

## 不同玉米品种生育期叶片 SPAD 值的比较

王园园 (黑龙江省农业科学院佳木斯分院, 黑龙江佳木斯 154007)

**摘要** 利用 SPAD-502 叶绿素仪测量不同品种生育期不同叶片部位的 SPAD 值, 研究不同玉米品种间叶绿素水平的差异。结果显示, 玉米大喇叭口期、抽丝期和灌浆期叶片 SPAD 值的变化趋势不相同, 各玉米品种间 SPAD 值变化趋势一致。玉米同一叶片不同位置 SPAD 值存在差异, 叶片基部 SPAD 值与叶绿素含量相关系数为 0.931 1, 叶片中部 SPAD 值与叶绿素含量相关系数为 0.962 9, 叶片尖部 SPAD 值与叶绿素含量相关系数 0.870 7。叶片中部 SPAD 值与叶绿素含量相关性较高。

**关键词** SPAD 值; 叶绿素含量; 玉米; 相关系数

中图分类号 S513 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)16-0045-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.16.011



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Comparison of Leaf SPAD Values of Different Maize Varieties in Different Growth Periods

WANG Nan-nan (Jiamusi Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi, Heilongjiang 154007)

**Abstract** SPAD-502 chlorophyll meter was used to measure different breed SPAD values at different leaf parts in different growth periods. Differences in chlorophyll levels of different corn varieties were analyzed. Results showed that the change trend of SPAD values varied at big trumpet stage, spinning stage and filling stage, SPAD values of different maize varieties showed the same change trend. There were differences in SPAD values in different leaf positions of the same maize leaf. The correlation coefficient between the SPAD value and chlorophyll content at leaf base was 0.931 1, the correlation coefficient between the SPAD value and chlorophyll content at the middle leaf was 0.962, 9, and the correlation coefficient between the SPAD value and chlorophyll content at the leaf tip was 0.870 7. There were high correlation between SPAD value and chlorophyll content in middle part of leaf.

**Key words** SPAD values; Chlorophyll content; Maize; Correlation coefficient

叶绿素含量与光合作用的性能密切相关, 在一定程度上反映了前一段的肥水措施及根系生活力的状况。叶绿素检测仪携带方便、测定简便而迅速, 在野外直接测定 SPAD 值 (Soil and Plant Analyzer Development), 可较好反映叶绿素浓度, 尤其是该方法不损坏叶片, 因此还可以做连续的动态测定<sup>[1-13]</sup>。研究显示, 作物叶片叶绿素含量与 SPAD 值有显著相关性<sup>[14]</sup>。朱新开<sup>[15]</sup>应用 SPAD 值预测小麦叶片叶绿素和氮含量。柯炳娟等<sup>[16]</sup>指出, 叶绿素在植物叶片中的分布会因物种、测定时期、测定位置的不同而不同。童淑媛等<sup>[17]</sup>指出, 研究玉米不同叶位叶片 SPAD 值的变化。鉴于此, 笔者利用叶绿素仪测量不同品种不同时期不同叶片部位的 SPAD 值, 研究不同玉米品种间叶绿素水平的差异, 相同品种的玉米叶片上不同测量位置与叶绿素含量的关系。

## 1 材料与与方法

**1.1 试验地概况** 试验于 2018 年黑龙江省农业科学院佳木斯分院试验地进行, 前茬作物大豆, 土壤条件: 碱解氮含量 148.08 mg/kg, 有效磷含量 131.61 mg/kg, 速效钾含量 230.23 mg/kg, 全氮含量 2.4 mg/g, 全磷含量 3.1 mg/g, 全钾含量 35.2 mg/g, pH 6.4。

**1.2 试验材料** 供试玉米品种为中正 331、迪卡 517、新合 916、邦玉 917、合玉 25 和禾育 187。SPAD-502 叶绿素仪由日本美能达公司生产。

**1.3 测定内容及分析方法** 每个品种 4 行, 垄长 4.5 m, 3 次重复, 管理同大田。玉米整株叶片按其功能, 也可粗略地划

分为根叶组、茎叶组和穗(粒)叶组 3 组, 每叶片数各占全株总叶片数的 1/3 左右。在玉米大喇叭口期、抽丝期和灌浆期, 将玉米可见叶片分为上部、中部和下部, 分别测量叶片 SPAD 值。选取玉米中部叶片采用丙酮:乙醇(1:1)混合液浸提法测定叶绿素含量。

**1.4 数据分析** 采用 Excel 软件进行绘图和统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同时期玉米上部、中部和下部叶片 SPAD 值比较** 将玉米叶片分为上部叶片、中部叶片和下部叶片 3 部分, 则 6 个玉米品种的中部叶片 SPAD 值均大于上部叶片 SPAD 值和下部叶片 SPAD 值(图 1、2、3), 这是由于玉米叶片随着生育进程的进行, 下部叶片最先生长并衰老, 叶片功能期短。叶片衰老在内部结构上表现为叶绿素含量降低, 叶绿体结构和功能发生变化。在玉米大喇叭口期, 下部叶片完全展开, 叶片 SPAD 值均高于上部叶片 SPAD 值。上部叶片刚生长出来叶绿素含量不高, 之后叶绿素含量逐渐增加。在玉米灌浆期, 下部叶片衰老叶片 SPAD 值均低于上部叶片 SPAD 值。当叶绿素含量降低时, 下部叶片 SPAD 值呈下降趋势。

**2.2 SPAD 值与叶片测量位置关系** 以玉米抽丝期为例, 测量中正 331、迪卡 517、新合 916、邦玉 917、合玉 25 和禾育 187 棒三叶, 分别测得叶片基部、叶片中部和叶片尖部 SPAD 值, 与各品种棒三叶叶绿素含量相比较(图 4、5、6)。各玉米叶片不同位置叶片 SPAD 值不同, 同一部位叶片上的 SPAD 值都是叶中部>叶基部>叶尖部。不同品种不同部位 SPAD 值差异极显著。玉米叶片先由叶尖开始衰老, 伴随着叶绿素的降解, 再向叶边缘扩展, 最后整株叶片枯黄, 对于不同品种间规律趋于一致。基部叶片 SPAD 值与叶片叶绿素含量的线

**基金项目** 黑龙江省农业科学院院级科研项目(2019YYF015)。

**作者简介** 王园园(1982—), 女, 黑龙江加格达奇人, 助理研究员, 在读博士, 从事植物营养与土壤肥料研究。

**收稿日期** 2020-04-13

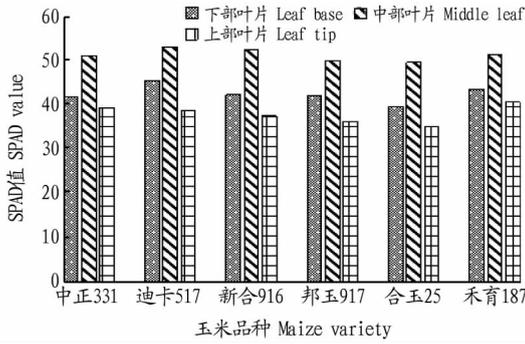


图1 大喇叭口期不同品种不同部位叶片 SPAD 值比较

Fig.1 Comparison of SPAD values in different leaf parts of different varieties at the stage of large trumpet mouth

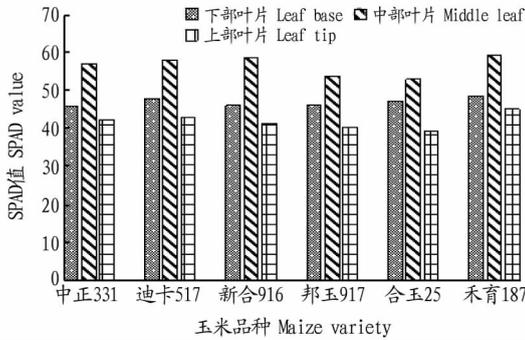


图2 抽丝期不同品种不同部位叶片 SPAD 值比较

Fig.2 Comparison of SPAD values in different leaf parts of different varieties at the stage of laddering period

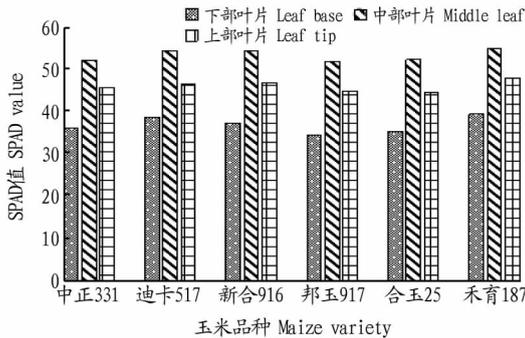


图3 灌浆期不同品种不同部位叶片 SPAD 值比较

Fig.3 Comparison of SPAD values in different leaf parts of different varieties at the stage of pustulation period

性回归方程为:  $y=0.1034x-0.1272$ , 叶片基部 SPAD 值与叶绿素含量相关系数为 0.9311。中部叶片 SPAD 值与叶片叶绿素含量的线性回归方程为:  $y=0.0929x+0.1295$ , 叶片中部 SPAD 值与叶绿素含量相关系数为 0.9629。上部叶片 SPAD 值与叶片叶绿素含量的线性回归方程为:  $y=0.1019x-0.1682$ , 叶片尖部 SPAD 值与叶绿素含量相关系数 0.8707。叶片中部 SPAD 值与叶绿素含量相关性较高。

### 3 结论与讨论

玉米生长发育进程不同,各叶片生育期内 SPAD 值的变化趋势也不相同,在玉米大喇叭口期、抽丝期和灌浆期,6个玉米品种的中部叶片 SPAD 值均大于上部叶片 SPAD 值和下部叶片 SPAD 值。在玉米大喇叭口期,6个玉米品种的下部

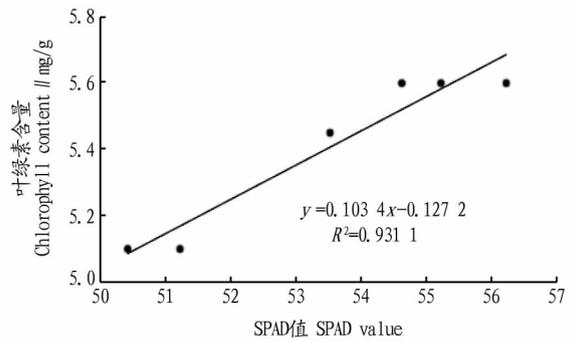


图4 叶片基部 SPAD 值与叶绿素含量相关性

Fig.4 Correlation between chlorophyll content and SPAD value at the base of leaf

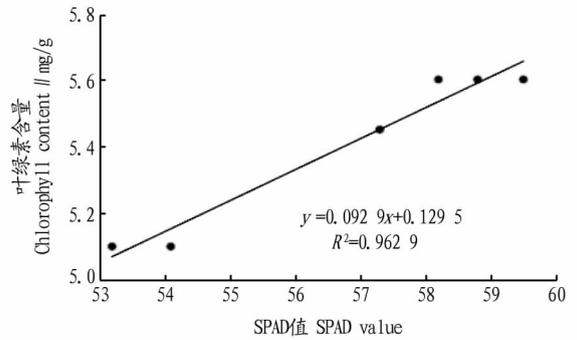


图5 叶片中部 SPAD 值与叶绿素含量相关性

Fig.5 Correlation between chlorophyll content and SPAD value at the middle part of leaf

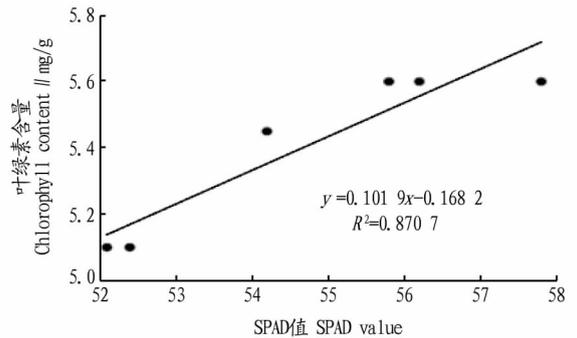


图6 叶片尖部 SPAD 值与叶绿素含量相关性

Fig.6 Correlation between chlorophyll content and SPAD value at the tip of leaf

叶片 SPAD 值均大于上部叶片 SPAD 值,这与该时期玉米生长特点有关,下部叶片已完全展开,上部叶片处于生长发育。在玉米灌浆期,6个玉米品种的上部叶片 SPAD 值均大于下部叶片。这与该时期玉米下部叶片衰老有关。玉米同一叶片不同位置叶片 SPAD 值是不同的,该试验结果显示,叶片基部 SPAD 值与叶绿素含量相关系数为 0.9311,叶片中部 SPAD 值与叶绿素含量相关系数为 0.9629,叶片尖部 SPAD 值与叶绿素含量相关系数 0.8707。叶片中部 SPAD 值与叶绿素含量相关性较高。在玉米大喇叭口期、抽丝期和灌浆期 SPAD 值变化趋势一致。利用 SPAD-502 叶绿素仪测量 6 个玉米叶片时,中部叶片 SPAD 值与叶绿素含量相关性均较

(下转第 133 页)

花色,并且花期基本涵盖四季;观叶类植物有25种,可以观赏叶色、叶形、叶质地;观形类植物有8种,观果类植物有2种。公园大量采用观花观叶类植物,利用季相搭配形成丰富的花叶景观,乔木选择上均看重树形选择,灌木更注重色彩和叶形选择。

植物栽植上整体以自然式为主,具体配植以乔木+草坪和乔木+灌木+草坪形式为主,整体营造疏朗开阔的景观空间效果;也有节点布置为灌木+草坪形式,植物选择依据植物群落所处的位置和旨在突出营造的景观氛围来进行,典型的植物群落搭配在色彩、季相、质感上均能够达到较为丰富的效果。

#### 4 讨论

桂溪生态公园在观赏植物选择上种类丰富,特地引入大量外来特色植物品种,形成多样的观赏类型,造景上采用丰富的层次搭配形式,在营造别致景观效果的同时也满足了生态需求。但仍有一些能够加强的部分:①公园常绿树种较落叶树种数量少,应当补充常绿树种满足冬季观赏需求;②在观赏特性方面可以适当增加冬季观花植物,丰富冬季季相景观,也可适当增加观果和观形的树种,为乔木+草坪群落带来更加丰富的观赏体验;③过多的自然式种植导致生长速度不一的部分植物景观效果杂乱无章,失去美感,应精细化地进行前期品种搭配和后期维护管理工作。整体而言,成都桂溪生态公园内观赏植物的品类与配植方式能为今后公园观

赏植物选择与种植提供一定参考。

#### 参考文献

- [1] 曹东波.城市生态文明建设的对策与建议[J].现代商业,2014(23):274-275.
- [2] 李德英.公园里的社会冲突:以近代成都城市公园为例[J].史林,2003(1):1-11,123.
- [3] 何平,彭重华.城市绿地植物配置及其造景[M].北京:中国林业出版社,2001.
- [4] 胡长龙.城市园林绿化设计[M].上海:上海科学技术出版社,2003:138-145.
- [5] 苏雪痕.植物造景[M].北京:中国林业出版社,2008:19-25.
- [6] 苏丕林.园林观赏植物和园林观赏植物的分类[J].湖北林业科技,1985(2):40-42.
- [7] 陈植.观赏树木学[M].北京:中国林业出版社,1984:4-21.
- [8] 龙韬.我国观赏植物资源研究现状及发展趋势[J].北京农业,2011(18):53-55.
- [9] 蒋君芳,张明海.成都:为建成美丽宜居公园城市发力[J].中华建设,2018(4):42-43.
- [10] 李晋,李发戈,徐朴.成都建设美丽宜居公园城市的SWOT分析及战略选择[J].四川行政学院学报,2018(5):100-104.
- [11] 刘司南,吕锐,王霞.参数化风景园林设计的方法实践:以成都市环城生态区桂溪生态公园景观为例[J].中国园林,2017,33(5):50-55.
- [12] 钟欢.城市公园儿童活动区植物景观应用研究初探:以成都市桂溪生态公园为例[J].四川建筑,2018,38(2):17-18.
- [13] 张天眷,罗媛媛,张梁.海绵城市理念在城市公园景观设计中的应用[J].山西建筑,2017,43(16):208-209.
- [14] 施福军,陈碧珍,王磊,等.南宁树木园观赏植物资源调查[J].安徽农业科学,2017,45(35):1-5.
- [15] 蔡殷知.观赏植物评价方法研究及评价模型应用:以铜钹山自然保护区野生观赏植物为例[D].南昌:江西农业大学,2013.
- [16] 王迎迎,李天保,张宗魁,等.济源市“四旁树”资源调查与环境生态分析[J].安徽农业科学,2019,47(23):130-134.
- [17] 王烁,常庆瑞,刘梦云,等.基于高光谱遥感的棉花叶片叶绿素含量估算[J].中国农业大学学报,2017,22(4):16-27.
- [18] 李改艳,陈康康,孙慧珍.不同测定时间 SPAD 值对估测叶绿素面积质量的影响[J].东北林业大学学报,2016,44(8):44-48.
- [19] 高鑫,高聚林,于晓芳,等.不同玉米品种叶片 SPAD 值估测模型的构建及其差异性研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2016,44(10):37-44.
- [20] 李媛媛,常庆瑞,刘秀英,等.基于高光谱和 BP 神经网络的玉米叶片 SPAD 值遥感估算[J].农业工程学报,2016,32(16):135-142.
- [21] 张丽,张中东,陶宏斌,等.利用玉米叶片 SPAD 值预测子粒蛋白质含量分析[J].玉米科学,2014,22(6):74-79.
- [22] 蔡红光,米国华,陈范骏,等.玉米叶片 SPAD 值、全氮及硝态氮含量的品种间变异[J].植物营养与肥料学报,2010,16(4):866-873.
- [23] 于亚利,贾文凯,王春宏,等.春玉米叶片 SPAD 值与氮含量及产量的相关性研究[J].玉米科学,2011,19(4):89-92.
- [24] 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.
- [25] 柯娟娟,贺立静,苏志尧.南方 4 种木本植物相对叶绿素含量指标及其分布[J].中南林业科技大学学报,2010,30(8):82-86.
- [26] 童淑媛,宋凤斌,徐洪文,等.玉米不同叶位叶片 SPAD 值的变化及其与生物量的相关性[J].核农学报,2008,22(6):869-874.

(上接第 46 页)

高。使用 SPAD-502 叶绿素仪测量玉米 SPAD 值时,应该选择玉米植株中部叶片,选择叶片的中部进行测量,尽量避免开叶脉,以免产生误差。

#### 参考文献

- [1] 董哲,杨武德,张美俊,等.基于高光谱遥感的玉米叶片 SPAD 值估算模型研究[J].作物杂志,2019(3):126-131.
- [2] 罗方,杨恒山,张玉芹,等.春玉米干物质积累及转运对种植模式和种植密度的响应[J].华北农学报,2019,34(2):124-131.
- [3] 高鑫,高聚林,于晓芳,等.基于不同玉米品种叶片高光谱的 SPAD 值估测模型研究[J].玉米科学,2016,24(2):108-114.
- [4] 刘露,彭致功,张宝忠,等.基于高光谱的夏玉米冠层 SPAD 值监测研究[J].水土保持学报,2019,33(1):353-360.
- [5] 葛君,姜晓君.施氮量对小麦旗叶光合特性、SPAD 值、籽粒产量及碳氮代谢的影响[J].天津农业科学,2019,25(3):1-4.
- [6] 乔润雨,刘文锋,刘泽群,等.绿色蔬菜叶片叶绿素含量与 SPAD 值相关性研究[J].国土与自然资源研究,2018(1):80-82.
- [7] 潘义宏,顾毓敏,杨森,等.不同品种中部烟叶 SPAD 值及其与叶绿素含量的相关性分析[J].河南农业大学学报,2017,51(2):156-162.