

叶绿素仪在东北春播玉米营养诊断施肥中的应用

焦颖 (辽宁职业学院, 辽宁铁岭 112099)

摘要 [目的]研究叶绿素仪在东北春播玉米营养诊断施肥中的应用。[方法]测定了叶片 SPAD 值, 叶片全氮、全磷和全钾, 及玉米相对产量。[结果]玉米 SPAD 值与玉米叶片全氮含量、施氮肥数量、玉米产量之间存在极显著的线性相关性。[结论]通过测量玉米 SPAD 来分析玉米氮素营养、预测东北春播玉米产量具有可行性。

关键词 叶绿素仪; 玉米; 营养诊断; 施肥

中图分类号 S513 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)31-0018-02

Application of Chlorophyll Meter in Nutrient Diagnosis and Fertilization of Spring Maize in Northeast China

JIAO Ying (Liaoning Vocational College, Tieling, Liaoning 112099)

Abstract [Objective] To research the application of chlorophyll meter in nutrient diagnosis and fertilization of spring maize in northeast China. [Method] We detected the leaf SPAD value, leaf total nitrogen, total phosphorus, total potassium, and maize relative yield. [Result] Maize SPAD had extremely significant linear correlation with leaf total nitrogen content, nitrogen application dosage and maize yield. [Conclusion] It was feasible to forecast the yield of spring maize in northeast China by measuring the SPAD and analyzing the maize nitrogen nutrition.

Key words Chlorophyll meter; Maize; Nutrient diagnosis; Fertilizer application

植物的叶片叶绿素含量与叶片含氮量密切相关, 因此可通过测定叶绿素含量来监测植物氮素状况^[1]。据此原理, 日本的 MINOLTA 公司先后设计推出了 SPAD-501 叶绿素仪与 SPAD-502 叶绿素仪, 用来进行田间作物氮素诊断及施肥推荐。我国已经广泛开展采用叶绿素仪进行玉米的氮素诊断和氮肥推荐的研究。李志宏研究叶绿素仪在夏玉米氮营养诊断中的应用时发现, 应用叶绿素仪 (SPAD-502) 监测夏玉米氮营养状况的最佳测定部位为叶基部开始 40%~70% 区域, 该部位叶绿素仪测定值与玉米全氮、施氮量及产量间均有较好的相关性^[2]。为消除品种和生长环境的不同对 SPAD 值的影响, 李占成等^[3]均采用相对叶绿素仪测定值校正法, 提高叶绿素仪对玉米追肥推荐中氮营养状况的预测精度, 但无法完全消除外部因素对叶绿素值的影响, 甚至会影响叶绿素仪发挥其快速、简便的特点。而不同的玉米品种在不同的生长阶段, SPAD 值差异较大, 需要针对不同玉米品种建立不同的 SPAD 值的诊断标准。该研究在东北地区通过 3414 试验设计, 研究玉米叶绿素仪测定值在东北春播玉米营养诊断施肥中的作用, 旨在提高玉米营养诊断准确度和肥料利用效率。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2015 年在辽宁职业学院农艺学院实训基地进行。供试土壤为壤土, 试验地基础肥力为有机质 21.05 g/kg、全氮 1.59 g/kg、全磷 0.56 g/kg、全钾 24.73 g/kg、碱解氮 108.49 mg/kg、有效磷 29.00 mg/kg、有效钾 137.90 mg/kg、pH 6.17。

1.2 材料 供试肥料分别为尿素 (含氮 46.4%)、过磷酸钙 (含 P₂O₅ 12%)、氯化钾 (含 K₂O 62%)。供试玉米品种为中农大 369。

1.3 试验设计 采用 3414 方案处理, 3 个因素分别是氮、磷、钾, 共 4 个水平, 14 个处理。其中 4 个水平分别为 0 水平即不施肥, 2 水平指当地最佳施肥量的近似值, 1 水平 = 2 水平 × 0.5, 3 水平 = 2 水平 × 1.5。具体设计方案见表 1。该试验设有 3 次重复, 14 个处理随机排列。小区长 10 m, 6 条垄一个小区, 垄宽 0.60 m, 小区面积 39.6 m²。

磷、钾肥作为底肥一次性施入, 氮肥的 40% 作为底肥, 60% 作为追肥在大喇叭口期施入。施肥量见表 2。

表 1 3414 不同处理纯养分用量

Table 1 Pure nutrient dosages in different treatments of 3414

处理 Treatment	纯养分用量 Dosage of pure nutrient kg/hm ²		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0
N ₀ P ₂ K ₂	0	90.0	105.0
N ₁ P ₂ K ₂	105.0	90.0	105.0
N ₂ P ₀ K ₂	210.0	0	105.0
N ₂ P ₁ K ₂	210.0	45.0	105.0
N ₂ P ₂ K ₂	210.0	90.0	105.0
N ₂ P ₃ K ₂	210.0	135.0	105.0
N ₂ P ₂ K ₀	210.0	90.0	0
N ₂ P ₂ K ₁	210.0	90.0	52.5
N ₂ P ₂ K ₃	210.0	90.0	157.5
N ₃ P ₂ K ₂	315.0	90.0	105.0
N ₁ P ₁ K ₂	105.0	45.0	105.0
N ₁ P ₂ K ₁	105.0	90.0	52.5
N ₂ P ₁ K ₁	210.0	45.0	52.5

1.4 测定项目及方法

1.4.1 叶片 SPAD 值的测定。用 SPAD 分析仪 (SPAD-502, 日本) 测定玉米叶片的叶绿素读数。拔节期测定最上部完全展开叶的中间部位, 抽雄期测定穗位叶, 在叶缘和叶脉之间, 叶尖和叶鞘中部进行测定。每个小区随机抽取无损伤且长势均匀的 20 株进行测定。

1.4.2 叶片全氮、全磷和全钾的测定。分别在拔节期、抽雄期与测 SPAD 值的同一天每个小区随机抽取 3 株全株玉米和 10 片测定过叶片, 烘干后粉碎。样品粉碎后, 采用 H₂SO₄

基金项目 辽宁省教育厅科学研究项目资助 (L2014550)。

作者简介 焦颖 (1980—), 女, 辽宁沈阳人, 讲师, 硕士, 从事土壤肥料研究。

收稿日期 2017-08-28

-H₂O₂ 消煮,采用凯氏定氮法测定全氮,用钒钼黄比色法测定全磷,用火焰光度计测定全钾。

1.4.3 相对产量的测定。每个小区除去两侧边行后称取所有玉米穗总重,再从每个小区随机选取 5 穗玉米,烘干称重测定含水量。

1.5 数据处理 试验数据用 Excel 2003 和 SPSS 11.5 进行分析。

表 2 3414 不同处理施肥量

Table 2 Fertilizer application dosages in different treatments of 3414 kg/hm²

处理 Treatment	底肥 Base fertilizer		追肥 Topdressing	
	尿素 Urea	过磷酸钙 Calcium superphosphate	氯化钾 Potassium chloride	尿素 Urea
N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0	0
N ₀ P ₂ K ₂	0	750.0	169.35	0
N ₁ P ₂ K ₂	90.52	750.0	169.35	135.78
N ₂ P ₀ K ₂	181.03	0	169.35	271.55
N ₂ P ₁ K ₂	181.03	375.0	169.35	271.55
N ₂ P ₂ K ₂	181.03	750.0	169.35	271.55
N ₂ P ₃ K ₂	181.03	1 125.0	169.35	271.55
N ₂ P ₂ K ₀	181.03	750.0	0	271.55
N ₂ P ₂ K ₁	181.03	750.0	84.68	271.55
N ₂ P ₂ K ₃	181.03	750.0	254.03	271.55
N ₃ P ₂ K ₂	271.55	750.0	169.35	407.33
N ₁ P ₁ K ₂	90.52	375.0	169.35	135.78
N ₁ P ₂ K ₁	90.52	750.0	84.68	135.78
N ₂ P ₁ K ₁	181.03	375.0	84.68	271.55

2 结果与分析

2.1 叶绿素仪测定值与叶片全氮的相关性 由图 1、2 可知,在玉米拔节期、抽雄期玉米叶片全氮含量随 SPAD 值增加而升高,二者的相关系数分别为 0.8973、0.7273,均在 0.01 水平呈极显著线性关系。

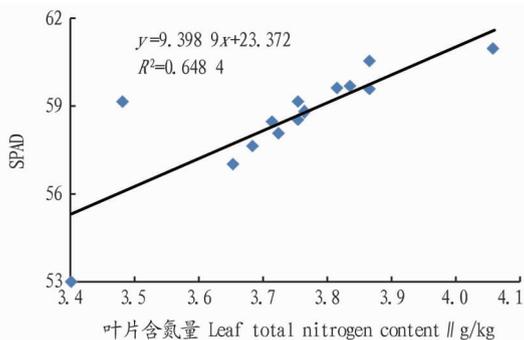


图 1 拔节期玉米 SPAD 与叶片全氮含量的相关性

Fig. 1 Correlation between SPAD and leaf total nitrogen content at jointing stage

该结果与 Smeal 和 Zhang^[3] 的报道相近。Smeal 和 Zhang 的研究表明,除生长早期叶绿素仪读数和叶片全氮相关性不显著外,生长中期开始,二者相关性达到极显著水平。这说明用田间条件下的叶绿素仪读数反映玉米氮素营养状况有一定的准确性。

2.2 施氮肥水平与叶绿素仪测定值的相关性 施氮可以提高玉米叶片的 SPAD 值^[5],由图 3 可知,无论是拔节期还是

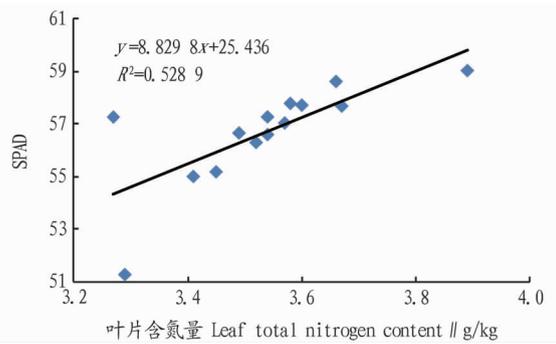


图 2 抽雄期玉米 SPAD 与叶片全氮含量的相关性

Fig. 2 Correlation between SPAD and leaf total nitrogen content at tasseling stage

抽雄期,玉米叶片的 SPAD 值均随施氮量的增加而升高,二者之间相关性达到了极显著水平。但抽雄期叶片 SPAD 值随施氮量增加而升高的幅度小于拔节期,说明拔节期 SPAD 值对供氮响应更敏感。这与夏文豪等^[6] 研究结果一致。

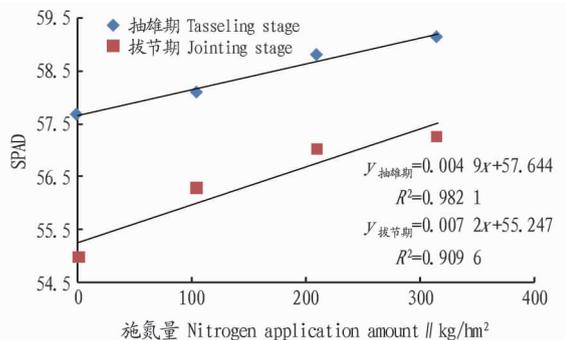


图 3 玉米不同生育期施氮量与叶片 SPAD 的相关性

Fig. 3 Correlation between nitrogen application amount and leaf SPAD at different growth stages of maize

3.3 叶绿素仪测定值与玉米产量的相关性 玉米叶片叶绿素能够提高玉米的光合作用,增加干物质积累,提高玉米产量。因此,叶绿素仪测定值在一定生育期与玉米相对产量呈正相关。由图 4、5 可知,14 个处理在玉米拔节期与灌浆期玉米产量与 SPAD 相关性。在这 2 个时期,二者相关性均达到了极显著相关水平,说明在该时期用 SPAD 值预测玉米产量具有代表意义。

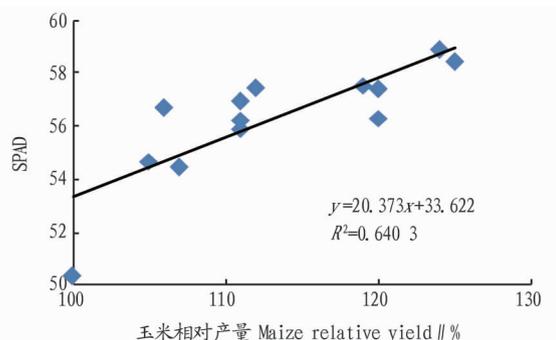


图 4 拔节期玉米相对产量与 SPAD 的相关性

Fig. 4 Correlation between maize relative yield and SPAD at jointing stage

施入比例无显著关系,这与氮肥的移动性大有一定的关系。随着施入比例的增加,小麦难以一时吸收完毕,遇后期雨水会淋洗下渗,对后期土壤全氮含量影响不显著^[10-11]。同样,各处理间有效钾和速效磷无显著差异。

表4 不同处理对土壤理化性质的影响

Table 4 Effects of different treatments on the soil physical and chemical properties

处理编号 Treatment code	有机质 Organic matter g/kg	全氮 Total nitrogen g/kg	有效磷 Available phosphorus mg/kg	速效钾 Available potassium mg/kg
T ₁	17.4 a	1.30 a	37.5 a	124 a
T ₂	19.0 bc	1.11 a	38.1 a	126 a
T ₃	19.2 c	1.15 a	37.9 a	134 a
T ₄	19.5 c	1.07 a	37.0 a	122 a
T ₅	18.8 ab	1.09 a	38.0 a	129 a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences ($P < 0.05$)

3 结论与讨论

合理的氮肥运筹是实现晚播小麦优质高产的重要措施。该试验结果表明,随着基肥施用量的逐渐增加,生育前期无效分蘖比例大,分蘖成穗率低,以主茎成穗为主,有效穗降低,后期增加氮肥用量能更好地延缓分蘖的两极分化进程,从而促进单位面积有效穗数的增加。但对产量构成因素中穗粒数、千粒重影响不大,即氮肥运筹主要是通过增加有效穗来提高晚播小麦产量水平。T₃处理(基肥:分蘖肥:倒3叶肥:旗叶肥=50:10:30:10)的有效穗、实收产量也最高,但千粒重、穗粒数最低,说明后期施肥比例还需进一步研究,从而提高其他产量构成因素,实现增产。

通过对不同处理小麦籽粒品质的检测发现,总氮量不变的情况下,随着基肥施用量的增加,小麦整体籽粒品质降低,说明合理的基肥施用量及完善的后期追肥比例是实现晚播

小麦优质高产的有效途径。同时,随着基肥施用量的增加,各处理区的土壤肥力性质显示,加大一定的基肥施用量可提高土壤有机质含量,全氮含量与基肥氮施用量无显著关系,而与后期氮肥施用比例是否存在关系还需进一步研究论证。

该研究结果显示,在总氮保持一定的条件下,基肥施用比例增加,促进分蘖增加有效穗,但超过一定的施用量,有效穗开始下降。其中,T₃处理,即基肥施用比例50%的有效穗和产量最高。后期施肥量对小麦千粒重、穗粒数性状以及品质性状影响较大。基肥施用量还需进一步验证,结合小麦前期根系生长情况的考查,后期干物质生长量的统计,以及叶片相关性状指数的后续调查,完善后期施肥比例,进一步探讨晚播小麦合理的氮肥运筹方案,为该地区晚播小麦高产稳产优产栽培提供理论支持及实践依据。

参考文献

- [1] 潘玉良,熊南国,郭晨成,等.晚播小麦生育特点及适宜密度研究[J].大麦与谷类科学,2011(3):25-30.
- [2] 张金宝,秦霞,孙佩贤,等.黄淮麦区种植密度对晚播冬小麦花后氮素代谢和利用率的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2010,38(12):112-116.
- [3] 张耀兰,曹承富,李华伟,等.氮肥运筹对晚播冬小麦产量、品质及叶绿素荧光特性的影响[J].麦类作物学报,2013,33(5):965-971.
- [4] 席晋飞,杨珍平,张定宇,等.肥密运筹对晋中晚播小麦籽粒产量及品质的影响[J].山西农业大学学报(自然科学版),2012,32(2):112-117.
- [5] 陈根祥,吴建中,朱傅祥,等.晚播小麦生育特点及适宜密度研究[J].安徽农学通报,2009,15(2):74-77,85.
- [6] 刘建华,牛俊义,闫志利,等.肥密水平对不同基因型冬小麦籽粒灌浆特性的影响[J].中国生态农业学报,2009,17(4):656-660.
- [7] 雷钧杰,宋敏.播种期与播种密度对小麦产量和品质影响的研究进展[J].新疆农业科学,2007,44(S3):138-141.
- [8] 李强,王朝辉,戴健,等.氮肥调控与地表覆盖对旱地冬小麦氮素吸收及残留淋失的影响[J].中国农业科学,2013,46(7):1380-1389.
- [9] 曹倩,贺明荣,代兴龙,等.密度、氮肥互作对小麦产量及氮素利用效率的影响[J].植物营养与肥料学报,2011,17(4):815-822.
- [10] 闫湘,金继运,何萍,等.提高肥料利用率技术研究进展[J].中国农业科学,2008,41(2):450-459.
- [11] 张金宝,秦霞,孙佩贤,等.黄淮麦区种植密度对晚播冬小麦花后氮素代谢和利用率的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2010,38(12):112-116,122.

(上接第19页)

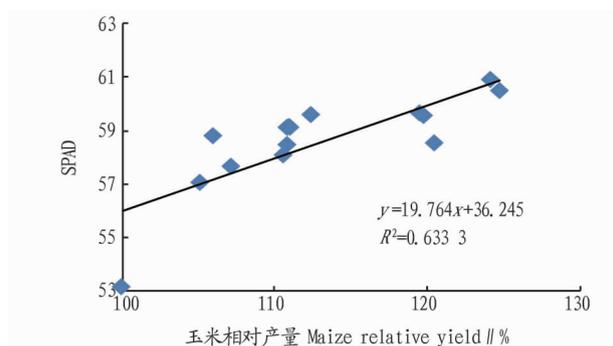


图5 抽雄期玉米相对产量与SPAD的相关性

Fig. 5 Correlation between maize relative yield and SPAD at tasseling stage

3 小结

该研究表明,玉米SPAD与玉米叶片全氮含量、施氮肥数量、玉米产量之间存在极显著的线性相关性。通过测量玉米SPAD来分析玉米氮素营养,预测玉米产量具有可行性。

参考文献

- [1] 李志宏,刘宏斌,张云贵.叶绿素仪在氮肥推荐中的应用研究进展[J].植物营养与肥料学报,2006,12(1):125-132.
- [2] 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.
- [3] 李占成,李玮,梁秀枝,等.绿素仪在玉米氮营养诊断及推荐施肥中的研究与应用[J].作物杂志,2011(4):58-62.
- [4] SMEAL D,ZHANG H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn[J]. Communications in soil science and plant analysis,1994,25(9/10):1495-1503.
- [5] 童淑媛,宋凤斌.SPAD值在玉米氮素营养诊断及推荐施肥中的应用[J].农业系统科学与综合研究,2009,25(2):233-238.
- [6] 夏文豪,刘涛,关钰,等.硝酸盐反射仪和SPAD法对玉米氮素营养诊断的比较[J].中国生态农业学报,2016,24(10):1339-1345.