

中图分类号: S532; S143.1 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635 (2012) 01-0045-04

综 述

应用叶绿素仪 SPAD-502 进行马铃薯氮素营养诊断的可行性

刘艳春, 樊明寿*

(内蒙古农业大学农学院, 内蒙古 呼和浩特 010019)

摘 要: SPAD-502 是用于快速测定叶绿素相对含量的一种便携式仪器, 被尝试用于进行作物氮素营养诊断, 其具有快速、简便、适时、无损的特点。目前在禾谷类作物上已有很多研究成果并开始用于指导施肥实践, 在马铃薯上前人也开始了一些探索性的研究。马铃薯植株叶片形态虽具有一定的特殊性, 即叶片为复叶, 不能照搬禾本科作物上的研究成果, 但综合分析 SPAD-502 的特点以及禾本科作物氮素营养诊断的研究成果可以推断, 通过系统研究, 完全可以建立一套行之有效的马铃薯氮素营养 SPAD-502 诊断指标体系。在指标体系的建立过程中, 需确立适合的诊断叶位并提出有效的方法消除氮素之外其他因素对 SPAD 读数的影响。

关键词: SPAD-502 仪; 氮素; 诊断; 马铃薯

Application Feasibility of SPAD-502 in Diagnosis of Potato Nitrogen Nutrient Status

LIU Yanchun, FAN Mingshou*

(College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019, China)

Abstract: SPAD-502 is an instrument for quick determination of chlorophyll content, which has been used for diagnosis of

收稿日期: 2011-06-03

基金项目: 内蒙古农业大学马铃薯高产高效理论与技术创新团队 (NDPYTD2010-3); 农业部公益性行业计划[作物最佳养分管理技术的研究与应用(2011030030)]。

作者简介: 刘艳春 (1984-), 女, 硕士研究生, 研究方向为马铃薯营养生理与施肥。

* 通信作者 (Corresponding author): 樊明寿, 教授, 主要从事马铃薯营养生理与施肥研究, E-mail: fmswh@yahoo.com.cn。

而且也大大地减轻了感病薯块的危害程度。据测定, 糠醛渣 pH 值为 4~5, 其本身显酸性, 加入后大大提高了脱毒微型薯生长的酸性环境, 抑制了疮痂病原体的生长, 从而提高了健康薯率。

3 讨 论

影响疮痂病发病的原因很多, 除土壤和种薯的带病程度外, 马铃薯生长过程中的许多环境条件如温度、土壤湿度和酸碱性、土壤通气性等都影响疮痂病的发生^[4]。应通过选用适宜马铃薯的基质, 维持适宜马铃薯生长的微酸性条件, 避免生长过程中出现干旱等措施, 营造抑制病原菌生长的环境, 实现彻底防治疮痂病的效果。本试验仅从用不同基质防治马铃薯疮痂病方面进行了探讨, 得出结论: 各配

比组合对马铃薯疮痂病均有一定的防治效果, 降低微型薯疮痂病感病率和病情指数, 尤其添加一定比例的糠醛渣可有效抑制马铃薯疮痂病的发生。今后还需进行进一步试验研究其他抑病方法的效果, 为防治马铃薯疮痂病提供更多的理论依据。

[参 考 文 献]

- [1] Slack S A. A look at potato leafroll virus and potato virus Y: past, present and future [J]. Badger Common Tater, 1991, 43: 16-21.
- [2] 孙茂林, 李先平, 赵志坚, 等. 云南马铃薯贮存损失的调查和评估[J]. 中国马铃薯, 2002, 16(5): 263-266.
- [3] 白晓东, 杜珍, 范向斌, 等. 基质对马铃薯疮痂病抑制效果研究初报[J]. 中国马铃薯, 2002, 16(6): 332-334.
- [4] 腾宗璠, 叶飞, 何礼远, 等. 中国马铃薯栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 302-304.

crop nitrogen nutrition status. It has the characteristics of quick, easy handle, in time and no damage. Several groups have made some primary approaches for applying SPAD in potato nitrogen management. This review summarized previous research progress and analyzed the feasibility for applying SPAD-502 in diagnosis of potato nitrogen nutrition. The factors which influenced the accuracy of SPAD-502 nutrition diagnosis were discussed, and several possible methods improving the accuracy of diagnosis were proposed as well in this review.

Key Words: SPAD -502; nitrogen; diagnosis; potato

氮素是影响作物产量最重要的营养元素, 为了获得高产, 氮肥使用量不断地增加, 从而造成氮肥利用率降低、环境污染严重等一系列不可低估的问题。目前, 这些问题已引起了多方的关注, 农业科技人员努力寻找合理的施肥技术。20 世纪 80 年代, 日本发明了便携式叶绿素仪, 之后, 国内外研究人员开始了采用叶绿素仪 (SPAD-502) 进行田间氮肥营养诊断和推荐施肥的研究^[1], 并在水稻^[2-5]、棉花^[6]、玉米^[7-8]、小麦^[9-10]等作物上取得了一些突破性的研究成果。在马铃薯上也有一些初步的研究^[11]。本文对近年来用叶绿素仪 SPAD-502 进行氮素营养诊断所取得的进展进行了简要综述, 分析了应用 SPAD-502 进行马铃薯氮素营养诊断的可行性。

1 叶绿素仪 SPAD-502 的工作原理

氮素是植物叶绿素的组成元素, 缺氮时作物叶片叶绿素浓度下降、叶色发黄。叶绿素对不同波长的光存在吸收差异, 在波长 650 nm 左右的红光区叶绿素 a 和 b 都有最大吸收峰, 而在波长 940 nm 左右远红光区几乎没有吸收。日本生产的 SPAD-502 仪采用双波长发光二极管 (LED) 光源, 一个为红光 LED, 另一个为远红光 LED, 光线接收系统为硅光二极管, 它将光信号转换为模拟电信号, 电信号经放大器放大后再由 A/D 转化器转化为数字信号。每次测定样品时, 微处理器计算两种波长光的光密度比值, 通过对比有无待测样品时光密度的差异来计算出相对叶绿素读数, 即为 SPAD 值。研究表明, 表述叶片叶绿素相对含量的 SPAD 值与叶片全氮含量之间存在线性正相关^[12-13]。因此测定叶片 SPAD 值可以监测作物的氮素营养状况。

2 用 SPAD-502 进行营养诊断的优越性

传统的氮素营养诊断的方法主要是基于土壤和植物组织的实验室分析, 这些分析普遍要求破坏土壤和植株, 且从取样到测得结果需耗费大量的时间、

人力和物力, 从而不能适时无损地对作物进行营养诊断。实验室分析需要有经验的专业分析人员、大量的分析试剂及设备, 带来许多不便。并且用植物组织分析法进行营养诊断破坏了大量的植株, 对产量会造成一定的影响。这些已有的破坏性方法往往难以满足实践需要^[14], 所以出现了非破坏性预测植物氮素的方法, 如叶色诊断法、肥料窗口法等。陈永康的“三黄三黑”技术曾在水稻生产中发挥了重要作用^[15], 但是在实际操作中受人为因素的影响很大, 没有一个明确的标准, 而且叶色诊断属于半定量的方法, 不够精确。肥料窗口法是一种肥料调控的方法, 它需要一个施氮量比大田整体稍低的微区, 根据微区植株颜色的变化来指导农民施肥, 进行氮肥诊断, 虽然简单易行, 但是对于具体追施氮量没有具体的标准, 缺乏准确性。

叶绿素仪法是一种利用叶绿素仪 SPAD-502 对作物叶片的叶绿素含量进行检测的一种方法, 其原理是依据叶片中氮的含量与叶绿素的含量有相似的变化趋势, 从而用 SPAD-502 的读数可以进行间接的氮素水平检测。近年来, 国内外的研究结果表明, 叶绿素仪 SPAD-502 可以用来估计作物氮营养状况和进行氮肥施用量的推荐^[16]。它可以无损的在田间对作物进行氮素营养检测, 并且具有快速、简便、适时的特点, 因此受到越来越多的关注。

3 SPAD-502 进行氮素营养诊断的影响因素

研究表明, SPAD 值与作物叶片氮素浓度之间具有线性相关性^[17], 其相关系数以及 SPAD 值的大小受品种、发育阶段、测定叶位等因素的影响^[18]。

3.1 品种的影响

不同品种间叶绿素读数存在较大差异。李志宏等^[19]对 36 个小麦品种 (或组合) 的研究结果显示, 品种间存在的差异较大, 可达 10 个 SPAD 单位。朱新开等^[20]的研究也得到了相似的结果。在玉米上的研究结果也表明, 品种之间 SPAD 值有显著性的差异^[21-23]。

Minotti 等^[24]以马铃薯为材料的研究结果表明, 在 12 次采样测定中有 8 次是因品种因素对 SPAD 值的影响达到极显著水平, 特别是在施氮量高的情况下, 不同品种之间差异更大。

3.2 测定叶位的影响

不同叶位 SPAD-502 仪的读数存在较大的差异。张文安^[25]的研究表明, 水稻心叶下第一全展叶与第二、第三、第四全展叶的 SPAD 值差异达极显著水平。李志宏等^[26]发现, 玉米的 9~10 叶期最新展开叶的叶绿素仪测定值和植株全氮、氮肥施用量及玉米产量之间有很好的相关性, 可以作为玉米氮营养诊断的叶片。同一生育时期不同叶位叶绿素含量也不相同, 李井会^[27]对马铃薯的倒 4~10 叶进行了研究, 发现不同叶位的 SPAD 值不同, 从倒四叶到倒十叶 SPAD 值逐渐降低。王亚飞^[28]研究显示, 小麦不同叶位 SPAD-502 读数存在较大的差异。

3.3 侧定位点的影响

同一叶片不同位置测定的 SPAD 值不相同, 李志宏等^[19]研究发现, 冬小麦在同一叶位不同位置测定结果有明显差异, 从叶基到叶尖不同位置叶绿素仪测定结果符合二次曲线变化, 从叶基部开始 40%~60% 的区域测定值变异最小, 而叶基部和叶尖部测定值最小。Peng 等^[29]认为, 水稻距离叶基部 1/2 处的 SPAD 测定值最大且最稳定, 是合适的测试位置。张文安^[25]研究显示, 水稻同一叶位的 SPAD 值中部 < 上部 < 基部。因此, 田间进行测定时一定要注意测定位点的选择, 由于马铃薯是茄科作物较禾本科作物复杂尚未有这方面的报道, 需做进一步研究。

3.4 生育时期的影响

同一作物不同生育时期 SPAD 值是不同的。Peng 等^[29]、赵天成等^[30]研究显示, 水稻不同生育时期 SPAD 值差异显著, 在分蘖后期最大。王立娟^[31]研究表明, 小麦、玉米不同生育时期叶片 SPAD 平均值之间也存在较大的差异。在马铃薯上, Vos 和 Bom^[32]、聂向荣^[33]研究显示, SPAD 值随生育时期的进程具有下降的趋势。

3.5 其它影响因素

除上述影响因素以外, 还有其它一些影响作物叶片绿色及 SPAD 值的因子, 如病虫害、低温胁迫、水分胁迫等^[34-35]。李志宏等^[26]认为, 不同的种植密度也会影响玉米 SPAD 值的大小, 在一定范围内减小种植密度 SPAD 值会增大。苏云松等^[36]研究发现,

温、光条件对马铃薯叶片 SPAD 值具有很大的影响, 在较低的温度和较短光照时数下, 马铃薯叶片 SPAD 较低, 但较高温度会加快叶绿素的分解, 也会引起 SPAD 值下降。

4 用叶绿素仪 SPAD-502 进行马铃薯氮肥营养诊断的可行性

由于 SPAD-502 叶绿素仪是一种简便的叶绿素检测仪, 在小麦^[37-38]、玉米^[39]、水稻^[40-41]等作物上测得的 SPAD 值与叶绿素含量、叶氮含量呈极显著正相关, 因此, Peng 等^[29]认为, 用 SPAD 值可以对作物全氮含量进行估测, 并可以用于确定水稻等作物氮素需求量。近年来, 国内也有相应的研究。

在国外 Vos 和 Bom^[32]指出, SPAD 值与马铃薯叶片叶绿素与全氮的含量具有一定的正相关性。Gianquinto 等^[11]研究显示, 叶片 SPAD 值与叶片全氮含量存在相关性, 同时表明, 叶片 SPAD 值可以预测产量。Uddling 等^[42]也发现, 马铃薯叶片的全氮含量与测得的 SPAD 值呈正相关关系。在国内, 苏云松等^[36]研究显示, 马铃薯叶片叶绿素含量、单株产量与测得的 SPAD 值均存在显著的正相关关系。李井会^[27]和聂向荣^[33]的研究表明, 测得的 SPAD 值与马铃薯叶片叶绿素含量和全氮含量呈显著正相关关系。因此, 可以认为, 用 SPAD 仪进行马铃薯的氮素营养诊断具有较大的可行性。

马铃薯是茄科作物, 植株形态与禾本科作物有较大的差异, 因此, 诊断方法不能盲目的模拟玉米、小麦、水稻等谷类作物。马铃薯存在分枝, 它在苗期就产生了分枝, 氮素的运输可能发生变化。要研究马铃薯在不同生育期的功能叶位叶绿素仪的读数, 可以考虑把马铃薯的分枝数与生育时期内不同叶位, 不同位点上的 SPAD 值结合的数学算法, 来建立适用于不同品种、不同生育时期、不同环境下的马铃薯氮素诊断模型。

[参 考 文 献]

- [1] Lee J H, Kang C, Roh A S, et al. Assessment of N topdressing rate at panicle initiation stage with chlorophyll meter-based diagnosis in rice [J]. J Crop Sci Biotech, 2009, 12(4): 195-200.
- [2] 王绍华, 曹卫星, 王强盛, 等. 水稻叶色分布特点与氮素营养诊断[J]. 中国农业科学, 2002, 35(12): 1461-1466.
- [3] 王绍华, 刘胜环, 王强盛, 等. 水稻产量形成与叶片含氮量及叶色的关系 [J]. 南京农业大学学报, 2002, 25(4): 1-5.

- [4] 沈掌泉, 王珂, 朱君艳. 叶绿素计诊断不同水稻品种氮素营养水平的研究初报[J]. 科技通报, 2002, 18(3): 173-176.
- [5] Turner F T, Jun M F. Chlorophyll meter to predict nitrogen top dress requirement for semidwarf rice [J]. Agro J, 1991, 83: 926-928.
- [6] Wu F, Wu L, Xu F. Chlorophyll meter to predict nitrogen side dress requirements for short - season cotton (*Gossypium hirsutum* L.) [J]. Field Crops Research, 1998, 56: 309-314.
- [7] Wood C W, Reeves D W, Duffield R R, et al. Field chlorophyll measurement for evaluation of corn nitrogen status [J]. J Plant Nutri, 1992, 15(4): 487-500.
- [8] Piekielek W P, R H Fox. Use of a chlorophyll meter to predict side-dress nitrogen requirement for maize [J]. Agronomy Journal, 1992, 84: 59- 65
- [9] Fox R H, Piekielek W P, Macnea K M. Using a chlorophyll meter to predict nitrogen fertilizer needs of winter wheat [J]. Commun Soil Sci Plant Anal, 1994, 25(3, 4): 171-181.
- [10] Singh B, Singh Y, Ladha J K, et al. Chlorophyll meter - and leaf color cart - based nitrogen management for rice and wheat in Northwestern India [J]. Agronomy Journal, 2002, 94(4): 821-829.
- [11] Gianquinto G, Goffart J P, Olivier M, et al. The use of hand-held chlorophyll meters as a tool to assess the nitrogen status and to guide nitrogen fertilization of potato crop [J]. Potato Research, 2004(5): 35-80.
- [12] 吴良欢, 陶勤南. 水稻叶绿素计诊断追氮法研究[J]. 浙江农业大学学报, 1999, 25(2): 135-138.
- [13] 金军, 徐大勇, 胡曙云, 等. 叶绿素仪穗肥诊断及在水稻优质栽培中的应用[J]. 耕作与栽培, 2003(2): 14-16.
- [14] Ichie T, Kitahashi Y, Matsuki S, et al. The use of a portable non-destructive type nitrogen meter for leaves of woody plants in field studies [J]. Photosynthetica, 2002, 40: 289-292.
- [15] 钟旭华, 黄衣荣, 郑海波, 等. 水稻抽穗期叶色诊断指标与叶面积指数及结实期光强的关系[J]. 中国农学通报, 2006, 22(10): 147-153.
- [16] Westcott M P, Wraith J M. Correlation of leaf chlorophyll reading and stem nitrate concentrations in peppermint [J]. Commun Soil Sci Plant Anal, 1995, 26(9-10): 1481-1490.
- [17] 田永超, 朱艳, 曹卫星, 等. 利用冠层反射光谱和叶片 SPAD 值预测小麦籽粒蛋白质和淀粉的积累[J]. 中国农业科学, 2004, 37(6): 808-813.
- [18] Peng S, Garcia F V, Laza R C. Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter's estimate of rice leaf nitrogen concentration [J]. Agron J, 1993, 85: 987-990.
- [19] 李志宏, 刘宏斌, 张福锁. 应用叶绿素仪诊断冬小麦氮营养状况的研究[J]. 植物营养与肥料报, 2003, 9(4): 401- 405.
- [20] 朱新开, 盛海君, 顾晶, 等. 应用 SPAD 值预测小麦叶片叶绿素和氮含量的初步研究[J]. 麦类作物学报, 2005, 25(2): 46-50.
- [21] Schepers J S, Francis D D, Vigil M, et al. Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings [J]. Commun Soil Sci Plant Anal, 1992, 23(17-20): 2173-2187.
- [22] Waskom R M, Westfall D G, Spellman D E, et al. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter [J]. Commun Soil Sci Plant Anal, 1996, 27(3-4): 545-560.
- [23] Takebe M, Yoneyama T. Measurement of leaf color scores and its implication to nitrogen nutrition of rice plants [J]. Jpn Agric Res, 1990, 23: 86-93.
- [24] Minotti P L, Halseth D E, Siczka J B. Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties [J]. HortScience, 1994, 29(12): 1497-1500.
- [25] 张文安. SPAD-501 型叶绿素仪在测定水稻叶绿素含量中的应用[J]. 贵州农业科学, 1991(4): 37-39.
- [26] 李志宏, 张云贵, 刘宏斌, 等. 叶绿素仪在夏玉米氮营养诊断中的应用[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(6): 764-768.
- [27] 李井会. 不同氮肥运筹下马铃薯氮素利用特性及营养诊断的研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2006.
- [28] 王亚飞. SPAD 值用于小麦氮肥追施诊断的研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2008.
- [29] Peng S, Garcia F V, Laza R C, et al. Increased N use efficiency using a chlorophyll meter on high yielding irrigated rice [J]. Field Crops Res, 1996, 47: 243-252.
- [30] 赵天成, 刘汝亮, 李友宏, 等. 用叶绿素仪预测水稻氮肥施用量的研究[J]. 宁夏农林科技, 2008(6): 9-11.
- [31] 王立娟. 寒地玉米氮素调控及营养诊断技术的研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2008.
- [32] Vos J, Bom M. Hand-held chlorophyll meter: a promising tool to assess the nitrogen status of potato foliage [J]. Potato Research, 1993, 36: 301-308.
- [33] 聂向荣. 不同氮肥水平下马铃薯品质变化及氮素营养诊断的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2009.
- [34] Sanchez R A, Hall A L, Trapani N, et al. Effects of water stress on the chlorophyll content, nitrogen level and photosynthesis of leaves of two maize genotypes [J]. Photosynth Res, 1983, 4: 35-47.
- [35] John M S, Moore A. SPAD -chlorophyll response to nitrogen fertilization and evaluation of nitrogen status in dry land and irrigated pumpkins [J]. J Plant Nutri, 2002, 25(5): 1089-1100.
- [36] 苏云松, 郭春华, 陈伊里. 马铃薯叶片 SPAD 值与叶绿素含量及产量的相关性研究[J]. 西南农业学报, 2007, 20: 690-693.
- [37] 朱新开, 盛海君, 顾晶, 等. 应用 SPAD 值预测小麦叶片叶绿素和氮含量的初步研究[J]. 麦类作物学报, 2005, 25(2): 46-50.
- [38] Gaborcik N. Relationship between contents of chlorophyll (a + b) (SPAD values) and nitrogen of some temperate grasses [J]. Photosynthetica, 2003, 41: 285-287.
- [39] Blackmer T M, Schepers J S. Use of a chlorophyll meter to monitor nitrogen status and schedule fertigation for corn [J]. J Prod Agri, 1994, 8(1): 56-60.
- [40] 贾良良, 陈新平, 张福锁. 作物氮营养诊断的无损测试技术[J]. 世界农业, 2001(6): 36-37.
- [41] 王绍华, 曹卫星, 王强盛, 等. 水稻叶色分布特点与氮素营养诊断[J]. 中国农业科学, 2002, 35(12): 1461-1466.
- [42] Uddling J, Gelang-Alfredsson J, Piikki K. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD -502 chlorophyll meter readings [J]. Photosynth Res, 2007, 91: 37-46.