

不同荔枝品种叶片 SPAD 值与叶绿素含量 相关性的拟合曲线研究

邢其乡, 疏 冕, 刘薇薇, 邝 舒, 姚 青, 陈厚彬
(华南农业大学 园艺学院, 广东 广州 510642)

摘要:以 5 个荔枝 *Litchi chinensis* Sonn. 品种为试材, 对叶片叶绿素含量与叶绿素仪测定值 (SPAD 值) 的相关性及其拟合曲线进行了研究. 针对每个品种建立了最优拟合方程, 并对其实用性进行评价; 在 4 种拟合方程中, 乘幂方程是最优方程.

关键词:荔枝; 叶绿素仪; 拟合曲线; 相关性
中图分类号:S667.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-411X(2010)01-0117-02

Curve Fitting for Relationships Between SPAD Readings and Leaf Chlorophyll Content of Different Litchi Varieties

XING Qi-xiang, SHU Mian, LIU Wei-wei, KUANG Shu, YAO Qing, CHEN Hou-bin
(College of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: In the present experiment, five litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) varieties were employed. Relationship between chlorophyll contents and the chlorophyll meter readings (SPAD readings) were studied and the corresponding curves were fitted. For each variety, the best fitting curve was established, and its utility was assessed. Among the four types of fitting equations, the power equation was the best.

Key words: litchi; chlorophyll meter; fitting curves; relationship

氮素在植物的器官建造中有不可替代的作用. 氮含量对叶绿素含量的高低有着重要影响. 谢华等^[1]在冬小麦和夏玉米的研究中发现, 叶绿素含量与氮含量有响应关系. 试验室中, 一般采用凯氏定氮法测定植物中的氮含量, 需要叶片离体和预处理, 会造成树体的伤害. 农业生产中, 常用叶绿素仪来测定植物叶片的叶绿素相对值来表征氮的含量, 这一技术被称为叶绿素的非损伤测定技术 (Non-destructive measurement of leaf chlorophyll)^[2]. Vidal^[3]发现, 叶绿素仪可以测定植物叶片的绿色程度来表征叶片内的叶绿素含量和植物体中全氮含量有显著的相关性. 谢华等^[1]也指出, 叶绿素仪作为一种测量叶片叶绿素含量的仪器, 也可以作为测量作物含氮的仪器

使用, 具有快速、准确、简便的特点. 目前, 利用叶绿素仪进行氮的速测在玉米、小麦、水稻等作物上得到应用^[4,6]. 研究发现, 对于同种作物的不同品种, 回归方程是不同的, 在实际应用中有必要对每个品种建立一个相应的回归方程^[7]. 本试验对 5 个荔枝品种叶片中叶绿素含量和叶绿素仪测定值 (SPAD 值) 的回归曲线进行拟合, 进行两者的相关性研究, 探讨叶绿素仪在不同荔枝品种中应用的可行性.

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验在广东省阳西县华翔果场荔枝园进行, 以 10~20 年生的荔枝 *Litchi chinensis* Sonn. 品种‘妃子

笑’、‘三月红’、‘双肩玉荷包’、‘桂味’、‘白糖罍’为试材,每一品种随机选 10 株树作为试验对象.

1.2 测定方法

2007 年 12 月—2008 年 11 月,每隔 14 d 进行 1 次取样,共计取样 26 次. 每株在树冠中上部随机选 10 片末次梢成熟叶片,用叶绿素仪 (Minolta SPAD-502)测定叶片的 SPAD 值. 叶片测定后,摘下带回实验室,用乙醇丙酮混合提取法测定叶绿素绝对含量^[8-10].

利用 SPSS 13.0 数据分析软件分析数据,并进行直线方程、二次方程、对数方程和乘幂方程的拟合.

2 结果与分析

对 5 个品种叶片中 SPAD 值和叶绿素含量进行

曲线估计和相关性分析(表 1)发现,对于‘妃子笑’、‘三月红’、‘双肩玉荷包’、‘桂味’这 4 个品种,尽管使用 4 种方程进行曲线拟合时,相关性都达到了极显著水平,但乘幂方程拟合时 r 值分别为 0.408、0.308、0.744 和 0.736,比其他 3 种曲线的 r 值都高. 因此,乘幂方程可以作为‘妃子笑’、‘三月红’、‘双肩玉荷包’、‘桂味’叶片 SPAD 值和叶绿素含量拟合的最优方程.

对‘白糖罍’叶片 SPAD 值和叶绿素含量进行曲线估计和相关性分析(表 1)发现,4 种方程进行曲线拟合时,相关性都达到了极显著水平,但乘幂方程拟合时 $r=0.455$,比其他 3 种明显低. 直线方程和二次方程比对数方程的 r 值略高,但为简化方程,认为直线方程 $Y=13.6X-156.5$ 为最优方程

表 1 叶片叶绿素含量和 SPAD 值之间相关性的拟合方程和相关系数(r)
Tab. 1 Equations fitting for the relationship between chlorophyll content and SPAD readings and correlation coefficients (r)

品种	直线方程 $Y=b_1X+b_0$	对数方程 $Y=b_0+b_1\ln X$	二次方程 $Y=b_2X^2+b_1X+b_0$	乘幂方程 $Y=b_0X^{b_1}$
妃子笑	$Y=8.7X+88.0$ $r=0.340^{**}$	$Y=381.4\ln X-968.7$ $r=0.349^{**}$	$Y=-0.4X^2+45.8X-702.1$ $r=0.358^{**}$	$Y=14.0X^{0.923}$ $r=0.408^{**}$
三月红	$Y=7.7X+86.3$ $r=0.296^{**}$	$Y=386.4\ln X-1\,037.5$ $r=0.299^{**}$	$Y=-0.2X^2+30.8X-485.9$ $r=0.301^{**}$	$Y=18.4X^{0.824}$ $r=0.308^{**}$
双肩玉荷包	$Y=15.7X-213.4$ $r=0.732^{**}$	$Y=633.8\ln X-1\,919.3$ $r=0.736^{**}$	$Y=-0.4X^2+46.7X-835.0$ $r=0.738^{**}$	$Y=1.1X^{1.599}$ $r=0.744^{**}$
桂味	$Y=21.0X-447.5$ $r=0.720^{**}$	$Y=93.0\ln X-3\,038.8$ $r=0.722^{**}$	$Y=-0.4X^2+53.14X-1\,157.2$ $r=0.723^{**}$	$Y=0.2X^{2.038}$ $r=0.736^{**}$
白糖罍	$Y=13.6X-156.6$ $r=0.469^{**}$	$Y=658.8\ln X-2\,053.3$ $r=0.468^{**}$	$Y=-0.1X^2+14.5X-177.0$ $r=0.469^{**}$	$Y=2.5X^{1.357}$ $r=0.455^{**}$

1) ** 示 0.01 水平显著性相关($n=260$)

3 讨论

在进行荔枝 5 个品种叶片的 SPAD 值与叶绿素含量的曲线拟合过程中,只有‘白糖罍’要用直线方程进行拟合,而另外的 4 个品种,都用乘幂方程进行拟合. 这可能是因为‘白糖罍’相对于其他荔枝品种叶绿素含量、SPAD 值都比较高,其测定值偏向于方程的极限点. 若取消各方程中的常量,‘白糖罍’也使用乘幂方程 $Y=2.540X^{1.357}$ 进行拟合,可以得到 5 个品种乘幂方程的相近性, $Y=X^{1.618}$ 、 $Y=X^{1.567}$ 、 $Y=X^{1.625}$ 、 $Y=X^{1.620}$ 、 $Y=X^{1.595}$. 造成‘白糖罍’偏离的原因,还需要进一步研究.

艾天成等^[11]对夏季农作物叶片的叶绿素含量和 SPAD 值进行了研究,指出 $Y=a^X-1$ 是作物叶片叶

绿素含量与 SPAD 值相关性的最佳函数,并认为乘幂方程虽有好的相关性,但从模型曲线形态来看,形态不符,不赞成使用这种模型. 在本试验中,我们使用指数验证,SPAD 值与叶绿素含量拟合效果不如乘幂函数. 造成这种差异的原因可能是由于木本植物和草本植物两大植物类型的不同.

结合荔枝叶片的 SPAD 值与叶绿素含量的拟合方程 $Y=5.750X^{1.148}$,可以实现‘双肩玉荷包’和‘桂味’荔枝叶绿素含量的快速、无损检测. 但是,对于‘三月红’和‘妃子笑’2 个品种,由于其 SPAD 值和叶绿素含量相关系数在 4 个回归方程中都较低,因此,这 2 个品种可能不适合用叶绿素仪进行快速诊断.

在血中浓度不高,但子宫组织中的药物浓度仍可能处于较高的可达到治疗效果水平.

参考文献:

[1] 杨大伟,孙永学,严楚,等. 土霉素在患子宫内膜炎奶牛乳中的药动力学试验[J]. 中国兽医杂志,2008,44(10): 90-91.

[2] 陈杖榴. 兽医药理学[M]. 2版. 北京:中国农业出版社, 2002:214-216.

[3] NIELSEN P, GYRD-HANSEN N. Bioavailability of oxytetracycline, tetracycline and chlortetracycline after oral administration to fed and fasted pigs[J]. J Vet Pharmacol Ther, 1996, 19(4): 305-311.

[4] NOUWS J F, VREE T B. Effect of injection site on the bioavailability of an oxytetracycline formulation in ruminant calves[J]. The Veterinary Quarterly, 1983, 5(4): 165-170.

[5] RIGOS G, TYRPENOU, NENGAS I, et al. Poor bioavailability of oxytetracycline in sharpsnout sea bream *diplodus puntazzo*[J]. Aquaculture, 2004, 235(1-4): 489-497.

[6] GIRARDI C, RE G, FARCA A M, et al. Blood kinetics of sulfamonomethoxine and oxytetracycline following intrauterine spay injection in dairy cows[J]. Pharmacological Research, 1990, 22(2): 79-86.

[7] RONCADA P, ERMINI L, SCHLEUNING A, et al. Pharmacokinetics and residual behaviour in milk of oxytetracycline in cows following administration of uterine pessaries[J]. Journal of Veterinary Pharmacology & Therapeutics, 2000, 23(5): 281-285.

[8] AL-GUEDAWY S A. Effect of vehicle on intrauterine absorption of gentamycin in cattle[J]. Theriogenology, 1983, 19: 771-778.

[9] FUMUSO E, CHECURA C, LOSINNO L, et al. Endometrial tissue concentrations of enrofloxacin after intrauterine administration to mares[J]. Veterinary Research Communication, 2002, 26: 371-380.

[10] DALHOFF A, WEUTA H. Penetration of ciprofloxacin into gynecologic tissues[J]. American Journal of Medicine, 1987, 82: 133-138.

【责任编辑 柴 焰】

(上接第118页)

参考文献:

[1] 谢华,沈荣开,徐成剑,等. 水、氮效应与叶绿素关系试验研究[J]. 中国农村水利水电, 2003, 8: 40-43.

[2] STEELE M R, GITELSON A A, RUNDQUIST D C. A comparison of two techniques for nondestructive measurement of chlorophyll content in grapevine leaves[J]. Agronomy Journal, 2008, 100: 779-782.

[3] VIDAL I, LONGGERI L. Nitrogen uptake and chlorophyll meter measurements in spring wheat[J]. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 1999, 55: 1-6.

[4] ZOTARELLI L, CARDOSO E, PICCININ J, et al. Calibration of a Minolta SPAD-502 chlorophyll meter for evaluation of the nitrogen nutrition of maize[J]. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2003, 38: 1117-1122.

[5] TURNER F, JUND M. Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semidwarf rice[J]. Agronomy Journal, 1991, 83: 926-928.

[6] REEVES D, MASK P, WOOD C, et al. Determination of

wheat nitrogen status with hand held chlorophyll meter; Influence of management practices[J]. Journal of Plant Nutrition, 1993, 16: 781-796.

[7] HUANG Jian-liang, HE Fan, BURESH R J, et al. Determination of optimal nitrogen rate for rice varieties using a chlorophyll meter[J]. Field Crops Research, 2008, 105: 70-80.

[8] 李得孝,郭月霞,员海燕,等. 玉米叶绿素含量测定方法研究[J]. 中国农学通报, 2005, 21(6): 153-155.

[9] 潘玲玲,徐晓洁,谭晶晶,等. 分光光度法快速测定玉米叶片中的叶绿素[J]. 分析化学研究简报, 2007, 35(3): 413-415.

[10] 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.

[11] 艾天成,李方敏,周治安,等. 作物叶片叶绿素含量与SPAD值相关性研究[J]. 湖北农学院学报, 2000, 20(1): 6-8.

【责任编辑 柴 焰】