯生长中后期叶片可溶性糖含量,其中  $T2$  的效应最为明显。

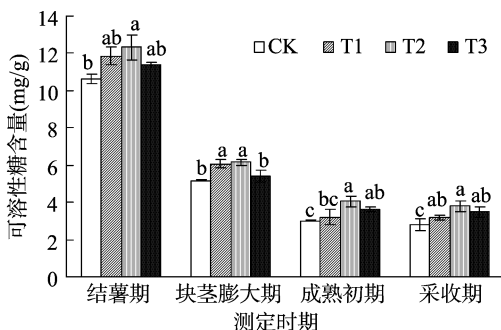


图2 不同处理马铃薯叶片可溶性糖含量

## 2.3 不同处理对马铃薯叶片可溶性蛋白含量的影响

图3显示,马铃薯生长中后期叶片可溶性蛋白含量呈持续下降的趋势。在各调查期,可溶性蛋白含量均表现为  $T3 > T2 > T1 > CK$ , 其中 CK 与  $T1$ 、 $T2$ 、 $T3$  的差异均达显著水平;  $T1$  除成熟初期外,与  $T2$ 、 $T3$  的差异也均达显著水平;  $T2$  在结薯期与  $T3$  的差异也显著。说明施用氮肥可明显提高马铃薯生长中后期叶片可溶性蛋白含量,且其含量随施氮量增加而增加。

## 2.4 不同处理对马铃薯叶片硝酸还原酶活性的影响

图4显示,马铃薯叶片硝酸还原酶活性从结薯期至块茎成熟初期持续下降,此后急剧下降。在各调查期,硝酸还原酶活性均表现为  $T3 > T2 > T1 > CK$ , 其中 CK 除块茎膨大期与  $T2$  的差异不显著外,与  $T1$ 、 $T2$ 、 $T3$  的差异均达显著水平;  $T1$ 、 $T2$  在结薯期和块茎膨大期与  $T3$  的差异也达显著水平;  $T1$  在块茎膨大期和块茎成熟初期与  $T2$  的差异也达显著水平。说

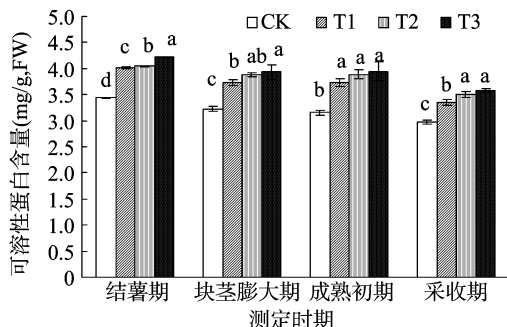


图3 不同处理马铃薯叶片可溶性蛋白含量

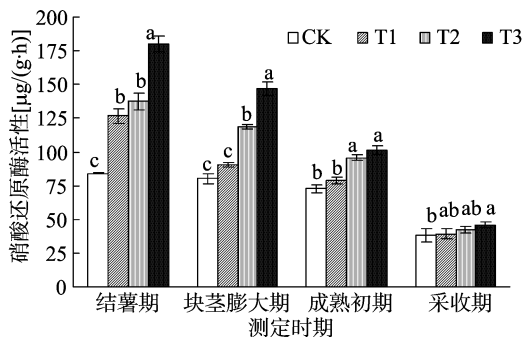


图4 不同处理马铃薯叶片硝酸还原酶活性

明施用氮肥可明显提高马铃薯生长中后期叶片硝酸还原酶活性,且施氮量越大硝酸还原酶活性越高。

## 2.5 不同处理对马铃薯根系活力的影响

图5显示,马铃薯根系活力从结薯期至块茎膨大期急剧下降,此后下降平缓,至采收期降至最低。在各调查期,根系活力均表现为  $T3 > T2 > T1 > CK$ , 其中在结薯期 CK、 $T1$  与  $T2$ 、 $T3$  的差异达显著水平;在块茎膨大期 CK 与  $T2$ 、 $T3$  与  $T2$ 、 $T1$  的差异达显著水平;在块茎成熟初期,除  $T1$  与  $T2$  的差异不显著外,其他处理间的差异达显著水平;在采收期,仅有  $T3$  与其他处理的差异达显著水平。说明马铃薯生长中后期根系活力随施氮量的增加而增加。

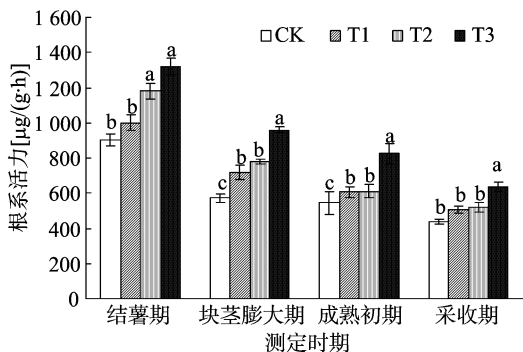


图5 不同处理马铃薯根系活力

## 2.6 不同处理对马铃薯产量的影响

图6显示,施用氮肥可显著提高马铃薯块茎产量,其中  $T3$  的最高,其次是  $T2$ 、 $T1$ , 分别比 CK 增产 48.88%、46.30%、29.26%。方差分析显示,  $T2$ 、 $T3$  块茎产量显著高于  $T1$ , 但  $T2$  与  $T3$  的差异不显著。说明施氮量在  $0 \sim 160 \text{ kg/hm}^2$ , 马铃薯块茎产量随施氮量的增加而显著增加,若继续增大施氮量,马铃薯块茎产量则不再持续显著增加。

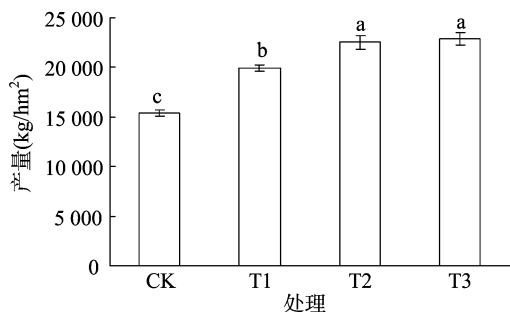


图6 不同处理马铃薯块茎产量

### 3 讨论与结论

叶绿素是植物光合作用中参与合成碳水化合物的重要色素。叶绿素含量高低与碳水化合物多少密切相关,因此平衡两者关系是马铃薯生产中提高产量的重要基础<sup>[5,16]</sup>。本试验条件下,马铃薯生长中后期叶片叶绿素含量随施氮量的增加而增加,这与田再民等的研究结果<sup>[1]</sup>相似,说明增施氮肥能够促进马铃薯叶片叶绿素的合成。但试验也发现,当施氮量超过 160 kg/hm<sup>2</sup>,马铃薯叶片叶绿素含量在多个调查期则不再持续显著增加,这与黄继川等的研究结果<sup>[5]</sup>相似,说明增施氮肥对马铃薯叶片叶绿素合成产生的作用还与生育期相关,过量施氮将不能持续促进马铃薯叶片叶绿素的合成与积累。作物叶片合成可溶性糖,同时也不断向地下部分运输积累而合成淀粉<sup>[17]</sup>。本试验中,马铃薯叶片可溶性糖含量随施氮量的增加呈现先增加而后降低的趋势,其中施氮量为 160 kg/hm<sup>2</sup>的最高。说明适宜的施氮量是马铃薯合成和积累较多碳水化合物的基础,协调好光合产物和施氮量的关系是实现马铃薯高产、高效栽培的重要条件<sup>[16]</sup>。可溶性蛋白是植物体内重要的保护物质,较高的可溶性蛋白含量有助于植物体保持较高的氮代谢水平<sup>[18]</sup>。本试验中,马铃薯生长中后期叶片可溶性蛋白含量随施氮量的增加而增加,但在多个调查期施氮量为 240 kg/hm<sup>2</sup>的可溶性蛋白含量与施氮量为 160 kg/hm<sup>2</sup>的差异不显著。说明适宜的施氮量有利于马铃薯植株的氮代谢。

硝酸还原酶活性和根系活力是衡量植株生长的主要指标<sup>[19]</sup>。本试验条件下,硝酸还原酶活性随着施氮量的增加而增加,其中施氮量为 240 kg/hm<sup>2</sup>的最高,但在生长后期,施氮量为 240 kg/hm<sup>2</sup>的硝酸还原酶活性与施氮量为 160 kg/hm<sup>2</sup>的差异不明显,说明增施氮肥对马铃薯硝酸还原酶活性产生的作用还与生育期相关。在马铃薯生长后期,马铃薯植株趋于衰老,生理代谢均降低,氮同化能力也降至最低,适量施氮已满足马铃薯植株生长需要,因而过量施氮对后期硝酸还原酶活性产生的作用不大。在马铃薯生长中后期,根系活力随施氮量的增加而增加,说明增施氮肥有利于延缓马铃薯生长后期根系的衰老。

施氮量明显影响冬马铃薯块茎产量。本试验中,马铃薯块茎产量随着施氮量的增加而增加,其中施氮量为 240 kg/hm<sup>2</sup>的最高,但与施氮量为 160 kg/hm<sup>2</sup>的差异不显著,这与黄继川等和梁宁珠的研究结果<sup>[5,7]</sup>相似,但与董茜等、修凤英等和周娜娜的研究结果<sup>[9,10,20]</sup>不同,其原因可能与供试马铃薯品种、栽培密度、水分管理、土壤肥力及施氮水平

等差异有关。因此,适量施氮有利于冬种马铃薯增产增效,但施氮过量会造成资源浪费和肥料利用效率降低。

综上所述,在生理性状方面,马铃薯叶片叶绿素含量、可溶性蛋白含量、硝酸还原酶活性及根系活力随施氮量增加而增加,可溶性糖含量则随施氮量增加先增加而后降低。在产量方面,施氮量在 0 ~ 160 kg/hm<sup>2</sup>,块茎产量随施氮量的增加而显著增加,但继续增施氮肥则不利于持续提高马铃薯块茎产量。因此,本试验条件下,冬种马铃薯施氮量为 160 kg/hm<sup>2</sup>较为适宜。

### 参考文献:

- [1] 田再民,杨立军,冯 琰,等. 不同施肥方式对马铃薯生长及产量的影响[J]. 西南农业学报,2013,26(4):1741-1743.
- [2] 陈 杨,樊明寿,李 斐,等. 氮素营养诊断技术的发展及其在马铃薯生产中的应用[J]. 中国农学通报,2009,25(3):66-71.
- [3] 李 利. 不同施氮量对马铃薯氮素吸收、积累及利用的影响[J]. 山西农业科学,2012,40(12):1292-1295.
- [4] 胡新喜,庞万福,金黎平,等. 2012 年国外马铃薯栽培领域研究概况[J]. 中国马铃薯,2013,27(3):186-190.
- [5] 黄继川,彭智平,于俊红,等. 不同氮肥用量对冬种马铃薯产量、品质和氮肥利用率的影响[J]. 热带作物学报,2014,35(2):266-270.
- [6] 郑顺林,李国培,杨世民,等. 施氮量及追肥比例对冬马铃薯生育期及干物质积累的影响[J]. 四川农业大学学报,2009,27(3):270-274.
- [7] 梁宁珠. 不同氮肥施用量与施肥方式对冬种马铃薯产量的影响[J]. 中国园艺文摘,2013(7):26-28.
- [8] 郝 娜,靳学慧,杨 瑛,等. 氮对马铃薯防御酶活性及抗性的影响[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2012,24(2):8-11.
- [9] 董 茜,郑顺林,李国培,等. 施氮量及追肥比例对冬马铃薯块茎品质形成的影响[J]. 西南农业学报,2010,23(5):1571-1574.
- [10] 修凤英,朱丽丽,李井会,等. 不同施氮量对马铃薯氮素利用特性的影响[J]. 中国土壤与肥料,2009(3):36-38,43.
- [11] 张宪政. 植物叶绿素含量测定——丙酮乙醇混合液法[J]. 辽宁农业科学,1986(3):26-28.
- [12] 詹少华,林 毅,吕 凯. 天然彩色棉过氧化物酶·丙二醛及硝酸还原酶的测定[J]. 安徽农业科学,2005,33(1):17-18.
- [13] Bradford M M. Rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing principle of protein-dye binding[J]. Analytical Biochemistry,1976,72(1/2):248-254.
- [14] 薛应龙. 植物生理学实验手册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1985:134-138.
- [15] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京:农业出版社,1992:197-199.
- [16] 张西露,刘明月,伍壮生,等. 马铃薯对氮、磷、钾的吸收及分配规律研究进展[J]. 中国马铃薯,2010,24(4):237-241.
- [17] 曹 升,裯维言,陈会鲜,等. 控缓释肥对木薯生长及产量的影响[J]. 南方农业学报,2014,45(5):790-795.
- [18] 吴海宁,罗兴录,樊吴静,等. 低温胁迫对不同木薯品种幼苗生理特性的影响[J]. 南方农业学报,2013,44(11):1791-1799.
- [19] 邝伟生,梁启新,谭小莉,等. 不同耕作方式对冬种马铃薯生理特性的影响[J]. 广西农业科学,2008,39(3):299-302.
- [20] 周娜娜. 不同氮水平对马铃薯产量构成和土壤 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 含量的影响[J]. 中国马铃薯,2010,24(2):91-93.