

# 烟叶等级结构优化关键技术措施的综合效应研究

张继旭<sup>1,2</sup>, 高远<sup>3</sup>, 窦玉青<sup>1</sup>, 刘文涛<sup>4</sup>, 牛纪军<sup>4</sup>, 张忠锋<sup>1\*</sup> (1. 中国农业科学院烟草研究所, 山东青岛 266101; 2. 青岛农业大学, 山东青岛 266109; 3. 上海烟草集团有限责任公司, 上海 200082; 4. 山东临沂烟草有限公司, 山东临沂 276400)

**摘要** 优化烟叶结构作为提高烤烟等级质量、解决工业企业库存结构性矛盾的重要举措, 一直是烟草科技工作者研究的重点和热点。针对当前国内优化烟叶结构关键技术措施研究的现状, 综述了优化烟叶结构关键技术措施与农艺效应、烟农种烟效益、工业可用性等方面的关系, 并进行了展望。

**关键词** 烤烟; 结构优化; 农艺效应; 工业可用性

**中图分类号** S572 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)19-0030-04

## Research on the Key Technical Measures of Tobacco Grade Configuration Optimization

ZHANG Ji-xu<sup>1,2</sup>, GAO Yuan<sup>3</sup>, DOU Yu-qing<sup>1</sup>, ZHANG Zhong-feng<sup>1\*</sup> et al (1. Tobacco Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Qingdao, Shandong 266101; 2. Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109; 3. Shanghai Tobacco Group Co., Ltd, Shanghai 200082; 4. Linyi Tobacco Company of Shandong Province, Linyi, Shandong 276400)

**Abstract** Optimizing grade configuration of tobacco leaves is the emphasis and hot spot that always be studied by the scientific and technological workers, which as the important measures to improve the tobacco grade quality and solve the structural contradictions of industrial inventory. According to research status of key technical measures of tobacco grade configuration optimization in China, it was summarized the relations of tobacco grade configuration optimization with agronomic effects, benefits of peasants who planting tobacco and industrial utilization, etc. We gave prospect for the research.

**Key words** Tobacco; Configuration optimization; Agronomic effects; Industrial utilization

从2009年国家局提出“卷烟上水平”重大战略和2010年制定“532、461”发展规划后, 各卷烟企业为了保证自身品牌长期稳定的竞争力, 力争排名上的争先进位, 在优质烟叶原料储备上的比拼日趋激烈, 特别是对上中等烟叶和中部烟叶的抢夺更趋激烈<sup>[1]</sup>。随着卷烟结构的不断转变, 卷烟企业对上等烟的消耗不断加大, 上等烟叶出现供不应求的局面, 而下等烟则存在积压严重的现象<sup>[2-4]</sup>。一方面是“调结构、提质量、增效益”使工业真正需要的高等级原料供不应求; 另一方面是烟叶库存不断大量增加, 面临资源浪费和资金占用的实际压力。在这种数量与质量难以平衡的窘迫情况下, 国家局提出了优化烟叶结构, 不适用烟叶田间处理的工作措施<sup>[4]</sup>。近几年来, 各级商业公司、科研院所和高等院校均对优化烟叶等级结构进行了积极有效地探索与思考<sup>[5-9]</sup>。该研究对烤烟等级结构优化的综合效应进行概述, 以进一步丰富和发展优化烟叶结构理论, 为优质、特色烟叶生产提供理论依据和技术支持。

## 1 优化烟叶结构的关键技术措施

**1.1 打顶技术** 打顶技术是实施优化烟叶结构的基础。烟草打顶是通过人为摘除烟株顶端的花序及包括顶部的几片幼叶, 控制和去除烟草的顶端优势, 其目的是去除生殖生长的花序和避免顶部不能形成有效产量的烟叶进一步对烟草体内养分的消耗。打顶可及时地将烟株的生长中心调整到刺激保留下的烟叶生长发育, 以获得理想的烟叶产量和优质的烟叶<sup>[10]</sup>。烤烟打顶是一项时间性、针对性、技术性很强的

重要技术措施, 要求操作者具有较丰富的生产经验和明确的生产目的; 能结合当地具体的天时和地利条件, 根据烟株的长势等诸多因素, 做出正确的判断, 采取适时适度的打顶方法<sup>[11]</sup>。打顶技术可根据烟株生长的特点和打顶时间的早晚分为扣心打顶、现蕾打顶、初花打顶和盛花打顶4种方法<sup>[12]</sup>。

**1.2 去除脚叶与二次打顶技术** 去除脚叶与二次打顶技术是实施烟叶结构优化的关键。去除脚叶, 即烤烟在大田中生长到一定时期时(一般为60~70 d), 结合培土打掉底部几片脚叶。二次打顶, 即第1次打顶之后进行第2次打顶, 打掉45 cm以下或者不开片的顶叶。张振平等<sup>[13]</sup>开展高打脚叶与二次打顶技术的试验与应用, 结果表明高打脚叶不仅能提高烟叶产量、产值, 而且能提高烟叶等级结构与质量; 二次打顶后, 烟叶产量虽有所降低, 但产值、质量明显提高, 上中等烟比例提高, 中部烟比例增加, 可用性提高。

**1.3 烤烟驳枝技术** 烤烟驳枝技术是实施烟叶结构优化的保障措施。烤烟驳枝, 即烤烟在大田中生长到一定时期时打顶处理, 在上部第二叶位处留1个腋芽, 待腋芽长至一定长度时再次打顶, 保证腋芽侧枝上有一定数量的叶片。驳枝处理适用于烤烟生长期受到干旱影响导致烟株生长发育不良、上部叶难以开片的烟田。当烟株发育不正常时, 提早打顶后留烟(驳枝)栽培, 可以增加烟株有效叶片数, 提高烟叶产量和产值, 改善烟叶等级结构和烟叶品质<sup>[6]</sup>。宫长荣等<sup>[14-15]</sup>报道, 通过适时打顶和驳枝处理能提高上部叶可用性和烟叶产质量。

## 2 优化烟叶结构的关键技术措施与农艺效应的关系

**2.1 优化烟叶结构的关键技术措施与农艺性状的关系** 农艺性状是烤烟生长状况的外在表现, 有国外研究者<sup>[16-17]</sup>发现烤烟的农艺性状对其产量有一定的影响, 与株高、叶数、叶宽呈显著正相关。王付锋等<sup>[18]</sup>的研究结果显示, 随着留叶

**基金项目** 中国烟草总公司科技重点项目“烤烟生产结构优化效应及关键技术研究与应用”(110201402007)。

**作者简介** 张继旭(1988—), 男, 山东潍坊人, 硕士, 从事烟草栽培生理研究。\*通讯作者, 研究员, 硕士, 从事烟草功能成分与综合利用的研究。

**收稿日期** 2017-04-26

数的增加,株高越高,节距越长,茎围越细,最大叶面积越小,特别是上部叶最大单叶面积与留叶数呈显著负相关( $r = 0.924$ )。张黎明等<sup>[19]</sup>通过不同留叶数和方式对 K326 生长影响的研究认为,主茎留叶数相同时,随着权烟留叶数的增加,株高逐渐增加,而茎围与节距变化不大;不同留叶数对下部叶片影响较大,相同的主茎留叶数,随着权烟留叶数的增加,下部叶片的长和宽有逐渐增加的趋势,对中、上部叶片的影响较小。

**2.2 优化烟叶结构的关键技术措施与田间烤烟光合作用的关系** 光作为光合作用的能量来源,是植物生长发育的必要条件。与其他作物一样,烟草需要较强的光照条件才能生长旺盛。在中、低海拔地区,夏日中午温度过高( $37.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ )、持续时间较长是烟草光合午睡现象的主要原因<sup>[20]</sup>。优化烟叶结构可以改善烟田微生态环境,有效改善田间通风透光条件,降低田间温度,控制光合午睡现象,增强中部烟叶的光合作用,促进中部叶的生长发育<sup>[13]</sup>。张喜峰等<sup>[21]</sup>研究表明,低、中密度下,随着留叶数的增加,净光合速率( $P_n$ )、气孔导度( $G_s$ )、胞间  $\text{CO}_2$  浓度( $C_i$ )、蒸腾速率( $T_r$ )及叶绿素含量均表现出上升趋势,而高密度下均是先升高后降低,说明中密度下,适当增加留叶数有利于提高烤烟的光合特性。钱华等<sup>[22]</sup>认为,留 24 片叶烤烟具有较低的光补偿点和较高的光饱和点,有效光合辐射范围较宽,表现出较强的弱光利用能力和强光利用潜力,最大  $P_n$  均最高,光合能力较强,光能利用率较高。徐照丽等<sup>[23]</sup>应用三维数字化和激光扫描技术对云南玉溪实验基地的 K326 烟株结构进行测定,构建了能精确地表征大田烟草群体机构特征的模型,结果表明,在烟株现有留叶情况下,去掉顶部 2 片叶和底部 2 片叶不会降低烟草群体的净潜在光合同化量,且因改善了烟株叶片的受光条件而有利于烟株所留烟叶的生长和品质的提高。

### 3 优化烟叶结构的关键技术措施与烟农收益的关系

优化烟叶结构,提高优质烟叶供给能力的关键是将不适用烟叶直接处理在田间。不适用烟叶难以销售,既浪费燃煤,又增加烘烤成本;如果进行结构优化,既减少无效投入,又有补贴收入<sup>[24]</sup>。此外,还能提高中上等烟比例,提高收购均价,会在一定程度上提升烟农的综合收入。

**3.1 优化烟叶结构的关键技术措施与产量的关系** 一般情况下叶数越多,产量也越高。据刘洪祥<sup>[25]</sup>对 29 个品种的研究,叶数与产量的相关系数  $r = 0.6583$ ,为极显著正相关。薛琳等<sup>[7]</sup>研究表明,在现蕾期打顶,留叶数 16、18、14 片产量有显著差异;第 1 朵中心花开放和 50% 中心花开放打顶的不用留叶数处理烟叶产量有明显的差异,但未达到显著水平。黄一兰等<sup>[26]</sup>研究表明,同一打顶时间,产量随着留叶数的增加而增加,但留叶 18 片以上处理的产量差距不大;而相同留叶数处理,随着打顶时间的推迟,产量略微减少,并表现为留叶数少时,产量受打顶时间影响的差距大,留叶数多时,差距小。

**3.2 优化烟叶结构的关键技术措施与均价的关系** 烟叶的均价在一定程度上可以反映出烤烟的外观品质。黄莺等<sup>[27]</sup>研究认为,在施氮量、密度因素取零水平时,留叶数对均价的

影响呈抛物线变化,即在一定范围内,均价随留叶数的增加而增加,超过范围时,均价随留叶数的增加而降低。申宴斌等<sup>[28]</sup>、戴勋等<sup>[29]</sup>研究了不同留叶数对美引 NC297 烤烟新品种生长及产质量的影响,结果表明:各处理烤烟均价随留叶数的增加呈递减趋势,留叶数偏少时,均价虽然较高,但对烟叶的产量和产值会有不利影响,而留叶数偏多,产量虽有所增加,但均价、上等烟比例将受到不利影响。

**3.3 优化烟叶结构的关键技术措施与中上等烟比例的关系** 烟叶的中上等烟比例可直接反映出烤烟的外观品质。潘广为等<sup>[30]</sup>研究结果表明,在上等烟比例方面,以烟株留叶 16 片处理的上等烟比例最高,其次是留叶 18、20 片处理,都与留叶 22 片处理之间达到了显著性差异;在中上等烟比例方面,以烟株留叶 20 片处理的中上等烟比例最高,其次是留叶 16 片处理,以留叶 18 片处理最低,留叶 20、16 片处理的中上等烟比例分别与留叶 22、18 片处理之间差异显著。王付锋等<sup>[18]</sup>研究结果显示,每株留叶数影响中上等烟比例的作用比密度大,3 种留叶数处理中上等烟的差异达极显著水平,其中以每株留叶 22 片处理的中上等烟比例最高。

**3.4 优化烟叶结构的关键技术措施与产值的关系** 产值是由产量和均价共同构成。随着打叶数的增加,产量逐渐降低,合理打叶可以提高上等烟和中上等烟比例,从而提高均价,进而影响到产值<sup>[31]</sup>。潘秋亚等<sup>[32]</sup>研究指出,采用 70% 底肥 + 30% 追肥的常规施肥方式,50% 现蕾打顶,打顶留叶数在 20 片时,烤烟经济性状表现较佳;在留叶数相同的情况下,打顶时期相对越早,经济效益越好;同一打顶时期,留叶数 20 片处理的产值优于留叶数 22 片的处理。黄夸克等<sup>[33]</sup>研究表明,在试验设置水平范围内,优化烟叶结构均不同程度地提高了烤烟的经济性状。消除上部叶的时机是影响烤烟产值的主要因素,下部叶消除叶片数是次要因素,消除下部叶的时机与上部叶消除叶片数是次要因素。

### 4 优化烟叶结构的关键技术措施与工业可用性的关系

20 世纪 80 年代,左天觉<sup>[34]</sup>认为烟叶可用性就是质量加上安全性,质量也可被认为是合意性或可用性。20 世纪 90 年代,Hill D<sup>[35]</sup>提出,可用性是烟叶对某种特定的配方和加工过程适合程度的量度。21 世纪,朱尊权<sup>[36]</sup>从工业使用角度对可用性进行了深化,可用性就是使用价值,是烟叶加工特性、化学成分、内在感官质量、安全性等方面的综合表现。目前,对于烟叶可用性与品质的关系研究不断深入,尤其在化学成分、内在质量及其相关性等方面<sup>[37-39]</sup>。

#### 4.1 优化烟叶结构的关键技术措施与烤烟物理指标的关系

烤烟烟叶的物理特性表征指标一般包括烟叶长、烟叶宽、单叶重、含梗率、填充值、平衡含水率、厚度拉力等。烟叶的物理特性与其工业可用性及烟气组分密切相关,是烟叶质量的重要构成因素<sup>[40]</sup>。张永安等<sup>[41]</sup>研究认为,打顶过早对海绵组织里的气腔扩大产生抑制,从而造成叶片发育受阻,叶片增厚,叶肉细胞紧密,随着打顶时期的推迟,上部烟叶的长宽比、叶质重和单叶重都有所下降,其中在中心花开放时期长宽比和叶质重最低,若再推迟打顶,又有所升高。王斌

等<sup>[42]</sup>研究认为,经不同时间二次打顶,各处理上部烟叶的物理性状与对照的差异显著,其叶长、叶宽、含梗率随二次打顶时间推迟而增加,而叶厚、单叶重、梗重、平衡含水率逐渐减小。

**4.2 优化烟叶结构的关键技术措施与烤烟外观质量的关系** 烤烟烟叶的外观质量因素主要包括成熟度、颜色、油分、结构、身份、色度,是目前我国烤烟烟叶42级分级标准的主要分级因素,也是我国烤烟烟叶生产、收购和工业调拨中的重要质量依据<sup>[43]</sup>。赵芳等<sup>[44]</sup>研究结果显示,清除最底部2片叶及顶叶后,烤烟原烟外观质量中的油分有所增加,叶片组织结构变得更加疏松。郭芳军等<sup>[45]</sup>研究表明,在现蕾期和打顶期优化2片底脚叶的处理外观质量明显好于打顶后7d的处理,主要体现在成熟度有所提高,叶片结构、油分、色度有所改善。但也有研究表明,烤烟品种KRK26原烟成熟度、烟叶颜色、光泽、油分、叶片结构与烟叶留叶数无关<sup>[46]</sup>。

**4.3 优化烟叶结构的关键技术措施与烤烟化学成分的关系** 莫静静等<sup>[47]</sup>研究表明,不同部位各处理叶片中总糖含量随着打顶时期的推迟先升高后降低,还原糖与总糖含量变化规律大致一样,还原糖与总糖比值各处理之间随着打顶时期的推迟也呈先升高后降低的趋势;不同时期打顶后烤烟叶片中淀粉含量,除了下部叶变化规律不明显外,上部叶和中部叶淀粉含量均随着打顶时期的推迟先升高后降低;不同时期打顶对烤烟叶片总氮含量的影响表现为:无论上、中、下部位,总氮含量均随着打顶时期的推迟而降低;上部叶和中部叶各处理的烟碱含量均随着打顶时期的推迟而降低;各处理中的上、中、下部位叶片蛋白质含量均随着打顶时期的推迟逐渐减小。王育军等<sup>[9]</sup>研究表明,随着摘除脚叶时间的推迟,烤烟色素质量分数逐渐降低;多酚在采收上部叶时弃采1片顶叶情况下逐渐增高,而在圆顶情况下打掉顶部1片叶时先降低后增高;烟碱质量分数在中部叶先减少后增加,而在下部叶先增加后减少;随着摘除顶叶时间的推迟,烤烟色素、多酚和中上部叶烟碱质量分数逐渐降低;下部叶烟碱质量分数在打顶时摘除脚叶情况下逐渐降低,而在打顶后5d或10d摘除脚叶时逐渐增高。

**4.4 优化烟叶结构的关键技术措施与烤烟致香物质含量的关系** 烤烟的致香物质直接影响卷烟的品质,所以烤烟的香味、香气也是衡量烤烟质量的重要标准。烤烟香气物质主要是指挥发油等能从烟叶中散发出芳香气味的物质,香气物质也称潜香物质,主要是指复杂高分子化合物等经过燃烧后产生特殊香气的物质<sup>[48]</sup>。赵铭钦等<sup>[49]</sup>研究认为,种植密度、留叶数及二者的交互作用对烤烟多酚类物质和石油醚提取物含量的影响均达到了极显著水平。

**4.5 优化烟叶结构的关键技术措施与感官评吸的关系** 赵铭钦等<sup>[50]</sup>试验表明,各处理中以密度为120 cm × 50 cm、留叶数为18片/株的处理评吸得分最高,尤其是香气质和香气量的得分最高,这与该处理的总致香物质含量最高是一致的。张世渠<sup>[51]</sup>通过不同留叶数处理对中部烟叶感官评吸质量的研究结果表明,留叶数为20片处理的烤烟劲头和烟气浓度中等,杂气微有,香气质较好,香气量尚足,余味尚净尚舒适,

口感特征优于其他处理,整体表现较好,同时其产值收益和工业利用较均衡。李继新等<sup>[52]</sup>研究结果显示,中部叶(C3L和C3F)在同一密度条件下,随着留叶数的增加,评吸总分呈抛物线变化,留叶过多、过少对烟叶质量都造成影响,特别是留叶数过多,会使香气质变差,香气量不充足,杂气变重;留叶数过少劲头偏大。

## 5 展望

优化烟叶结构是为了解决工业企业库存结构偏低而采取的措施,是为了满足高价位卷烟所需原料不足而采取的措施,是为了控制烟叶收购量、维护烟农利益而采取的措施。首先,烤烟生产以卷烟工业需要为导向,工业企业对优质烟叶的需求是农业生产需要达到的目标,解决供给侧的结构性矛盾,是现代烟草农业生产和卷烟工业企业的共同任务。其次,优化烟叶结构的技术措施应针对不同产区生态环境条件、主栽品种和香型风格的不同,“因地制宜,因材施教”,适时适量。最后,保证烟农切身利益,提高烟农自觉实施烟叶结构优化的积极性。适当提高对实施优化烟叶结构烟农的补贴力度,强化收购价格对优化烟叶等级结构起到的引导作用。实施烟叶结构优化要以科技为支撑,提高优化烟叶结构关键技术水平,提高专业化服务层次,提高烟叶等级结构和内在质量,缓解工业企业品牌原料的结构性矛盾,为“卷烟上水平”提供更加有力的原料支撑。

## 参考文献

- [1] 盛立冉,杨乐. 优化烟叶结构的对策研究[J]. 宁夏农林科技,2012,53(11):169-170.
- [2] 雷天文. 邵阳市烟叶结构优化的意义及措施[J]. 现代农业科技,2012(1):356,358.
- [3] 唐国强,刘坚志. 优化烟叶等级结构,提高优质烟叶有效供给能力[J]. 中国种业,2011(S2):13-14.
- [4] 聂和平. 优化烟叶结构工作的探索与思考[N]. 东方烟草报,2014-02-27(003).
- [5] 江厚龙,许安定,陈代明,等. 不同鲜烟叶田间优化数量对烤烟生理特性及经济性性状的影响[J]. 中国烟草学报,2014,20(5):43-50.
- [6] 兰金隆,蓝周煊,赖荣泉,等. 不同打顶时期和驳枝方法对烤烟品种‘K326’上部叶可用性影响[J]. 中国农学通报,2012,28(22):265-271.
- [7] 薛琳,郭建,王丽萍,等. 不同打顶时间和留叶数对云烟97产质量的影响[J]. 中国烟草科学,2015,36(3):40-45.
- [8] 王正旭,陈明辉,申国明,等. 施氮量和留叶数对烤烟红花大金元产质量的影响[J]. 中国烟草科学,2011,32(3):76-79.
- [9] 王育军,周冀衡,张一杨,等. 不同打顶时间对烤烟产质量和化学成分的影响[J]. 云南农业大学学报,2014,29(1):78-83.
- [10] 林桂华,周冀衡,范启福,等. 打顶技术对烤烟产质量和生物碱组成的影响[J]. 中国烟草科学,2002(4):8-12.
- [11] 元建. 烤烟打顶技术[J]. 烟草科技,1999(5):42-43.
- [12] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [13] 张振平,刘孟军. 烤烟高打脚叶与二次打顶技术研究[J]. 西北农业学报,2002,11(2):118-120.
- [14] 官长荣,刘霞,宋朝鹏,等. 影响烤烟上部叶质量的因素及提高其可用性的措施[J]. 中国农学通报,2007,23(3):103-108.
- [15] 杨磊,易克,简永兴,等. 提高烤烟上部叶可用性研究进展[J]. 作物研究,2011,25(1):71-75.
- [16] WHITE F H, PANDEYA R S, DIRKS V A. Correlation studies among and between agronomic, physical and smoke characteristics in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) [J]. Canadian journal of plant science, 1979, 59(1):111-120.
- [17] LALITHA D D, LAKSHMINARAYANA R, ATLURI J B, et al. Genetic variability and correlation studies on seed and other quantitative characters in *Nicotiana tabacum* L. [J]. Tobacco research, 2002, 28(2):90-96.
- [18] 王付锋,赵铭钦,张学杰,等. 种植密度和留叶数对烤烟农艺性状及品质的影响[J]. 江苏农业学报,2010,26(3):487-492.

- [19] 张黎明, 却志群. 不同留叶方式和数目对烤烟生长及产质量的影响[J]. 河南农业科学, 2011, 40(9): 48-51.
- [20] 陈文, 刘红恩, 王勇, 等. 烟田微生态环境对烤烟光合作用影响研究进展[J]. 江西农业学报, 2011, 23(2): 85-88.
- [21] 张喜峰, 张立新, 高梅, 等. 密度、留叶数及其互作对烤烟光合特性及经济性状的影响[J]. 中国烟草科学, 2014, 35(5): 23-28.
- [22] 钱华, 史宏志, 赵晓丹, 等. 豫中烟区烟草 NC297 不同留叶水平的光合生理特性[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(6): 90-93.
- [23] 徐照丽, 杨宇虹, 侯彤瑜, 等. 基于精确三维建模方法的大田烟草群体结构优化研究[C]//中国烟草学会 2014 年学术年会论文集. 北京: 中国烟草学会, 2014: 84-92.
- [24] 张小艳. 田间消化处理不适用鲜烟叶探讨[J]. 现代农业科技, 2011(17): 108, 110.
- [25] 刘洪祥. 烤烟几个性状间相关性的初步分析[J]. 中国烟草科学, 1980(2): 8-10.
- [26] 黄一兰, 王瑞强, 王雪仁, 等. 打顶时间与留叶数对烤烟产质量及内在化学成分的影响[J]. 中国烟草科学, 2004(4): 18-22.
- [27] 黄莺, 黄宁, 冯勇刚, 等. 不同氮肥用量·密度和留叶数对贵烟 4 号烟叶经济性状的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(2): 597-600.
- [28] 申宴斌, 刘彦中, 马剑雄, 等. 不同留叶数对烤烟新品种 NC297 生长及产质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2009, 30(6): 57-60, 64.
- [29] 戴勋, 王毅, 张家伟, 等. 不同留叶数对美引烤烟新品种 NC297 生长及质量的影响[J]. 中国农学通报, 2009, 25(1): 101-103.
- [30] 潘广为, 向炳清, 孔伟, 等. 高海拔地区烟草留叶数对烤烟产量、质量的影响[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(14): 3338-3341.
- [31] 阎超, 付懿, 张加征, 等. 不同打叶数对烤烟综合性状的影响[J]. 农学报, 2013, 3(2): 57-60.
- [32] 潘秋亚, 杨旒, 杨通隆. 施肥方式、打顶时期、留叶数不同组合对烤烟产质量的影响[J]. 湖南农业科学, 2013(18): 18-20.
- [33] 黄夸克, 马彦清, 李祖红, 等. 田间不适用鲜烟叶的消化时期与消除叶片数对烟叶经济性状的影响[J]. 中国农学通报, 2013, 29(4): 163-167.
- [34] 左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 朱尊权, 译. 上海: 远东出版社, 1993: 449.
- [35] HIL D. 迎接挑战: 认识烟叶的质量和可用性[J]. 烟草科技, 1997(1): 34-36.
- [36] 朱尊权. 烟叶的可用性性与卷烟的安全性[J]. 烟草科技, 2000(8): 3-6.
- [37] 张国, 朱列书, 李小忠, 等. 湖南烤烟评吸质量与化学成分、烟气成分关系的研究[J]. 中国农学通报, 2006, 22(2): 94-97.
- [38] 章新军, 任晓红, 毕庆义, 等. 鄂西南烤烟主要化学成分与评吸质量的关系[J]. 烟草科技, 2009(9): 58-60.
- [39] 闫克玉, 王建民, 屈剑波, 等. 河南烤烟评吸质量与主要理化指标的相关分析[J]. 烟草科技, 2001(10): 5-9.
- [40] 杨斌, 窦玉青, 付秋娟, 等. 国产烤烟烟叶主要物理特性影响因素及其与烟叶质量关系研究进展[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(29): 11839-11842.
- [41] 张永安, 周冀衡, 黄义德, 等. 不同打顶时期对上部烟叶物理性状及化学成分的影响[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(21): 5567-5569.
- [42] 王斌, 周冀衡, 杨未, 等. 不同时间二次打顶对烤烟上部烟叶理化性质的影响[J]. 湖南农业科学, 2012(13): 43-45.
- [43] 杜咏梅, 马剑雄, 黄传华, 等. 烤烟外观品质因素与其内在质量的关系研究综述[J]. 中国烟草科学, 2010, 31(1): 74-78.
- [44] 赵芳, 史燕平, 查洪波, 等. 田间不适用鲜烟叶不同处置方法对烤烟农艺性状及产质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(19): 8112-8113.
- [45] 郭芳军, 刘盛富, 宋江雨, 等. 不同时期优化结构对烤烟生长发育和产质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(2): 55-56, 126.
- [46] 邵维雄, 杨立强, 孙艳萍, 等. 不同留叶数和去除脚叶数对烤烟 KRC26 烟叶产质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(8): 4482-4485.
- [47] 莫静静, 陈晓明, 刘国顺, 等. 打顶时期对烤后烟叶品质的影响[J]. 江西农业学报, 2011, 23(1): 20-23.
- [48] 史宏志, 刘国顺, 杨惠娟, 等. 烟草香味学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [49] 赵铭钦, 王莹, 李元实, 等. 种植密度及留叶数对延边烤烟多酚及石油醚提取物含量的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2008, 43(2): 60-65.
- [50] 赵铭钦, 韩静, 刘友杰, 等. 种植密度和留叶数对延边烤烟中性致香物质含量及评吸质量的影响[J]. 浙江农业学报, 2009, 21(2): 178-182.
- [51] 张世渠. 留叶数对彭水烤烟品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(18): 283-285.
- [52] 李继新, 梁贵林, 陈叶君, 等. 贵烟 11 号密度、留叶数对烤烟产质量的影响[J]. 贵州农业科学, 2000, 28(S1): 30-37.

(上接第 15 页)

胞膜的受害程度, 但效果有限。水分胁迫在一定程度上影响剑麻对水分和矿质营养的吸收, 导致植株生长受到抑制, 生物量积累降低。

该试验结果表明, 随着胁迫时间的延长, 不同处理剑麻叶片含水量均呈上升趋势。这与笔者前期的研究以及任丽花等<sup>[15]</sup>、习金根等<sup>[17]</sup>有所不同, 前者发现剑麻叶片含水量在水分胁迫前期增加而后期持续下降, 后者试验结果表明圆叶决明叶片含水量随着胁迫时间的延长而持续下降。造成这种差异的原因, 还有待进一步研究。该试验还发现, CK 和 T<sub>1</sub> 处理 REC 和 POD 活性均呈先增后减的趋势, 而 T<sub>2</sub> 处理则呈增加趋势; CK 处理 Pro 含量逐渐降低; T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub> 处理 MDA 含量呈增加趋势; 各处理 N 含量均呈先增后减的趋势, P 含量均逐渐降低, CK 和 T<sub>1</sub> 处理 K 含量逐渐增加, 而 T<sub>2</sub> 处理则逐渐降低。这说明轻度水分胁迫初期, 剑麻逐渐表现出旱害现象, 但随着胁迫时间的延长, 剑麻通过提高自身保护酶活性, 逐渐适应水分胁迫条件, 各种生理指标恢复正常。在重度水分胁迫下, 剑麻自我调控相对缓慢, 甚至失去自我调控能力。剑麻 N、P、K 含量受到多种因素的影响, 总体上变化规律不明显。

#### 参考文献

- [1] 薛刚, 王越川. 近十年世界剑麻生产与贸易概况[J]. 热带农业科学, 2010, 30(4): 62-66.
- [2] 周文钊, 张燕梅, 陆军迎. “十二五”剑麻科技发展趋势与建议[J]. 热带农业工程, 2011, 35(3): 49-52.
- [3] 黄艳. 国内外剑麻产业研究现状与发展趋势[J]. 热带农业科学, 2013, 33(4): 87-90.
- [4] 张军, 吴秀宁, 鲁敏, 等. 拔节期水分胁迫对冬小麦生理特性的影响[J]. 华北农学报, 2014, 29(1): 129-134.
- [5] 陈菁菁, 王晓巍, 杨德龙. 地面覆盖和水分胁迫对胡萝卜叶片光合特性的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2014(3): 47-52.
- [6] 黄鹤丽, 林电, 章金强, 等. 水分胁迫对巴西香蕉幼苗水分状况、质膜透性和根系活力的影响[J]. 基因组学与应用生物学, 2009, 28(4): 740-744.
- [7] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [8] 上海植物生理学会. 植物生理学实验手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985.
- [9] 华东师范大学生物系植物生理教研组. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 人民教育出版社, 1980.
- [10] 习金根, 周文钊, 石伟琦, 等. 部分根系施肥对剑麻植株和根系生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(29): 14171-14172.
- [11] 丁金玲, 段承俐, 文国松, 等. 氮素用量对 K326 生理生化特性的影响[J]. 云南农业大学学报, 2005, 20(2): 204-208.
- [12] 刘彦琴, 张丰雪, 杨敏生. 电导率在白杨杂种无性系耐旱性鉴定中的应用[J]. 河北林果研究, 1997, 12(4): 301-305.
- [13] 谭勇, 梁宗锁, 董娟娥, 等. 水分胁迫对不同产地板蓝根幼苗抗氧化酶活性和根系活力的影响[J]. 华北农学报, 2006, 21(5): 20-23.
- [14] 王守生. 茶树游离脯氨酸含量及水分胁迫对其影响[J]. 茶叶科学, 1995, 21(1): 22-25.
- [15] 任丽花, 王义祥, 罗旭辉, 等. 水分胁迫对圆叶决明生理生化特性的影响[J]. 福建农业学报, 2013, 28(11): 1093-1098.
- [16] 桑子阳, 马履一, 陈发菊. 干旱胁迫对红花玉兰幼苗生长和生理特性的影响[J]. 西北植物学报, 2011, 31(1): 109-115.
- [17] 习金根, 郑金龙, 易克贤. 干旱胁迫对剑麻幼苗生理生化的影响[J]. 中国麻业科学, 2012, 34(5): 216-219.