

蒋博文,王 涛,马 明,等. 烟草品种“红花大金元”叶片发育特性研究[J]. 江苏农业科学,2019,47(4):82–85.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.04.018

烟草品种“红花大金元”叶片发育特性研究

蒋博文¹, 王 涛², 马 明³, 高华锋², 解 燕², 李青常³, 毛建书², 李祖红², 田斌强¹

(1. 河南农业大学烟草学院, 河南郑州 450002; 2. 云南省烟草公司曲靖市公司, 云南曲靖 655000;

3. 中国烟草标准化研究中心, 河南郑州 450001)

摘要:为深入了解红花大金元叶片发育特性,准确判断其鲜烟叶素质,为特殊烟叶的形成规律提供理论基础,研究了红花大金元的出叶速度,测定了不同部位叶片从发生至衰老整个过程中叶面积扩展和淀粉积累的动态变化。结果表明,红花大金元全生育期出叶约 30 张,返苗后出叶速度呈逐渐增加趋势;根据红花大金元叶面积扩展规律和淀粉积累规律,叶片整个发育时期可分为叶面积形成期,叶面积形成、淀粉积累重叠期(简称重叠期),淀粉积累期 3 个阶段。叶面积形成期和淀粉积累期是大田生长过程中不同素质烟叶形成的关键时期。

关键词:烟草;叶片发育;叶面积;淀粉

中图分类号: S572.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)04-0082-04

红花大金元是云南优质烤烟种植品种之一,以清香型风格突出,香气质好,香气量足,深受卷烟企业的青睐^[1],但其氮肥利用率高、耐肥性差,大田生长过程中极易因为气候异常和田间管理不当而贪青晚熟,形成返青、后发、多肥等特殊烟叶^[2]。刘国顺把叶片的发育过程分为细胞分裂期、细胞伸长期和腔隙扩展期,叶面积的扩展过程和叶片的发育规律较为一致^[3];唐远驹等将烤烟叶片单叶质量的形成过程划分为 3 个时期:幼叶期、体积形成期、干物质充实期(相当于缓慢生长期和成熟期)^[4];冯国忠将叶生长发育功能期划分为 4 个时期,即幼叶生长初期、迅速生长期、缓慢生长期和充实发育期,前 2 个时期基本形成叶面积大小的轮廓,后 2 期基本是营养物质的填充^[5];王能如等研究白肋烟单叶质量形成特点发现,烟叶生长先以扩大型代谢为主,后逐渐转化为积累型代谢,并根据白肋烟叶面积变化规律将叶片的生长阶段划分为幼叶期、旺长期和成熟期,将单叶质量的形成阶段分为干物质初增期、干物质旺增期和干物质充实期^[6]。前人对叶片发育过程的划分或从细胞角度,或从叶面积扩展角度,或从单叶质量形成角度,这对科学栽培、合理调控株型、提高烟叶产质量具有重要意义;但前人均没有从光合产物分配和营养角度对叶片生长发育阶段进行划分,这不利于对鲜烟叶素质的准确判定。近年来,烤烟生长季节自然灾害频发,干旱和降雨分布不均等多重因素严重影响了烟叶正常的生长发育,特殊烟叶时有发生,鲜烟叶素质差异较大。本试验通过分析红花大金元烟草叶片发生规律及淀粉代谢特点,试从光合产物功能分配角度将红花大金元叶片形成过程进行阶段划分,为判定鲜烟叶素质提供理论基础。

收稿日期:2017-10-11

基金项目:中国烟草总公司云南省公司资助项目(编号:2017YN20)。作者简介:蒋博文(1991—),女,河南平顶山人,硕士,主要从事烟草调制与加工研究。E-mail:15136467971@163.com。

通信作者:田斌强,博士,讲师,主要从事烟草工程教学及研究。E-mail:muzhuantian@sina.com。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2016 年 4—9 月在云南省大理州弥渡县红花大金元科技研发基地的温室大棚内进行。供试烤烟品种为红花大金元,移栽株行距为 0.6 m × 1.2 m,沙质土壤,肥力中等,规模化管理,3 月 29 日移栽,6 月 3 日打顶。待烟株还苗成活后,选取植株健壮、生长较为一致的烟株 5 株,在烟株现蕾之前每天观察叶片的发生情况,并挂牌定叶位,自叶片发生起,每隔 5 d,测定烟株第 11 张真叶(即打顶后第 3 张有效叶,代表下部叶)、第 17 张真叶(即打顶后第 9 张有效叶,代表中部叶)、第 23 张真叶(即打顶后第 15 张有效叶,代表上部叶)的叶长和叶宽。每隔 5 d 取杀青样,测定淀粉含量。

1.2 叶面积测定

叶片发生(经观察,本试验中 3 叶位于移栽后 21 d 出叶,9 叶位于移栽后 37 d 出叶,15 叶位于移栽后 45 d 出叶)后,每隔 5 d 测定 1 次叶长和叶宽,测定方法和叶面积计算方法按照国标^[7]进行,测量工具为精确度是 0.001 m 的卷尺,叶长为茎叶连接处至叶尖的直线长度,叶宽为叶面最宽处与主脉的垂直长度,叶面积 = 叶长 × 叶宽 × 0.634 5。

1.3 叶片淀粉含量测定

待指定叶位叶片长度达 30 cm 以后,每隔 5 d 取样 1 次,每个叶位每次随机取 5 张烟叶,于 105 ℃ 杀青 15 min,65 ℃ 烘干,磨碎后过 60 目筛用于淀粉含量的测定。淀粉含量采用蒽酮法^[8]测定。

1.4 数据统计分析

试验数据用 SPSS 21.0 进行统计分析,用 Microsoft Excel 2010 进行处理和作图。

2 结果与分析

2.1 红花大金元出叶速度

由表 1 可知,红花大金元移栽时可见叶片为 5 张,移栽后 6 d 左右,新叶开始产生,且日增量呈增加趋势;移栽后前

18 d, 出叶速度较慢, 约每 3 d 产生 1 张叶; 移栽后 23~38 d, 出叶速度增加, 约每 2 d 产生 1 张叶; 红花大金元移栽后 54 d 现蕾, 现蕾前 10 d, 每天可产生 1 张烟叶。红花大金元全生育期共出叶 30 张, 5 张苗床期烟叶和 2~3 张底脚叶枯死脱落, 打顶时去掉 3~4 张花序叶, 有效烟叶达 18 张左右。

表 1 红花大金元出叶速度

移栽后时间 (d)	叶片数 (张)	日增量 (张)
0	5.0	
6	6.0	0.200
13	8.0	0.333
18	10.0	0.425
23	12.0	0.500
28	14.0	0.500
33	15.7	0.425
38	18.0	0.575
43	22.0	1.000
48	25.5	0.875
53	29.0	0.875
54	30.0	0.250

2.2 不同部位烟叶叶面积变化规律

红花大金元不同部位烟叶大田生长过程中叶面积变化规律如图 1 所示, 3 叶位、9 叶位、15 叶位叶面积生长规律符合 Logistic 曲线^[9], 前期缓慢, 中期快, 后期趋于稳定, 叶片采收时最终叶面积分别为 1 210.58、1 417.61、937.92 cm², 即 9 叶位 > 3 叶位 > 15 叶位, 且差异明显, 即红花大金元为腰鼓形。3 叶位移栽后 21 d 出叶, 叶片自产生起 12 d 以内, 叶面积增长十分缓慢, 移栽后 33 d 起叶面积开始快速扩展, 移栽后 68 d 后叶片基本定型, 叶面积基本不再增长。9 叶位移栽后 37 d 出叶, 出叶 6 d 内叶面积增长缓慢, 移栽后 43 d 叶面积开始快速扩展, 移栽后 78 d 后基本定型, 叶面积有少量增加。15 叶位移栽后 45 d 出叶, 叶片发生后 8 d 叶面积增长缓慢, 移栽后 53 d 叶面积开始快速扩展, 移栽后 98 d 后叶面积增长缓慢。

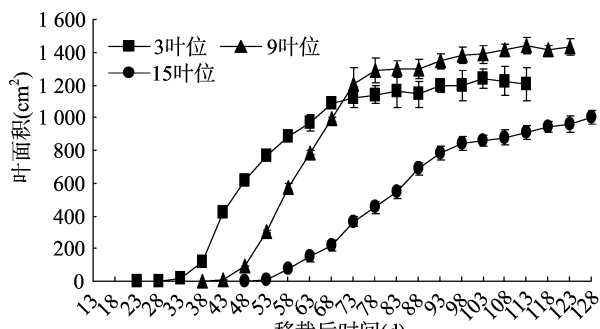


图 1 红花大金元不同部位烟叶叶面积动态变化规律

2.3 不同部位烟叶淀粉含量变化规律

红花大金元不同部位烟叶大田生长过程中淀粉含量变化规律如图 2 所示, 不同部位烟叶淀粉含量均呈“S”形变化规律, 3 叶位、9 叶位、15 叶位采收成熟期淀粉含量分别为 235.73、308.20、300.04 mg/g, 即 9 叶位 > 15 叶位 > 3 叶位, 其中 9 叶位和 15 叶位淀粉含量接近, 差异不明显, 但均与 3 叶位差异明显。下部叶 3 叶位淀粉含量从移栽后 58 d 开始明显积累, 移栽后 78 d 淀粉含量达到最大值, 为 241.6 mg/g,

随后淀粉含量开始快速下降, 淀粉积累时间为 20 d; 中部叶 9 叶位淀粉含量亦从移栽后 58 d 开始快速积累, 移栽后 93 d 淀粉含量达到最大 (307.2 mg/g), 并随后保持平稳水平, 淀粉积累时间约 35 d; 上部叶 15 叶位移栽后 68 d 淀粉开始快速积累, 移栽后 108 d 淀粉含量基本不再增加, 淀粉积累时间约 40 d。

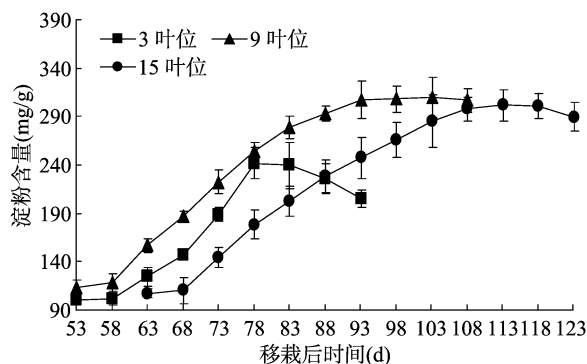


图 2 红花大金元不同部位烟叶淀粉含量动态变化规律

2.4 叶片发育阶段划分

红花大金元叶片生长发育过程中, 叶面积和淀粉含量发生着许多变化 (图 1、图 2)。综合分析这些变化可以看出, 叶片发育明显地表现出 3 个不同时期。叶面积形成期为 15~25 d, 此时期主要特点是叶面积增长较快, 光合产物主要用于叶片骨架的构建, 淀粉积累较少, 以叶面积开始快速增长为始; 叶面积形成、淀粉积累重叠期 (以下简称重叠期) 时间跨度较大, 此期以淀粉开始快速积累为始, 期间伴随叶面积的进一步扩展, 以叶片基本定型为临界点; 淀粉积累期一般为 10~15 d, 以淀粉积累为主, 此时期的主要特点是叶片基本定型, 叶面积扩展缓慢或不扩展, 光合产物除维持植株的正常生命代谢外, 均以淀粉的形式储存在叶片中。

2.4.1 叶片不同发育阶段时间及比例 红花大金元各个叶位叶片不同生长发育阶段时间及所占比例如图 3 所示, 随着叶位的上升, 重叠期时间逐渐增加, 叶面积形成期时间逐渐减少, 中部叶淀粉积累期时间较长。下部叶 3 叶位总发育时间最短, 叶面积形成期 (25 d) > 重叠期 (10 d) = 淀粉积累期 (10 d), 分别占总发育期 55.56%、22.22%、22.22%, 叶面积形成和淀粉积累功能分配明确, 重叠期较短; 中部叶 9 叶位叶面积形成期和淀粉积累期均为 15 d, 重叠期为 20 d, 占总发育时期 40%; 上部叶 15 叶位重叠期 (30 d) > 叶面积形成期 (15 d) > 淀粉积累期 (10 d), 重叠期占总发育期的 54.55%, 淀粉积累期时间最短, 仅占总发育期的 18.18%。

2.4.2 叶片不同发育阶段叶面积生长速率比较 红花大金元各个叶位不同发育阶段叶面积生长速率如图 4 所示, 叶面积高速增长集中在叶面积形成期和重叠期, 淀粉积累期叶面积平均生长速率较慢。下部叶 3 叶位叶面积形成期生长速率高达 34.68 cm²/d, 且叶面积形成期时间较长, 形成最终叶面积的 77.39%, 重叠期和淀粉积累期分别形成最终叶面积的 18.08% 和 4.53%; 中部叶 9 叶位叶面积形成期和重叠期叶面积生长速率均最大, 分别形成最终叶面积的 42.6% 和 53.19%; 上部叶 15 叶位叶面积形成期生长速率仅为 14.28 cm²/d, 小于其他叶位, 达极显著水平。重叠期叶面积

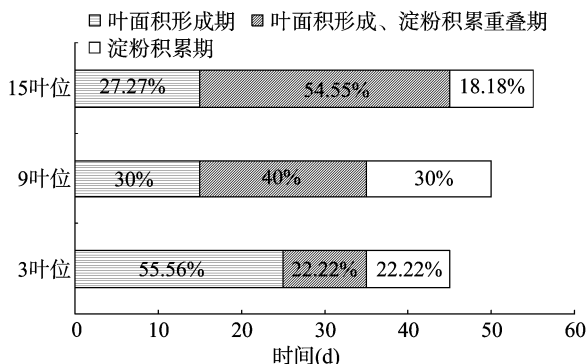
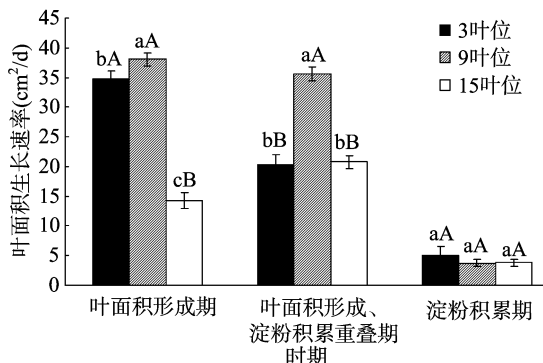


图3 红花大金元不同部位烟叶不同发育时期时间及其所占总发育期比例



柱上不同小写字母、大写字母分别表示不同叶位间差异显著($P<0.05$)、极显著($P<0.01$)。图5同

图4 红花大金元不同部位烟叶不同时期叶面积生长速率

生长速率也较小,但重叠期持续时间较长,形成最终叶面积的71.22%。

2.4.3 叶片不同发育阶段淀粉积累速率比较 红花大金元各个叶位不同发育阶段淀粉积累速率如图5所示,淀粉积累主要集中在重叠期和淀粉积累期,叶面积形成期淀粉积累速率较小。下部叶3叶位淀粉积累速率为淀粉积累期>重叠期>叶面积形成期,与其他叶位相比,叶面积形成期和重叠期积累速率较小,而淀粉积累期淀粉积累速率高达 $9.41 \text{ mg}/(\text{g} \cdot \text{d})$,高于其他叶位,达极显著水平。此期淀粉积累量占叶片最终淀粉含量的66.31%;与其他叶位相比,中部叶9叶位叶面积形成期淀粉积累速率显著高于3叶位和15叶位,重叠区淀粉积累速率高达 $6.80 \text{ mg}/(\text{g} \cdot \text{d})$,加之重叠期时间较长,淀粉积累量占叶片最终淀粉含量的70.07%;上部叶15叶位各个阶段淀粉积累速率均较低,但重叠期持续时间较长,此期淀粉积累量占叶片最终淀粉含量的81.68%。

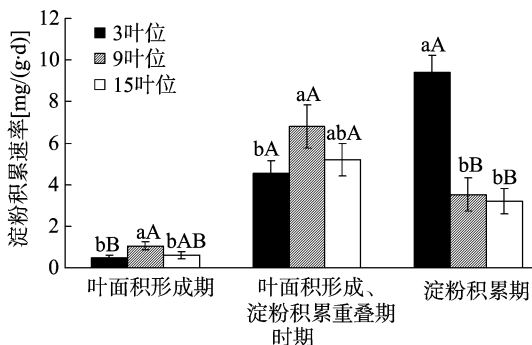


图5 红花大金元不同部位烟叶不同时期淀粉积累速率

3 讨论与结论

烤烟是一种对生态环境敏感的经济作物^[10],其叶片的发生情况不仅与品种有关,同时也受环境条件的重要影响^[11]。本研究发现,红花大金元全生育期约出叶30张,移栽后6d还苗,新叶开始发生,出叶速度呈逐渐增加趋势;还苗后18d,每3d产生1张新叶,随后每2d发生1张新叶,现蕾前10d,则每d可产生1张烟叶。这与刘国顺的研究结果^[3]较为一致。黄本荣研究K326叶片生长规律发现,一定范围内提高施肥水平可以增加总出叶数,且出叶速度更快^[12]。

烟叶的产量取决于叶面积,单位土地面积上鲜烟叶面积越大,光合作用效率越高,生物产量越多^[3],从卷烟工业的角度考虑,叶面积大的烟叶,烟叶利用率高^[13]。本研究发现,各叶位叶片的生长有严格的顺序和规律,3叶位生长速率减弱后,正是9叶位生长速度最快时期,紧接着是15叶位生长高峰期,这和玉米的生长规律较为一致^[14];不同部位烟叶单位叶面积的增长均呈现“慢—快—慢”的变化过程,其动态曲线呈现“S”形,这与王能如等的研究结果^[6]一致。本试验于移栽后68d打顶,打顶后中下部叶叶面积生长速率降低,上部叶叶面积生长速率升高,这与黄本荣得出的打顶前叶面积增长速度大于打顶后的结论^[12]略有不同。

烟叶光合作用的主要产物是淀粉,在叶绿体中,光合产物除了满足细胞自身代谢活动所需的物质和能量之外,多余的部分基本上转化为淀粉储藏起来;在烟株生命活动所需之时,淀粉又可降解并转化为其他形式的糖类供给各种需求^[15]。可见,淀粉是烟叶物质和能量的一种储存形式。烟叶在生长期,淀粉含量逐步增加,随叶片的衰老而显著减少^[16]。本试验研究结果表明,烟叶生长发育初期,烟叶淀粉含量较低,淀粉积累较少,可能是叶片光合产物大部分供应根部,促进根系生长引起的^[17];随后烟叶淀粉含量迅速增加,生理成熟期烟叶淀粉含量趋于稳定,采收期又有所下降。贾琪光等研究认为,淀粉含量由高峰向低转化可作为最佳成熟的生理指标^[18]。本研究还发现,中上部叶淀粉含量明显高于下部叶,且随着推迟采收时间的延长,各部位烟叶淀粉含量均呈下降趋势,下降的速率为下部叶>上部叶>中部叶,这和王春军等的研究结果^[19-20]一致。韩富根研究表明,鲜烟成熟越充分,淀粉积累越多,调制过程中水解越完全,对烟叶品质越好^[21]。蔡宪杰等研究发现,从欠熟至成熟,烟叶淀粉含量逐渐升高,工艺成熟烟叶淀粉含量达到最高,过熟烟叶淀粉含量又降低,工艺成熟采收的烟叶烤后淀粉含量较低,还原糖含量较适宜,化学成分较协调^[22]。因此淀粉积累期后采收烟叶较合适,其中下部叶耐熟性差,需要适当早采,淀粉积累期结束后5d采收合适,中上部叶淀粉积累期结束后15d采收合适。

叶片光合作用合成的有机物质是烟株进行生长和发育的物质基础^[23]。本试验根据红花大金元不同部位烟叶叶面积形成过程和淀粉积累过程,将叶片发育大致分为3个时期:叶面积形成期,叶面积形成、淀粉积累重叠期,以及淀粉积累期。

叶面积形成期以叶面积快速扩增为始,以淀粉开始迅速积累为终,持续15~25d。下部叶叶面积扩展速度快,周期长,形成最终叶面积的77.39%,中部叶叶面积扩展速度也较快,但时间短,进行成最终叶面积的42.6%,上部叶叶面积扩

展速度慢,仅形成最终叶面积的 24.60%。本期淀粉积累速率较低,各个叶位仅形成最终淀粉含量的 1.57%~2.73%。本期类似于刘国顺提出的单叶面积的“迅速增长期”^[3],且与唐元驹等提出的单叶质量形成规律的“体积形成期”^[4]相像,此时期叶面积的快速增大以细胞伸长膨大为主,叶片光合作用制造的营养物质主要用于叶片骨架的构建,淀粉积累较少。此期是鲜烟叶素质形成的基础,如果这一时期受阻,不能形成足够的容积,则不能容纳较多的营养物质,例如后发烟叶的形成;但是这一时期叶面积扩展过快,将会导致后来淀粉的积累跟不上体积扩展,叶片组织密度降低,叶面泡疏,例如下部叶和多雨寡日照烟叶的形成,如果后期烟叶淀粉积累不充实,而氮代谢又过于旺盛,则极易形成多肥烟。

叶面积形成、淀粉积累重叠期(简称重叠期)时间跨度较大,此期以淀粉开始快速积累为始,期间伴随叶面积的进一步扩展,以叶片基本定型为临界点。下部叶重叠期较短,仅完成最终叶面积的 18.08%,积累最终淀粉含量的 32.06%;中部叶此期叶面积扩展速率和淀粉积累速率均较高,形成最终叶面积的 53.19%,积累最终淀粉含量的 70.07%;上部叶重叠期持续时间较长,形成最终叶面积的 71.22%,积累最终淀粉含量的 81.65%。此期叶面积扩展速率和淀粉积累速率较协调,营养物质积累可以跟上叶面积的扩充,对鲜烟叶素质影响较小。

淀粉积累期以叶面积定型为始,以淀粉基本稳定为终,一般为 10~15 d。此期叶片基本定型,各个叶位叶片扩展缓慢,仅形成最终叶面积的 4.21%~4.53%;叶片的光合产物除维持植株的正常生长代谢外,均以淀粉的形式储存在叶片中,但不同部位叶片淀粉积累量不同,下部叶此期淀粉积累速率极高,短期内积累最终淀粉含量的 66.31%,但最终淀粉含量与中上部叶相比,仍然较低,可见后发烟叶生育后期碳获取效率仍不能与常规烟叶相比,这与木本植物物候研究结果^[24]相一致。

“源流库”理论^[25]认为,物质的积累由“源”“流”“库”共同组成,要最终达到物质的高效积累必须在 3 个方面同步提高。小麦籽粒产量受总光合产物积累和分配,或源库关系协调性的制约^[26~27],增加库源是提高品种产量的潜力,而增源可以从 2 个方面进行:一是增加前期光合生产力,为后期籽粒形成和灌浆奠定良好物质基础,二是进一步改善后期干物质的积累能力。与其他作物不同,烤烟的收获部位是叶片,即“库”“源”一体,前期叶面积扩充与后期淀粉积累协调一致,鲜烟叶素质较好。

烤烟叶片光合产物主要用于前期叶片骨架的构建和后期营养物质的填充,根据红花大金元叶片面积扩展规律和淀粉积累规律,将叶片发育过程分为叶面积形成期、重叠期和淀粉积累期,其中重叠期叶面积扩展和淀粉积累较协调,对鲜烟叶素质影响较小,叶面积形成期和淀粉积累期的长短和协调程度是大田生长过程中不同素质烟叶形成的关键原因所在。

参考文献:

[1]焦哲恒,许东亚,孙军伟,等. 云南大理烤烟红花大金元适产范围研究[J]. 西南农业学报,2015,28(5):1951-1956.

- [2]程 浩,孙福山,翟所亮,等. 特色烤烟品种红花大金元烟叶质量的影响因素分析[J]. 中国烟草科学,2009,30(2):21-25.
- [3]刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [4]唐远驹,汤利华. 烤烟单叶重形成过程的初步研究[J]. 中国烟草科学,1980(4):8-13.
- [5]冯国忠. 烟草不同品种类型干物质生产规律的探讨[J]. 辽宁农业科学,1979(2):14-20.
- [6]王能如,王春生. 白肋烟单叶质量的形成特点及其栽培学意义初探[J]. 中国烟草科学,1987(3):8-11.
- [7]烟草农艺性状调查测量方法:YC/T 142—2010[S]. 北京:中国标准出版社,2010.
- [8]许冬青,彭黔荣,杨 敏,等. 烟草中淀粉测定方法研究现状与探讨[J]. 耕作与栽培,2011(3):54-56,53.
- [9]刘雪松. 不同品种烤烟叶面积的生长规律及其与气候条件的关系[J]. 贵州农学院学报,1987(2):18-24.
- [10]朱 海,梁 盟,宋文静,等. 气候因子对烤烟质量风格特色的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(5):63-69.
- [11]刘国顺,高致明,许广恺. 豫中灌区烤烟叶片生长发育规律研究[J]. 烟草科技,1998(5):35-38.
- [12]黄本荣. 烤烟 K326 叶片生长发育规律研究[J]. 福建农业科技,2009(4):19-21.
- [13]王春生,王能如. 白肋烟不同部位叶片特征的观察[J]. 中国烟草科学,1987(1):1-5.
- [14]赵树仁,姚南瑜. 玉米叶片生长规律的观察[J]. 植物生理学通讯,1987(6):26-29.
- [15]周冀衡,朱小平,王彦亭,等. 烟草生理与生物化学[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,1996:331.
- [16]左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 上海:上海远东出版社,1993:370.
- [17]许自成,黄平俊,卢秀萍,等. 不同覆盖措施对大田烤烟叶片淀粉积累的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2006,34(5):77-82.
- [18]贾琪光,宫长荣. 烟叶生长发育过程中主要化学成分含量与成熟度关系的研究[J]. 烟草科技,1988(6):40-44.
- [19]王春军,高 潮,贺国强,等. 烤烟不同部位叶片中主要碳水化合物的变化[J]. 华北农学报,2007,22(增刊1):75-77.
- [20]凌寿军,王 军,邱妙文,等. 推迟采收对烤烟淀粉含量及产质量的影响[J]. 中国烟草科学,2001,22(4):29-31.
- [21]韩富根. 烟草化学[M]. 北京:中国农业出版社,2010.
- [22]蔡杰亮,王信民,尹启生,等. 采收成熟度对烤烟淀粉含量影响的初步研究烟草科技[J]. 烟草科技,2005,(2):38-40.
- [23]顾少龙,史宏志. 光照对烤烟生长发育及质量形成的影响研究进展[J]. 河南农业科学,2010(5):120-124.
- [24]朱旭斌,孙书存. 南京地区落叶栎林木本植物叶物候研究[J]. 植物生态学报,2006,30(1):25-32.
- [25]覃琼瑶,卢 诚,陈 新,等. 木薯不同品种(系)生物积累量特性及其与淀粉积累关键基因表达相关性研究[J]. 中国农业大学学报,2016,21(5):42-50.
- [26]郭丽果,尹宝重,郑佩佩,等. 播前耕作方式对河北平原区节水冬小麦光合特性和籽粒产量的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(1):69-72.
- [27]胡延吉,兰进好,赵擅方. 不同时期 3 个主栽小麦品种干物质积累及分配特性的研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),1999,30(4):404-408.