

烤烟叶片 CCI 值与叶绿素含量的相关性

师进霖, 陈恩波, 张 辉

(玉溪农业职业技术学院, 云南 玉溪 653106)

摘 要: 以烤烟品种 K326 为材料, 测定了烟叶的 CCI 值、叶绿素含量, 并进行相关性分析。结果表明, 叶绿素值与叶绿素含量存在极显著的正相关关系, 在叶片不同部位二者之间的决定系数 (R^2) 分别为叶基 0.8831, 叶中 0.934, 叶尖 0.8819, 用叶绿素计监测烤烟叶片最佳部位为中部。

关键词: 烤烟; CCI 值; 叶绿素含量

中图分类号: S 512.1; S 311

文献标识码: A

Correlation between CCI and chlorophyll content in flue-cured tobacco

SHI Jin-lin, CHEN En-Bo, ZHANG Hui

(Yuxi Agricultural Vocation-Technical College, Yuxi, Yunnan 653106, China)

Abstract: Cultivar K326 for flue-cured tobacco was used to study the correlation between CCI and the chlorophyll content in the tobacco leaves. The result showed a significant positive correlation between the chlorophyll meter reading and the chlorophyll content. The correlation coefficients (R^2) of CCI and chlorophyll content on different parts of a leaf were 0.8831 for the base, 0.934 for the middle portion, and 0.8819 at the tip. Therefore, the middle part of a leaf would be the best choice for testing CCI for tobacco's chlorophyll content. This measurement method also had the advantages of being simple and convenient to use, as well as, non-intrusive to the sample.

Key words: flue-cured tobacco; CCI; chlorophyll content

烤烟叶片叶绿素含量变化导致的叶色变化, 在生产上通常作为烟株营养管理和叶片成熟度判断的重要指标。而测定叶绿素传统方法取样、测定、数据分析等方面需耗费大量的人力、物力, 且时效性差。用叶绿素计测定已成为一种田间快速、活体无损监测叶片相对叶绿素浓度的有效方法^[1]。叶绿素计种类较多^[2], 其中以日本研发的 SPAD-502 应用最广, 有关 SPAD 值与叶绿素含量的关系在烤烟^[3]、水稻^[2]、玉米^[4]、小麦^[5]等已作了大量报道, CCM-200 (Opti-Sciences, Tyngsboro, Massachusetts, USA) 叶绿素计使用效果报道较少。为此, 开展了叶绿素计 CCM-200 的 CCI 值与叶绿素含量关系的研究, 旨在为烤烟营养状况监测与成熟度的判别提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

供试烤烟品种为 K326; 试验在玉溪农业职业技术学院试验农场进行。烟田土壤肥力中等, 排

灌良好。土壤有机质含量 $34.2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、全 N $1.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、有效 N $122.3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、Olsen-P $24.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、有效 K $124.26 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、pH 6.1。

每公顷施纯氮 135 kg, 施肥量按 N : P_2O_5 : K_2O 为 1 : 1.5 : 3 进行。肥源为烤烟专用复合肥 (12-12-24) 和过磷酸钙 (P_2O_5 18%)、硫酸钾 (K_2O 50%), 施肥量的 60% 作基肥施用, 40% 作追肥施用。追肥时间在移栽后 15~20 d 进行。

烟株 2005 年 5 月 5 日移栽, 7 月 1 日打顶, 留叶数 20 片, 7 月 20 日开始采收。按优质烟栽培管理规范进行田间管理。

1.2 测定项目与方法

在移栽后 50 d、65 d 进行测定, 随机选择 50 株测定, 将叶片部位按离叶基部相对距离的 10%~20%、30%~70% 和 85%~95% 分为叶基、叶中和叶尖 3 个位置。

CCI 值用 CCM-200 叶绿素仪测定。测定时选择无病虫害、无生理病斑、无机械损伤的叶片避开

收稿日期: 2009-05-25 初稿; 2010-09-15 修改稿

作者简介: 师进霖 (1970-), 硕士, 副教授, 主要从事作物设施栽培及作物生理研究工作 (E-mail: shijinLin2004@yahoo.com.cn)

基金项目: 玉溪农业职业技术学院学术带头人资助项目

叶脉，从叶缘和叶脉之间的中间部位测定，主脉两侧对称测定，将叶片的测定区每侧读 5~10 个数，两侧值平均后为该区的叶绿素值。在用叶绿素计测定后，在相同测定部位打孔取样带回实验室，用乙醇丙酮混合液法测定叶绿素浓度（CHL），叶绿素提取液在 645 nm 和 663 nm 波长下的吸光值利用 Arnon 公式计算叶绿素的浓度，并换算成每克鲜重的叶绿素含量，单位为 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ，FW。土壤养分按常规方法测定。

2 结果与分析

2.1 CCI 值与叶绿素含量的测定结果

移栽后 50 d 进行了 CCI 值与叶绿素含量测定，由表 1 可见，烤烟叶片的 CCI 值范围在 16.49~36.90。不同叶位与同一叶片不同部位 CCI 值存在差异，这为分析 CCI 值与叶绿素含量的相关性提供了可能。

表 1 烤烟叶片 CCI 值与叶绿素含量的测定结果
Table 1 CCI and chlorophyll in tobacco leaves (单位: $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{FW}$)

叶位	叶基				叶中				叶尖			
	CCI	总叶绿素	叶绿素 a	叶绿素 b	CCI	总叶绿素	叶绿素 a	叶绿素 b	CCI	总叶绿素	叶绿素 a	叶绿素 b
1	16.86	2.053	1.440	0.613	20.64	3.095	2.306	0.789	22.00	3.566	2.671	0.895
2	16.49	2.794	2.089	0.705	20.43	3.034	2.246	0.788	24.35	3.821	2.916	0.905
4	17.90	3.024	2.280	0.744	21.79	3.128	2.338	0.790	26.25	3.877	2.967	0.910
5	17.54	3.052	2.296	0.756	22.74	3.239	2.419	0.820	27.73	3.903	2.909	0.994
6	19.80	3.538	2.609	0.929	22.61	3.245	2.420	0.825	28.77	4.025	3.120	0.905
7	21.14	3.870	2.904	0.966	30.13	4.609	3.624	0.985	35.45	4.956	4.023	0.933
8	24.95	3.993	3.038	0.955	33.76	5.021	3.967	1.054	32.46	4.512	3.527	0.985
8	23.05	3.351	2.430	0.921	25.28	3.495	2.612	0.883	32.35	4.505	3.596	0.909
9	25.87	4.115	3.128	0.987	26.47	3.489	2.632	0.857	36.90	5.002	3.957	1.045
10	26.64	4.529	3.534	0.995	28.01	4.717	3.809	0.908	35.80	4.787	3.855	0.932
11	23.64	3.192	2.381	0.811	27.01	4.509	3.583	0.926	34.80	4.566	3.676	0.890
12	22.78	3.687	2.864	0.823	26.88	4.433	3.512	0.921	32.14	4.215	3.316	0.899
13	21.08	3.552	2.737	0.815	23.56	3.972	3.039	0.933	31.33	4.125	3.310	0.815
14	20.65	3.219	2.424	0.795	21.44	3.225	2.370	0.855	30.91	4.062	3.244	0.818
15	21.83	3.333	2.577	0.756	22.08	3.319	2.450	0.869	29.51	3.586	2.781	0.805
16	19.71	3.017	2.309	0.708	23.05	3.452	2.553	0.900	28.41	4.234	3.350	0.884

2.2 不同叶位及同一叶片不同部位的叶绿素含量比较

从表 1 可看出，下部叶片的叶基、叶中、叶尖叶绿素含量均较中部叶和上部叶低。而中部叶片值较大，第 15、16 片叶值又有所下降，主要原因是由于移栽 45 d 后，这几片叶尚处于生长期，叶绿素含量相对较低。

同一叶片不同部位之间叶绿素含量存在极显著差异，叶尖极显著大于叶中和叶基。这些反映了叶绿素的分布特点。作为大叶型作物，下部叶片由于受上部叶片的阴蔽，获得阳光较少，同时叶尖获得阳光较叶中和叶基较多，叶绿素在这些部位合成与积累较多，故而相对含量较高^[1]。

从图 1 可看出，叶中叶绿素计值与叶绿素浓度

之间的决定系数 (R^2) 为 0.934**，大于叶基和叶尖的 0.8831 与 0.8819，用 CCM-200 测定烤烟叶绿素含量的最佳部位应为叶中。本研究表明，移栽 50 d 后，不论是脚叶、腰叶，还是顶叶，各个部位叶片均以中部相关性最好，叶尖较弱。

2.3 烤烟叶片 CCI 值与总叶绿素、叶绿素 a、叶绿素 b 浓度的关系

移栽后 65 d 选用脚叶、腰叶和顶叶各叶片中部位置测定 CCI 值与总叶绿素、叶绿素 a、叶绿素 b，发现烤烟叶片 CCI 值与叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素含量之间的相关性均达到了极显著水平(图 2)，说明 CCI 值可以较好地反映叶片的叶绿素浓度，估测的准确度较高。CCI 值与叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素含量之间的决定系数 (R^2) 以

总叶绿素含量最高，为 0.9341，最低为叶绿素 b 含量 ($R^2=0.8584$)。根据相关回归方程可以快速估测叶片的叶绿素浓度，为进行栽培管理提供决策依据。

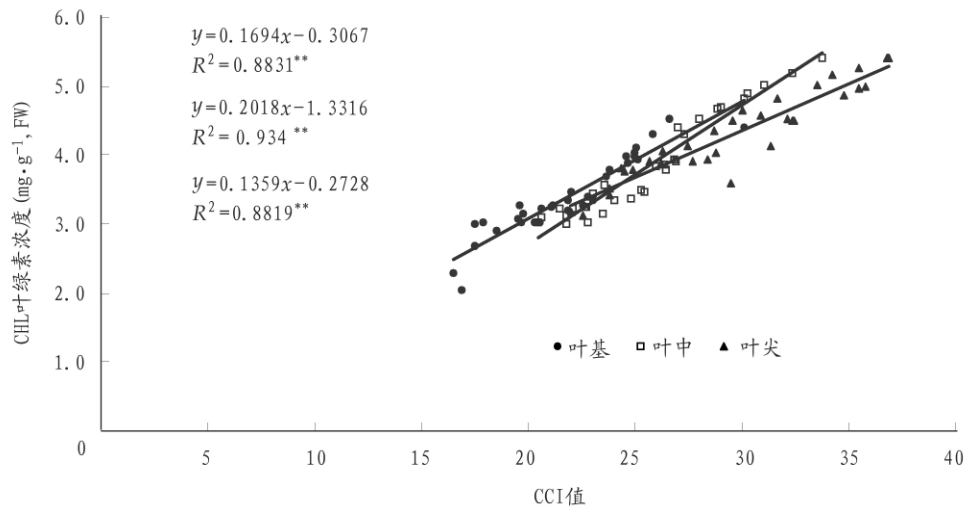


图 1 CCI 值与叶片不同部位叶绿素的关系

Fig 1 Correlations between CCI and chlorophyll content for different parts of a leaf

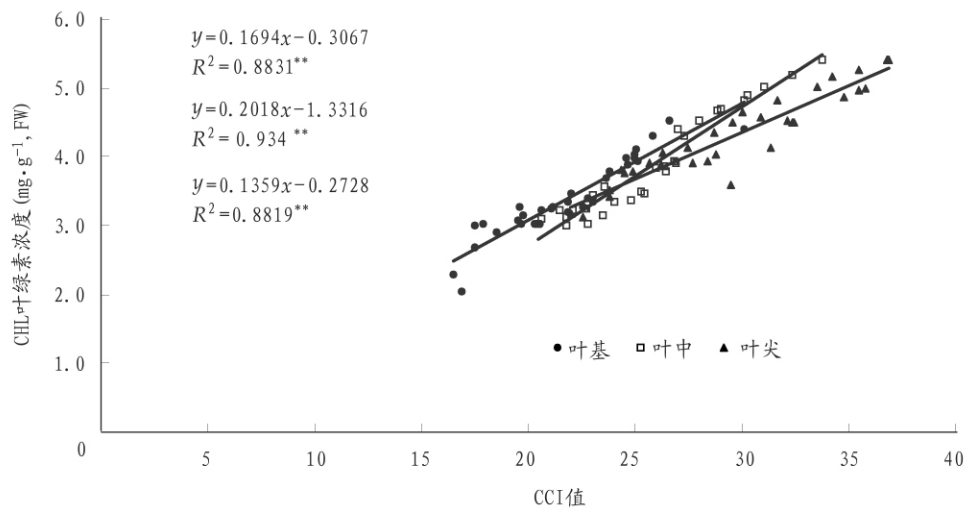


图 2 CCI 值与叶绿素含量的相关性

Fig 2 Correlation of CCI and chlorophyll content

3 讨 论

利用叶绿素计测定的值可以间接反映作物叶片叶绿素的含量及含氮量，还可以进一步预测作物的产量^[6-8]。李佛琳^[1]、徐照丽^[3]、曾建敏^[6]等的研究结果都证实了 SPAD 叶绿素计与叶绿素浓度之间存在显著的相关，其相关性可用方程 $y = ax + b$ 来拟合。并研究了 SPAD 值与烤烟氮素营养的关系，但对烤烟各个生长阶段诊断施氮量的叶绿素计标准值研究还不够系统与深入。

在烤烟生长后期叶片叶绿素含量与叶绿素计的读数关系比前期更为密切，即将进入成熟期不同叶位的叶片，叶绿素含量差异更大。生产中一般依据烟叶外观色泽来判断成熟度，常常会因判断者、品种、部位、地点等不同而产生不一致的结果，利用叶绿素计判别成熟度的结果有较好的应用前景^[3]。如何有效的利用叶绿素计来诊断烟叶成熟度，消除品种、生育阶段及生态环境影响，有待于进一步研究。

另外关于采用叶绿素计测定烤烟叶片的部位有

不同的认识。有认为最佳部位为叶基部^[3]，也有认为是叶中部^[1]。选择测定的位点必须满足两个基本原则^[2]，一是测定数据的稳定性。从叶片形态分析，越靠近基部，叶脉越大，常影响叶绿素计测定的稳定性；二是测定数据的代表性，不同位点所测值有较大差异。综合本研究结果来看，选用叶片中部位置较好，这与曾建敏^[6]的观点一致。

在利用叶绿素计测定烟叶时除考虑不同种类叶绿素计带来的数值不同外，还要考虑叶片的叶绿素含量因不同品种、不同氮肥施用水平、不同叶位、同一叶位的不同部位以及不同成熟度会有差异。因此，通过建立具有较好准确性和普适性叶绿素计与叶绿素浓度模型，为快速、简便、较精确、非破坏性地监测植物营养水平并能及时提供追肥所需的信息，值得进一步研究与验证。

参考文献：

[1] 李佛琳, 赵春江, 王纪华, 等. 应用叶绿素计诊断烤烟氮素营养状况 [J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13 (1): 136—

142.
[2] 李刚华, 丁艳锋, 薛利红, 等. 利用叶绿素计 (SPAD—502) 诊断水稻氮素营养和推荐追肥的研究进展 [J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11 (3): 412—416.
[3] 徐照丽, 李天福. SPAD—502 叶绿素仪在烤烟生中的应用研究 [J]. 贵州农业科学, 2006, 34 (4): 23—24.
[4] WASKOM R M, WESTFALL D G, SPELLMAN D E, et al. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter [J]. Soil Sci. Plant Anal., 1996, 27: 561—574.
[5] 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.
[6] 曾建敏, 姚恒, 李天福, 等. 烤烟叶片叶绿素含量的测定及其与 SPAD 值的关系 [J]. 分子植物育种, 2009, 7 (1): 56—62.
[7] 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]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9 (4): 401—405.
[8] 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.

(责任编辑：刘新永)