

# 优质烤烟田间采收成熟度研究现状与展望

徐兴阳

(云南省烟草公司昆明市公司 烟叶生产技术中心, 云南 昆明 650051)

**摘要:**田间鲜烟叶成熟度直接关乎烟叶的质量稳定性、安全性和市场竞争力。因此,就影响田间鲜烟叶成熟度的生态条件、烤烟品种、着生部位、营养水平等因素和反映鲜烟叶成熟度的生化指标、光谱技术等几个方面进行综述,建议“工、商、研”应进一步统一认识,深入系统地开展联合研究,因地制宜制订“完熟”烟叶生产管理规范及生产措施,以关键生化指标与光谱技术相结合,升级完善鲜烟叶成熟度识别手段,努力实现“绿色生态、完美成熟”落地生根。

**关键词:**烤烟;田间鲜烟叶;成熟度;识别手段;展望

**中图分类号:**S572 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-5639(2014)06-0001-04

## Research and Prospection on Maturity of Fine Quality Flue-cured Tobacco Leaves Harvested in the Fields

XU Xing-yang

(Technical Centre of Yunnan Tobacco Company Kunming Branch, Yunnan Kunming 650051, China)

**Abstract:**The maturity of flue-cured tobacco leaves in the fields is directly related to quality stability, security to health and market competitiveness. The factors effecting harvest maturity of ecological conditions, flue-cured tobacco varieties, leaf locations, nutrition levels, biochemical indexes and spectrum technology were reviewed. The proposals are offered as follows: the industrial enterprise, commercial company and research department should further unify their opinions to harvest maturity, and systematically carry out joint research; some measures suited to local circumstances should be formulated for tobacco leaf production; Updating the recognition methods to fresh tobacco leaves maturity in the fields by combining the key biochemical indexes with spectral technique so as to do the best to achieve the goals of “green, ecological and perfect maturity” in tobacco planting.

**Key words:**flue-cured tobacco;fresh tobacco leaves in the field;maturity;recognition method;prospect

烤烟作为吸食品,其烟叶质量的核心是成熟度,没有充分成熟的烟叶在品质和安全性指标上均较差<sup>[1-3]</sup>。烟叶成熟度分为田间采收成熟度、原烟分级成熟度、复烤成熟度和陈化成熟度等,但最基础、最重要的还是形成“色、香、味”物质基础的田间采收成熟度<sup>[4-5]</sup>。因此,一切成熟度都必须以田间鲜烟叶成熟度为基础。

当前,为了适应消费者的需求,优质烟叶开发已进入“生态化、品质化、本香化和安全化”发展新阶段,优质烟叶生产要坚持和追求“绿色生态、清洁生产、完美成熟”的新思路于2012年被首次提出<sup>[6]</sup>。通过对田间鲜烟叶成熟度的国内外研究进展及发展趋势进行综述,对深入研究和制订田间烟叶完美成熟标准,推广配套生产技术和措施,都将具有重要的参考价值和指导意义。

## 1 鲜烟叶成熟度的含义及划分

### 1.1 鲜烟叶成熟度的含义

鲜烟成熟度分为生理成熟度和工艺成熟度<sup>[7]</sup>。

当叶片长成最后的大小,叶片内干物质积累达到最大值时,就达到了生理上的成熟,故称生理成熟。达到生理成熟的烟叶采收后经科学调制,产量最高,但从质量角度讲,远没有达到卷烟工艺要求的最佳状态。田间鲜烟叶只有在生理成熟以后再经过一段时间的生长发育,才能达到基本符合卷烟工艺加工的要求,这时的烟叶称为工艺成熟。

### 1.2 鲜烟叶成熟度档次划分

韩锦峰等<sup>[8]</sup>划分鲜烟叶成熟度,以烤烟叶片主、支脉和叶色变化为主,参考叶面、叶缘、叶尖、叶耳的变化,将上、中、下3个部位烟叶成熟度分别划分为0~5共6个档次,并且规定等级越高,成熟度越高。烟叶的最佳采收期分别是下部叶2~3级,中部叶3~4级,上部叶4级。而目前,通常将正常成熟的鲜烟叶采收成熟度划分为5个档次<sup>[9-12]</sup>。

1) 欠熟:烟叶生长发育基本完成,达到最大叶面积,但叶内干物质积累还不充分,内含物不充实,不具备或少具备成熟特征,田间外观表现叶色主色调为绿色。

收稿日期:2014-11-04

基金项目:中国烟草总公司云南省公司资助项目(2013YN17)。

作者简介:徐兴阳(1974—),男,云南盐津人,高级农艺师,硕士,主要从事烟草种植新品种、新技术及新方法的研究。

2)尚熟:烟叶基本完成了生长发育过程,已部分具备较多可辨别的成熟特征,已接近成熟,在田间生理成熟与工艺成熟之间,烤后烟叶质量较好。

3)成熟:烟叶生长发育和干物质转化适当,具备明显可辨别的成熟特征,田间生长达到了工艺成熟,且烘烤过程经充分转化能实现成熟,烤后烟叶可用性最好。

4)完熟:营养充足及发育良好的上部叶在达到成熟之后进一步进行内部物质转化,叶面有较多“老年斑”,同时伴随赤星病等斑块,是上部叶的最高成熟档次,烤后外观有“枯边枯尖,少油份”特点,烤后烟叶内在品质很好,但产量有所下降。

5)过熟:烟叶成熟时期未进行采收,叶片内干物质继续进行转化消耗,叶片变薄,烤后产量、品质均下降,下部叶采收常出现此现象。

## 2 鲜烟叶成熟度与生态、品种、部位、营养的关系

### 2.1 鲜烟叶成熟度与生态环境的关系

鲜烟叶成熟度是烟叶烤熟烤香的基础和前提条件,与光温水气热等生态环境密切相关,而地形地貌、海拔、土壤等往往会影响生态气象因子的分布<sup>[13-16]</sup>。

1)光照:烟叶成熟期需要较充足的光照条件,光照条件好,烟叶淀粉含量较高,能及时落黄成熟,品质较好。成熟期如果光照不足或背阴的烟叶,叶子中氮素的吸收将增加,这种烟叶不能正常成熟,会出现假熟,下部叶还可能发生“底烘”现象。

2)温度:烟叶成熟期温度和积温对烟叶成熟度的影响很大。一般认为烟草生长发育最适温度为24~28℃,如果烟叶成熟期日平均温度低于20℃,则影响烟叶正常成熟,即使延长也很难达到真正成熟。如果成熟期日平均温度在20℃以上,气温(积温)愈高,烟叶成熟得愈快。

3)降雨:成熟期降雨过多对鲜烟叶成熟不利。一般认为,前期干旱,肥料没有被充分吸收、消耗,生长发育受阻,旺长期后期烟田雨水较多,烟叶含水量较多,烟叶返青;而对水肥流失较大的烟田(地),烟叶则容易出现早衰、假熟。

云南烟区可以生产优质烟的光温水因子条件如下:(a)大田期(4月~9月)月平均气温>17.0℃,成熟期(7月~9月)月平均气温>18.0℃;(b)大田期≥10℃有效积温2600℃以上,无霜期大于120d;(c)大田期日照总时数为550h以上,成熟期日照总时数200h以上;(d)大田期降雨量400~520mm,还苗期和伸根期约需80~100mm,旺长期约需200~260mm,成熟期约需120~160mm。

### 2.2 鲜烟叶成熟度与烤烟品种的关系

20世纪60~70年代,国内外提出了不同品种、不同部位的烟叶成熟特征有显著差异。1984年,我国科技工作者对G28、红花大金元、NC89等品种的采收成熟度进行了比较研究。2012年,王建安等<sup>[17]</sup>研究表明,在云南的生态条件下,现行的云烟系列烟叶成熟采收的判断标准不太适合从津巴布韦引进的多叶型KRK26品种,其成熟度判断应综合考虑叶龄和外观成熟特征,中部和下部叶应参照外观特征以

叶龄为主,上二棚和顶部叶应该根据叶龄和外观特征综合判断。

### 2.3 鲜烟叶成熟度与着生部位的关系

成熟烟叶的基本特征因部位而表现不一致,各部位叶片从出生到成熟采收所需的叶龄,是随着部位的上升而增加的。1985年之后,研究者根据叶面颜色、叶脉颜色和绒毛脱落程度将叶片成熟的特征特性做了更加详细的描述,主要是从叶色、叶尖、叶缘、主支脉、成熟斑和叶龄等几个方面来综合判断。具体见表1。

表1 田间正常成熟鲜烟叶的一般外观表现特征<sup>[7,9-11]</sup>

部位	下部叶	中部叶	上部叶
叶面颜色	绿色或绿黄色	黄绿色	黄色
叶尖、叶缘	浅绿色或浅黄色	浅黄色	有枯尖、焦边出现
叶基部	浅绿色	绿黄色	浅黄色
主脉、支脉	主脉约1/2泛白	主脉全白,支脉1/2泛白	主支脉均变白、发亮
叶面成熟斑	较光滑,无成熟斑	略有黄色泡斑	明显黄色凸起泡斑
叶龄	60~70d,或打顶后7~10d开始采收	70~80d,或打顶后20~30d开始采收	80~90d,或打顶后40~50d开始采收

李光雄等<sup>[12]</sup>认为,下部适时早收、中部成熟稳收、上部叶成熟后推迟5~7d采收的烟叶,各项化学成分适中,化学成分比值协调,香气物质含量比较高,评吸结果香气量足,青杂气轻,刺激性小,余味干净、舒适。

### 2.4 烟叶成熟度与营养水平的关系

研究<sup>[18]</sup>表明,叶片从出生到工艺成熟的时间,与不同营养条件、烟叶着生部位、实际生产情况等关系密切,营养水平越高烟叶成熟的天数就会增加。一般而言,成熟采摘的烟叶下部叶龄在58~71d,中部叶龄在78~95d,上部叶龄在87~116d。随着鲜烟叶成熟度的增加,反映在鲜叶的外观特征上就是叶片变薄,叶色由绿变黄,随着营养水平的提高,叶面颜色、主支脉颜色、茸毛脱落数量、叶尖叶缘枯尖枯边程度等随之而提高。

王小兵等<sup>[19]</sup>认为,针对湖南省桂阳县仁义镇成熟期降雨量较少的年份,通过采前烟田灌水改善烟株营养状况,能提高上部叶色素、多酚的含量,尤其对适熟叶效果明显,提高了叶片的香气吃味,改善了叶片的品质。

## 3 鲜烟叶成熟度与质量、安全性的关系

### 3.1 鲜烟叶成熟度与物理特性的关系

研究<sup>[20-21]</sup>表明,采摘成熟度合理,对改善上部烟叶外观质量、防止烤后青筋、挂灰等效果较好,烟叶的拉力、耐破度、伸长率等均宜以适熟叶最好;采收未熟烟叶,烤后叶色全青或大面积青色,叶片薄,无

油分,单叶重(单叶质量)低,没有商品价值;采烤欠熟叶,浮青重,色度弱,光滑面积大,烟叶弹性差,单叶重(单叶质量)较低,油分少,质量差;采烤尚熟叶,烤后色度中等,结构稍疏,身份较厚,有油分,总体质量不理想;采烤成熟叶,干叶结构疏松,叶面皱缩,颗粒明显,身份适中到稍厚,弹性好,油分足,光泽强,质量好;采烤过熟叶,干叶结构松弛,身份变薄,油分较少,色度较弱,红尖较多,质量转差。

### 3.2 鲜烟叶成熟度与评吸质量的关系

研究<sup>[21-22]</sup>表明,采收成熟的鲜烟叶烘烤性好,烤后易醇化、香气量足、香吃味好,杂气轻,余味适口,劲头中等,刺激性小;采收尚熟与近成熟的烟叶,始终表现出香吃味差,余味微涩,杂气、刺激性比成熟叶略有增加;而采收过熟烟叶,杂气轻,劲头和刺激性减小,但香气量也减少,还会降低产量。

### 3.3 鲜烟叶成熟度与安全性的关系

张树堂等<sup>[3,23]</sup>对烟叶亚硝酸含量研究表明,不同部位、不同成熟度烟叶的亚硝酸含量差异显著,以过熟叶>初熟叶>适熟叶。田间采收适熟烟叶进行调制,既可提高烟叶化学成分协调性和评吸质量,还可提高烟叶安全性;而过熟的烟叶水溶性糖和石油醚提取物、总挥发酸及钾含量均大幅度降低,氮、烟碱、挥发碱和挥发碱/烟碱等不利于品质质量的化学指标明显升高。

张永安等<sup>[24]</sup>对K326研究认为,不同成熟度烤烟在卷烟配方中的使用价值有明显差异,下二棚(A)、腰叶(B)成熟采收以中等程度(A2, B2)使用价值最高,其能使卷烟的甜香、口感和余味获得一定程度的提升,且烟气安全性较高;上部叶(C)成熟采收以高程度(C3)使用价值最高,其具有良好的丰富卷烟香气、增加烟气厚实感、提高烟气安全性的作用。因此,下二棚和腰叶成熟采收应坚持适时原则,而上部叶采收应坚持充分成熟原则。

## 4 鲜烟叶成熟的识别指标研究进展

### 4.1 鲜烟叶成熟度与生化指标的关系

对淀粉含量研究<sup>[25-28]</sup>表明,淀粉含量随着烟叶发育开始积累,至工艺成熟时达高峰,此时采收的烟叶烘烤特性较好,有利于烤后烟叶香吃味的提高。因此,提出淀粉和 $\alpha$ -氨基酸含量作为烟叶最佳成熟的生理指标。同时建议,下部叶在淀粉含量最大后1~2 d内采收,中部叶在之后4~5 d内采收,上部叶在之后6~7 d内采收,顶叶4~6片则在之后8~10 d内采收。

对总氮与叶绿素研究<sup>[27-28]</sup>表明,随着烟叶的成熟,表观上表现为叶绿素含量降低、叶厚趋薄、组织结构疏松的趋势,而内在化学成分总氮有降低趋势,丙二醛和细胞膜相对透性有升高趋势。因此,提出将总氮和叶绿素含量作为衡量烟叶成熟度最适宜的化学成分指标,丙二醛含量、超氧化物歧化酶活性以及叶厚度也可作候选指标。

### 4.2 鲜烟叶成熟度与光谱识别的关系

我国主要的鲜烟叶成熟度确定方法一般是叶片颜色结合叶龄的判断方法,这种方法的主观性很强,

容易出现个体间的差异。为此,很多学者都致力于客观的判定烟叶成熟度,并利用光谱特性判断烟叶成熟度,且申请了一系列专利。王维等使用光谱仪和化学成分测定的方法测定烤烟叶片在1100 nm和660 nm两个波长点的反射率值,并求出其比值(植被指数),与相应叶片的叶绿素、类胡萝卜素含量、类叶比的相关关系,来构建烟叶成熟度监测模型(CN 103185695 A一种基于光谱的烤烟成熟度田间快速判断方法);文俊等通过检测植物学性状、叶绿素含量、总氮和总糖含量,如果含量达到指标所规定的值,则判定烟叶成熟(CN 102998438 A一种田间烟叶成熟度分析判断方法);武圣江等使用色差计测定烟叶 $L^*a^*B$ 和 $L^*c^*h$ 的值,当测得的颜色值满足判定指标时,则判定可以进行采收烘烤(CN 103245618 A一种有机烤烟烟叶成熟度的快速无损检测方法);汪强等通过图像采集单元取得待测烟叶的图像,并转换为HSV颜色模式图像,获得图像的H、S颜色分量值,通过给定的数学模型计算出待检测烟叶的成熟度等级(CN 102323221 A烟叶成熟度检测方法 & 检测装置)。

另外,很多学者<sup>[29-33]</sup>在田间鲜烟叶成熟度上进行了光谱技术识别研究,发现许多光谱参数与烟叶成熟度变化关系密切,为利用光谱技术开发田间鲜烟叶成熟度的识别工具提供了科学依据。李佛琳等<sup>[29]</sup>研究表明,不同成熟度鲜烟叶在可见光503~651 nm之间光谱差异极其显著,证明使用光谱技术进行鲜烟叶成熟度判定是可行的。李向阳等<sup>[30]</sup>通过运用红边位置估测叶绿素含量来判断烟叶成熟度,认为成熟叶片红边位置为693~695 nm,过熟叶片红边位置极值为688 nm。梁寅等<sup>[33]</sup>建立了识别烟叶成熟度的数学模型,该模型是由支持向量机生成的2个最优决策超平面,一个将初熟类烟叶和适熟类烟叶分开,另一个将适熟类烟叶和过熟类烟叶分开,且分类精度均在90%以上。

余志虹等<sup>[31]</sup>研究认为,560,660,710,1100 nm可作为监测烤烟鲜烟叶成熟度的敏感波段,比值植被指数RVI(1100,660)处于2.81~3.47范围时,中部叶成熟;小于2.72时,中部烟叶过熟;大于3.75时,中部叶未达到成熟状态。王建伟等<sup>[32]</sup>研究认为,烟叶在可见光(550~680 nm)范围内的光谱反射率对不同成熟度烟叶有较好的区分效应。随鲜烟叶成熟度的提高,绿峰幅值、红光吸收谷幅值逐渐增大,绿峰位置、红光吸收谷位置有推后的趋势,红边位置则逐渐提前,红边面积与蓝边面积的比值及归一化比值显著降低,绿峰与红谷的比值及归一化比值有降低的趋势。

## 5 优质烤烟田间成熟度的研究方向

综上所述,田间鲜烟叶成熟度是导致烟叶质量不稳定、化学成分不协调、安全性降低等现象的关键因子。但生态条件、烤烟品种、部位、营养水平,甚至当年气候等因素对田间鲜烟叶成熟度的影响较大,在实际应用中判断采收成熟难度较大。过去仅凭借颜色、叶龄、制作比色卡等方式来描述成熟度指导生

产已经不适应新形势的要求,而通过烟叶中总氮、叶绿素、淀粉、 $\alpha$ -氨基酸含量等来衡量烟叶成熟度,以及通过叶绿素仪等进行判别<sup>[34-35]</sup>,在实际应用中却存在很多不足,很难得到推广应用.2005年以来,我国又开展了光谱识别鲜烟叶成熟度的一系列研究,虽找到了一些规律,但却尚未开发出适合在生产上应用的便携式识别仪.

2006~2009年,研究者<sup>[36-38]</sup>们总结认为,开展量化标准确定成熟度具有必要性,提高烟叶成熟度需要解决两个问题,一是要树立正确的质量观、规范栽培规程(培育壮苗、改良土壤、科学施肥、宽行密株、田间管理)、适时早栽、准确把握成熟特征;二是要解决工业、农业和科研3方面对成熟度认识不一致的问题.

而本文认为,根据当前及今后“两烟”生产的发展趋势,要提高烟叶成熟度,除了进一步增强“工、商(农)、研”对成熟度的统一认识外,还必须强调在“绿色、生态”前提条件下形成的工艺成熟,即烟叶的“田间完熟”.这就需要进一步开展更为系统的联合研究,一方面,研究过程中要分品种对鲜烟叶成熟度档次、生化指标、光谱反射、内在化学成分和评吸指标等进行一一对应,尽快制订与品种、部位相对应的“完熟”标准,因地制宜的“完熟”生产管理规范;另一方面,应以关键生化指标与光谱技术相结合,升级完善田间鲜烟叶成熟度识别手段,能够识别各种复杂条件下、正常年景、非正常年景形成的烟叶成熟度,努力实现“绿色生态、完美成熟”落地生根.

### 【参考文献】

- [1] 杨铁钊. 烟草育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [2] 彭海峰, 王怡明, 刘如春, 等. 成熟度对烟叶质量的影响[J]. 湖南农业科学, 2009(4): 31-35.
- [3] 王勇, 周冀衡, 肖志新, 等. 不同成熟度对烤烟烟叶品质和安全性指标的影响[J]. 中国烟草科学, 2007, 28(3): 26-29.
- [4] 左天觉, 朱尊权. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 上海: 上海远东出版社, 1993.
- [5] DAVIS L D. 烟草: 生产、化学和技术[M]. 国家烟草专卖局科技教育司, 中国烟草科技信息中心, 译. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [6] 余云东. 以绿色生态和完美成熟引领国际优质烟叶开发[M]. 昆明: 云南人民出版社, 2014.
- [7] 官长荣, 王能如, 王耀富, 等. 烟叶烘烤原理[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [8] 韩锦峰, 官长荣, 黄海棠, 等. 烤烟叶片成熟的研究 I: 烤烟叶片成熟和衰老过程中某些生理生化变化的研究[J]. 中国烟草科学, 1990(1): 9-13.
- [9] 官长荣, 杨焕文, 王能如, 等. 烟草调制学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [10] 罗华元, 刘敬业, 王绍坤, 等. 烟草田间试验与生理生化测定技术[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2011.
- [11] 韩锦峰, 官长荣, 黄海棠, 等. 烤烟叶片成熟度的研究 II: 烤烟成熟标准及不同成熟度烟叶烘烤效应的研究[J]. 中国烟草科学, 1991(4): 15-20.
- [12] 李光雄, 李晓强, 于海顺, 等. 不同成熟度对烟叶内在质量的影响[J]. 延边大学农学学报, 2012, 34(2): 147-151, 161.
- [13] 王东胜, 刘贯山, 李章海. 烟草栽培学[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2002.
- [14] 邵岩, 王树会, 邓云龙, 等. 基于 GIS 的云南烤烟种植区划研究[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [15] 卢秀萍, 李军营, 邓建华, 等. 云南省新烟区与津巴布韦烟叶生产[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- [16] 樊在斗, 李国灿, 张成稳, 等. 云南省新烟区与津巴布韦烟叶生产[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- [17] 王建安, 张国显, 张小远, 等. 云南生态条件下烤烟 KRK26 品种成熟采收的研究[J]. 云南农业大学学报: 自然科学版, 2012, 27(3): 369-373.
- [18] 屠波. 不同营养水平对烤烟成熟度影响的研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2006: 1-39.
- [19] 王小兵, 周冀衡, 匡勇, 等. 采前灌溉对不同成熟度烤烟上部叶色素与多酚含量的影响[J]. 湖南农业科学, 2012(1): 24-25, 28.
- [20] 王能如. 成熟度与烘烤方法对上部烟叶质量的影响[J]. 安徽烟草科技, 1993(3): 11-13, 15.
- [21] 王能如. 烟叶调制与分级[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2002.
- [22] SCHEPARTZ A I, ELLINGTON J J, WILSON R L, et al. 烤烟调制过程中类脂物的变量分析[J]. 中国烟草, 1983(3): 39-41.
- [23] 张树堂, 杨雪彪. 采收成熟度对烤烟亚硝酸胺和烟叶品质的影响[J]. 西南农业学报, 2006(6): 1 019-1 022.
- [24] 张永安, 范建立, 马鹏飞, 等. 不同成熟度烤烟在卷烟配方中使用价值分析[J]. 海峡科学, 2009(12): 6-9.
- [25] HUANG B K, BOWEXS C G. Development of greenhouse solar systems for bulk tobacco curing and production[J]. Energy Agric, 1986, 5(4): 267-284.
- [26] 贾琪光, 官长荣. 烟叶生长发育过程中主要科学成分含量与成熟度关系的研究[J]. 烟草科技, 1988(6): 40-43.
- [27] 吴峰. 烤烟品种适应性、施肥量及成熟度指标筛选的研究[D]. 杭州: 浙江大学农业与生物技术学院, 2008.
- [28] 吴峰, 陈进红, 金亚波. 烤烟成熟度诊断指标筛选研究[J]. 科技通报, 2009, 25(1): 56-60, 88.
- [29] 李佛琳, 赵春江, 王纪华, 等. 一种基于反射光谱的烤烟鲜烟叶成熟度测定方法[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2008, 30(10): 51-55.
- [30] 李向阳, 刘国顺, 史舟, 等. 利用室内光谱红边参数估测烤烟叶片成熟度[J]. 遥感学报, 2007, 11(2): 269-275.
- [31] 余志虹, 陈建军, 吕永华, 等. 利用烟叶光谱植被指数快速监测烤烟成熟度[J]. 烟草科技, 2013(2): 77-82.
- [32] 王建伟, 张艳玲, 李海江, 等. 田间不同成熟度烤烟上部叶的高光谱特征分析[J]. 烟草科技, 2013(5): 64-67.
- [33] 梁寅, 张云伟, 李军营. 基于支持向量机的云烟 87 烟叶成熟度高光谱遥感识别[J]. 西南农业学报, 2013, 26(3): 957-962.
- [34] 李旭华, 扈强, 潘义宏, 等. 不同成熟度烟叶叶绿素含量及其与 SPAD 值的相关分析[J]. 河南农业科学, 2014, 43(3): 47-52, 58.
- [35] 徐照丽, 李天福. SPAD-502 叶绿素仪在烤烟生产中的应用研究[J]. 贵州农业科学, 2006, 34(4): 23-24.
- [36] 金亚波, 李天福, 屈冉. 烤烟成熟度研究现状与展望[J]. 云南农业大学学报, 2006, 21(2): 196-200.
- [37] 徐玲, 陈晶波, 刘国庆, 等. 烤烟成熟度的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(20): 8630-8632.
- [38] 彭海峰, 王怡明, 刘如春, 等. 成熟度对烟叶质量的影响[J]. 湖南农业科学, 2009(4): 31-35.