

香茅草叶绿素含量分析

周丽珠¹, 谷瑶^{1,2*}, 曾永明¹, 梁忠云¹, 李桂珍¹, 秦荣秀¹, 朱永杰²

(1. 广西壮族自治区林业科学研究院, 广西南宁 530002; 2. 北京林业大学经济管理学院, 北京 100083)

摘要 [目的]探讨不同浸提液对香茅草叶绿素含量测定的影响。[方法]采用分光光度法测定香茅草叶绿素的含量,并采用不同浸提液对比香茅草叶绿素提取效果。[结果]丙酮:甲醇=2:1混合浸提液对澳洲香茅草叶绿素的提取效果最佳,对爪哇香茅草、柠檬香茅草和泰国香茅草叶绿素的提取丙酮:乙醇=1:1混合浸提液效果最佳;4个香茅草品种中,柠檬香茅草的叶绿素含量最高,其次是泰国香茅草,爪哇香茅草和澳洲香茅草的叶绿素含量差异不显著;澳洲香茅草的叶绿素a、叶绿素b和总叶绿素含量均最低。叶绿素a/叶绿素b比值分别为澳洲香茅草3.89、爪哇香茅草4.35、柠檬香茅草4.55和泰国香茅草4.09。[结论]泰国香茅草在成林期比澳洲香茅草、爪哇香茅草和柠檬香茅草具有较高的光合性能和生长速率。

关键词 香茅草;叶绿素;浸提液;超声提取;含量测定

中图分类号 Q5-33;S38 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)10-0170-02

Analysis of Chlorophyll Content in *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf

ZHOU Li-zhu¹, GU Yao^{1,2}, ZENG Yong-ming¹ et al (1. Guangxi Zhuang Autonomous Region Academy of Forestry Research Institute, Nanning, Guangxi 530002; 2. School of Economics and Management, Beijing Forestry University, Beijing 100083)

Abstract [Objective] The research aimed to study the effect of different extracts on the chlorophyll content of *Cymbopogon citratus*. [Method] The chlorophyll content of *Cymbopogon citratus* was determined by UV spectrophotometry. And the effect of different extracts on chlorophyll extraction was compared. [Result] Acetone: methanol = 2:1 mixed extract had a better effect on the extraction of chlorophyll from the Australian *Cymbopogon citratus*. While the mixed extraction of the acetone and ethanol(1:1) had the best effect on the extraction of chlorophyll of Javanica *Cymbopogon citratus*, lemon *Cymbopogon citratus* and Thailand *Cymbopogon citratus*; Among these 4 different varieties of *Cymbopogon citratus*, the content of the chlorophyll was the highest in lemon *Cymbopogon citratus*, then Thailand *Cymbopogon citratus*. The difference of chlorophyll content in Javanica *Cymbopogon citratus* and Australian *Cymbopogon citratus* was not significant. The chlorophyll-a, chlorophyll-b and total chlorophyll content of Australian *Cymbopogon citratus* were the lowest among those four types of *Cymbopogon citratus*. The ratio of Chlorophyll a/chlorophyll b was 3.89 for Australia *Cymbopogon citratus*, 4.35 for Javanica type *Cymbopogon citratus*, 4.55 for lemon *Cymbopogon citratus* and 4.09 for Thailand *Cymbopogon citratus*. [Conclusion] The Thailand *Cymbopogon citratus* has higher photosynthetic performance and growth rate among those four types of *Cymbopogon citratus*.

Key words *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf; Chlorophyll; Extract; Ultrasonic extraction; Content determination

香茅草 [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf] 属禾本科香茅属, 因有柠檬香气, 故又被称为柠檬草, 为多年生草本植物, 最高可达 2 m^[1], 原产于亚洲, 印度、斯里兰卡、印尼、非洲等热带地区都有这种药草植物^[2]。香茅草中含有鞣质、蛋白质、萜烯类、甾体、萜类、黄酮类、酚类和挥发油等成分。香茅草的用途十分广泛, 目前对香茅草的研究主要集中在挥发油的提取和利用^[3-10], 柠檬香茅草和泰国香茅草挥发油主要成分均为 β -月桂烯、橙花醛、香叶醛; 爪哇香茅草挥发油主要成分为香茅醛、香茅醇、香叶醇、榄香醇; 澳洲香茅草挥发油主要成分为橙花醛、香叶醛^[8]。

叶绿素 (chlorophyll) 为广泛存在于植物中, 可用于食品添加剂和医药领域等^[11]。叶绿素优越的生物活性, 又无毒副作用, 且容易在蔬菜中获取, 具药食两用特性, 很受医疗领域青睐^[11]。光合作用是植物生长的重要能量来源和物质基础。而叶绿素含量和叶绿素 a/叶绿素 b 比值对光合速率有直接的影响, 其中叶绿素 a/叶绿素 b 比值减少时, 叶片的光合活性明显提高^[12-15], 国际上通用的分光光度法测定叶绿素 a 含量分为乙醇法和丙酮法。采用不同的方法进行叶绿素 a 测定, 其数值差异较大。20 世纪 80 年代初张宪政^[16]

提出了丙酮乙醇混合液浸提法, 证明利用混合液进行叶绿素浸提的可行性。进一步研究后发现, 混合液法比传统 Arnon 法提取叶绿素效率高、稳定性好^[17-18]。笔者通过不同浸提液对香茅草叶绿素的提取进行比较, 测定澳洲香茅草、爪哇香茅草、柠檬香茅草和泰国香茅草的叶绿素含量。

1 材料与方法

1.1 试验地自然概况 香茅草种植试验地位于广西林业科学研究院试验苗圃内 (108°21'E、22°56'N), 海拔 90~100 m, 该区域属亚热带季风气候, 年平均气温约为 21.6 °C, 极端最高气温 39.4 °C, 极端最低气温为 12.8 °C, 雨量充沛, 年降水量 1 304.2 mm, 平均相对湿度 79%^[19]。

1.2 仪器与药品 超声波水浴锅 (CS-24, 常州朗博仪器制造有限公司); UV-2550 型紫外-可见分光光度计; TP3200 电子天平。丙酮、甲醇和乙醇均为 AR 级, 蒸馏水自制。

1.3 样品准备 随机抽采 2017 年 8 月广西壮族自治区林业科学研究院试验苗圃内成龄香茅草鲜叶, 去除黄叶和枯叶, 洗净后切成 0.5 cm 每段, 备用; 按体积比配制浸提液 1 (80% 丙酮溶液)、浸提液 2 (无水乙醇: 丙酮 = 1:1)、浸提液 3 (无水乙醇: 丙酮: 水 = 2:2:1) 和浸提液 4 (甲醇: 丙酮 = 1:2), 备用。

1.4 试验方法 将一定量切碎处理后的香茅草样品, 放入试管中, 在试管中分别加入 10 mL 1、2、3 和 4 的混合浸提剂, 密封试管口。然后将盛有样品的试管置于超声水浴锅中, 在黑暗条件下超声一定时间后, 当肉眼观察叶组织完全变白

基金项目 广西壮族自治区科技计划项目 (桂林 AC17195034)。

作者简介 周丽珠 (1965—), 女, 广西南宁人, 高级工程师, 从事林化产品研究与开发工作。* 通讯作者, 工程师, 在读博士, 从事林化产品研发、林业经济管理研究。

收稿日期 2018-01-16; **修回日期** 2018-01-29

时,即说明浸提完全,收集浸提液。叶绿素 a 和叶绿素 b 的最大吸收波长分别为 663 和 645 nm,在 663 和 645 nm 波长下分别测定吸光度,以浸提液做空白对照,将所得数据按公式(1)、(2)和(3)分别计算不同品种的香茅草叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素含量(mg/g)。

$$\text{叶绿素 a} = (12.70A_{663} - 2.69A_{645}) \times V/1\,000 \times m \quad (1)$$

$$\text{叶绿素 b} = (22.90A_{645} - 4.67A_{663}) \times V/1\,000 \times m \quad (2)$$

$$\text{总叶绿素} = (8.02A_{663} + 20.21A_{645}) \times V/1\,000 \times m \quad (3)$$

式中, A_{663} 和 A_{645} 分别代表特定波长下叶绿素浸提液的吸光度; V 表示浸提液的体积(mL); m 表示所用香茅草组织鲜重(g)。

2 结果与分析

2.1 叶绿素浸提液的吸收光谱

采用不同浸提液对澳洲香茅草叶绿素进行提取,在分光光度计上扫描叶绿素浸提液的吸收光谱。结果表明(图 1),所得到的吸收光谱基本相似,长波长段的吸收峰也基本相似。说明所用浸提液针对叶绿素溶解的化学性质基本相同,采用公式(1)、(2)、(3)计算叶绿素含量。

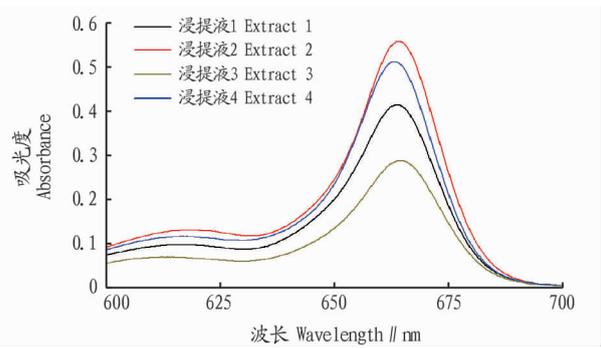


图 1 澳洲香茅草叶绿素在不同浸提液中的吸收光谱

Fig. 1 Absorption spectrum of chlorophyll of Australian *Cymbopogon citratus* in different extracts

2.2 不同浸提液对香茅草叶绿素浸提效果

从表 1 可以看出,不同浸提液对同一品种香茅草的叶绿素提取效果呈显著差异,其中浸提液 4 对澳洲香茅草叶绿素的提取效果明显好于其他混合浸提液,而浸提液 2 对爪哇香茅草、柠檬香茅草和泰国香茅草叶绿素的提取效果最佳。

表 1 不同浸提液对不同品种香茅草浸提效果比较

Table 1 Different extracts on different varieties of *Cymbopogon citratus*

品种 Variety	浸提液 Extract	叶绿素 a Chlorophyll a	叶绿素 b Chlorophyll b	总叶绿素 Total chlorophyll	mg/g
澳洲香茅草 <i>Australian Cymbopogon citratus</i>	1	0.999 5 ± 0.000 5 aA	0.319 8 ± 0.001 6 aA	1.319 2 ± 0.002 1 aA	
	2	0.902 7 ± 0.002 4 bA	0.224 9 ± 0.000 7 aA	1.127 6 ± 0.003 4 aA	
	3	0.520 8 ± 0.000 4 bA	0.157 3 ± 0.001 1 bA	0.678 1 ± 0.001 5 bA	
	4	1.273 0 ± 0.001 4 bA	0.327 0 ± 0.003 2 aA	1.600 0 ± 0.004 6 aA	
爪哇香茅草 <i>Javanica Cymbopogon citratus</i>	1	0.259 4 ± 0.011 4 cC	0.075 6 ± 0.003 5 aA	0.334 9 ± 0.014 9 cA	
	2	1.422 4 ± 0.001 9 aA	0.3270 ± 0.004 5 bB	1.749 4 ± 0.006 4 aA	
	3	0.324 3 ± 0.006 3 aA	0.099 2 ± 0.003 3 aA	0.423 5 ± 0.009 6 aA	
	4	0.745 3 ± 0.010 2 bB	0.174 8 ± 0.0041 bB	0.920 1 ± 0.014 3 bB	
柠檬香茅草 <i>Lemon Cymbopogon citratus</i>	1	1.258 7 ± 0.003 2 bB	0.282 4 ± 0.002 1 aA	1.541 1 ± 0.005 3 aA	
	2	2.110 7 ± 0.010 1 cC	0.463 7 ± 0.004 8 cC	2.574 4 ± 0.014 9 cC	
	3	0.305 3 ± 0.000 5 bB	0.092 2 ± 0.000 4 aA	0.397 5 ± 0.000 9 bB	
	4	0.941 7 ± 0.001 1 aA	0.220 5 ± 0.004 5 aA	1.162 2 ± 0.005 6 aA	
泰国香茅草 <i>Thailand Cymbopogon citratus</i>	1	1.342 5 ± 0.004 0 aA	0.342 5 ± 0.000 9 dD	1.685 0 ± 0.004 9 dD	
	2	1.770 7 ± 0.011 7 cC	0.432 5 ± 0.001 2 bB	2.203 2 ± 0.012 9 bcC	
	3	0.593 0 ± 0.006 3 dD	0.173 2 ± 0.012 4 cC	0.766 2 ± 0.018 7 cC	
	4	1.451 3 ± 0.000 9 aA	0.329 9 ± 0.001 6 aA	1.781 1 ± 0.002 5 aA	

注:表中数据为平均值 ± 标准误差。同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$);同列不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)

Note:The data in the table are mean ± standard error. Different lowercase letters in the same column indicate significant differences ($P < 0.05$); different capital letters indicate extremely significant differences ($P < 0.01$)

4 个香茅草品种中,柠檬香茅草的叶绿素含量最高,其次是泰国香茅草,爪哇香茅草和澳洲香茅草的叶绿素含量差异不显著。澳洲香茅草的叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素含量均最低。澳洲香茅草、爪哇香茅草、柠檬香茅草和泰国香茅草叶绿素 a/叶绿素 b 比值分别为 3.89、4.35、4.55 和 4.09。

3 结论

浸提法是采用分光光度计测定叶绿素常用的方法之一,该研究利用不同浸提液提取不同品种香茅草叶绿素,结果表明,丙酮:甲醇 = 2:1 混合浸提液对澳洲香茅草叶绿素的提取效果最佳,丙酮:乙醇 = 1:1 混合浸提液对爪哇香茅草、柠檬香茅草和泰国香茅草叶绿素的提取效果最佳。香茅草不同品种的叶绿素含量之间整体存在显著差异。从该试验结果

看,柠檬香茅草和泰国香茅草的叶绿素含量均明显高于爪哇香茅草和澳洲香茅草,另一方面澳洲香茅草和泰国香茅草的叶绿素 a/叶绿素 b 比值均低于爪哇香茅草和柠檬香茅草,说明泰国香茅草具有较高的光合作用能力和光合活性,能转化较多的光合产物,因此生长较快。由此可初步得出,在该立地条件下,泰国香茅草在成林期比澳洲香茅草、爪哇香茅草和柠檬香茅草具有较高的光合性能和生长速率,至于幼、中、成龄期的生长情况比较还有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 李军集,周丽珠,梁忠云,等. 香茅草种植加工与应用前景[J]. 安徽农业科学,2015,43(15): 254-255,271.
- [2] 欧阳炜. 广西产香茅草化学成分及抗炎镇痛作用的研究[D]. 南宁: 广西中医药大学,2013.

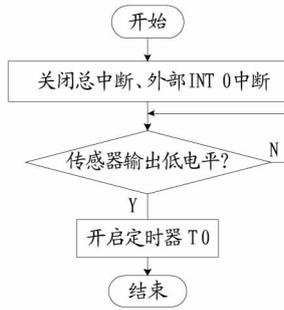


图7 外置设备控制中断程序流程

Fig. 7 External device control interrupt program flow

最终设计的阳台农场环境控制系统如图8所示。

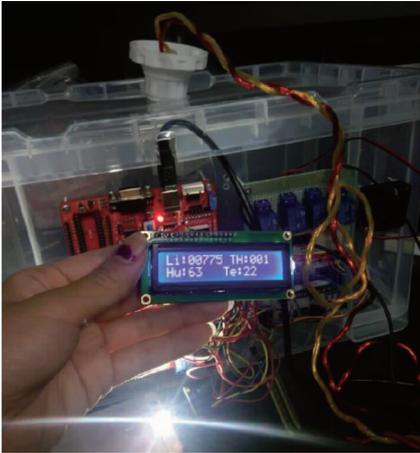


图8 阳台农场环境控制系统

Fig. 8 Balcony farm environment control system

4 结语

该研究设计的阳台农场环境控制系统可以实现空气湿度、空气温度、土壤湿度、光照强度的数据监测、显示及自动调控。系统可检测 21% ~ 91% 内的空气湿度,误差范围 $\pm 5\%$; 0 ~ 50 °C 的空气温度,误差范围 ± 2 °C; 光照测量范围为 1 ~ 65 535 lx; 土壤湿度的测量范围为 1% ~ 100%。该设计操作简单、成本低廉,使普通人就可以实现阳台农场管理,并实现科学种养殖。但系统在功能的多样性和自动化的程度上仍有很大的不足,比如没有远程调控功能和除病虫害的功能,这些缺点将在后续的研究中进行改进。

参考文献

- [1] 陈静,张骞,淮贺举,等. 郑州市城市农业发展现状与创新模式策略研究[J]. 中国农业资源与区划,2017,38(3):7-13.
- [2] 蔡淑芳,陈敏. 新生代白领的城市阳台农业种植意愿及影响因素研究[J]. 生态经济,2014,30(3):52-55,58.
- [3] 高锐涛,杨洲,曹玉华,等. 阳台蔬菜种植设备的优化设计[J]. 机械设计,2013,30(5):16-18.
- [4] 陈娜,陈立平,李斌,等. 阳台农业立体栽培自动控制系统设计及实现[J]. 农机化研究,2014(1):127-131.
- [5] 胡广宇. 阳台农业现状与发展趋势[J]. 中国园艺文摘,2017,33(6):38-39,144.
- [6] 王伟,王秀,姜凯,等. 温室智能装备系列之五十八 设施阳台农业水肥一体化装备技术[J]. 农业工程技术:温室园艺,2014(6):36.
- [7] 付少明,滕光辉,李志忠,等. 基于 Labview 的光照环境控制器智能监控系统[J]. 中国蔬菜,2016(9):71-76.
- [8] 冯澍,盛庆华,陈洁,等. 适用于阳台农业的智能植物看护系统[J]. 微型机与应用,2016,35(18):35-38.
- [9] 吴国娟,张润久,高默雷,等. 阳台植株养护机控制系统的设计与实现[J]. 天津农业科学,2014,20(1):112-114.

(上接第 171 页)

- [3] 程必强,许勇,喻学俭,等. 六种香茅属植物资源及精油成分[J]. 香料香精化妆品,1994(3):6-10.
- [4] CHUKWUOCHA U M, FERNÁNDEZ-RIVERA O, LEGORRETA-HERREIRA M. Exploring the antimicrobial potential of whole *Cymbopogon citratus* plant therapy [J]. Journal of ethnopharmacology, 2016, 193: 517-523.
- [5] COSTA G, GRANGEIA H, FIGUEIRINHA A, et al. Influence of harvest date and material quality on polyphenolic content and antioxidant activity of *Cymbopogon citratus* infusion [J]. Industrial crops and products, 2016, 83: 738-745.
- [6] BONFERONI M C, SANDRI G, ROSSI S, et al. A novel ionic amphiphilic chitosan derivative as a stabilizer of nanoemulsions: Improvement of antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* essential oil [J]. Colloids and surfaces B: Biointerfaces, 2017, 152: 385-392.
- [7] ADEGOKE G O, ODESOLA B A. Storage of maize and cowpea and inhibition of microbial agents of biodeterioration using the powder and essential oil of lemon grass (*Cymbopogon citratus*) [J]. International biodeterioration & biodegradation, 1996, 37(1/2): 81-84.
- [8] 李桂珍,梁忠云,周丽珠,等. 不同产地的香茅油化学成分分析研究[J]. 香料香精化妆品,2015(6):12-16.
- [9] 孟中磊,周丽珠,李军集,等. 枯萎霉变对柠檬型香茅草精油得率和主

- 成分含量的影响[J]. 生物质化学工程,2016,50(3):46-50.
- [10] 谷瑶,周丽珠,梁忠云,等. 广西北部湾经济区香茅系列产品的市场前景分析[J]. 北方园艺,2017(2):175-179.
- [11] 贺庆梅,杨晓清,李世标,等. 5 种市场常见辣椒叶绿素含量的比较[J]. 大众科技,2015,17(4):48-49.
- [12] 周竹青,张清良. 小麦品种(系)叶绿素含量变化及其与光合面积关系研究[J]. 孝感学院学报,2001,21(6):5-8.
- [13] 洪法水,魏正贵,赵贵文. 菠菜叶绿素的浸提和协同萃取反应[J]. 应用化工,2001,18(7):532-535.
- [14] 高岐,赵旭光,谭煜媚. 分光光度法测定-超声波提取植物韭菜中叶绿素含量的研究[J]. 食品工业科技,2007(8):166-167.
- [15] 林惠鸿,韦娇媚,朱积余,等. 水分胁迫下柚木叶绿素荧光动力学特性[J]. 广西林业科学,2015,44(3):239-243.
- [16] 张宪政. 植物叶绿素含量测定——丙酮乙醇混合液法[J]. 辽宁农业科学,1986(3):26-28.
- [17] 明华,胡春胜,张玉铭,等. 浸提法测定玉米叶绿素含量的改进[J]. 玉米科学,2007,15(4):93-95.
- [18] 韦立秀,王凌晖,杨振德,等. 几种相思树种叶绿素含量的比较研究[J]. 广西林业科学,2002,31(4):206-207.
- [19] 陈金艳,王坤,廖健明,等. 多穗柯扦插繁殖试验[J]. 广西林业科学,2015,45(1):115-118.

科技论文写作规范——题名

以最恰当、最简明的词句反映论文、报告中的最重要的特定内容,题名应避免使用不常见的缩略语、首字母缩写词、字符、代号和公式等。一般字数不超过 20 字。英文与中文应相吻合。英文题名首字母大写,连词及冠词除外。