

## 采收成熟度对烤烟叶片特征的影响

王利祥 (重庆市烟草公司巫山分公司, 重庆 404700)

**摘要** [目的]探究不同采收成熟度对烤烟叶片特征的影响,为烟叶适时采收提供判断指标和科学依据。[方法]以云烟 116 和云烟 87 为试验材料,根据不同采收时间,对其外观特征影响因素进行测定,主要包括 SPAD 值、叶片成熟区域、叶形等。[结果]随着采收时间延长,烟叶 SPAD 值逐渐降低,叶绿素降解速度逐渐增加,在烟叶达到成熟后逐渐降低;烟叶叶片成熟区域从以高熟区域为主转变为以适熟区域为主,转变速度逐渐减小;叶长和叶宽整体呈增加趋势,在烟叶达到成熟后,两者有减小的趋势,烟叶的长宽比、叶宽最大处占叶长的比例与烟叶叶长显著相关。[结论]下部叶在打顶后 24~31 d 采收,中部叶在打顶后 32~39 d 采收,上部叶在打顶后 47~54 d 采收,烟叶的外观特征更符合优质烟叶标准。

**关键词** 采收时间;外观特征;成熟区域;叶形

中图分类号 S 572 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)02-0038-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.02.011



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Effect of Growth Period on Appearance Characteristics of Flue-cured Tobaccos

WANG Li-xiang (Wushan Branch of Chongqing Tobacco Company, Chongqing 404700)

**Abstract** [Objective] To explore the effects of different harvest time on the appearance characteristics of tobacco leaves, so as to provide judgment index and scientific basis for timely harvest of tobacco leaves. [Method] Yunyan 116 and Yunyan 87 were used as experimental materials. According to different harvest time, the influencing factors of their appearance characteristics were determined, including SPAD value, leaf mature area, leaf shape and so on. [Result] With the extension of harvest time, SPAD value of tobacco leaves decreased gradually, chlorophyll degradation rate increased gradually, and decreased gradually after tobacco leaves reached maturity; The mature area of tobacco leaves changed from mature area to suitable mature area, and the transformation rate decreased gradually; Leaf length and leaf width showed an increasing trend as a whole, and both showed a decreasing trend when tobacco leaves reached maturity. The ratio of length to width and the proportion of the largest leaf width to leaf length were significantly correlated with leaf length. [Conclusion] The lower leaves were harvested 24-31 days after topping, the middle leaves were harvested 32-39 days after topping, and the upper leaves were harvested 47-54 days after topping.

**Key words** Harvest time; Appearance characteristics; Mature area; Leaf shape

鲜烟叶的外观特征直接影响烟叶的烤后质量和产量,烟叶成熟度是影响烟叶外观特征的重要因素。近年来,对于烟叶外观特征有许多研究,曾建敏等<sup>[1-2]</sup>对烟叶叶绿素和 SPAD 值之间的关系进行了研究,发现 SPAD 值与叶绿素含量存在显著正相关关系;汤朝起等<sup>[3]</sup>分析了光泽、弹性(柔韧性)、细腻度(叶面组织)等指标与内在品质的关系;顾毓敏等<sup>[4]</sup>对烟叶叶形和化学成分之间的关系进行了研究,发现在一定范围内烟叶叶长增加,烤烟化学成分协调性变差,烟叶长宽比减小,烤烟化学成分趋于优质烟标准;宫长荣等<sup>[5-7]</sup>研究结果表明,烤后烟叶的化学成分含量及其比例可以反映烟叶外观质量、成熟度与烤后质量密切相关。这些研究对烟叶外观特征的分析主要涉及颜色、茎叶夹角、光泽、主脉、支脉等,对于叶形研究主要涉及叶形与化学成分关系,而成熟度对烟叶叶片区域、叶形的影响研究较少。鉴于此,笔者以云烟 116 和云烟 87 为试验材料,根据 SPAD 值、叶片成熟区域、叶形,分析不同采收时间对烟叶外观特征的影响,旨在为烟叶适时采收提供理论依据和技术参考。

## 1 材料与方

**1.1 试验材料** 试验于 2020 年 6—10 月在重庆市丰都县太平坝乡进行,供试品种为云烟 116 和云烟 87。选取当地有代表性的规范管理烟田,打顶后选取长势均一的烟株进行采收。

**1.2 试验设计** 根据烟株的下(X)、中(C)、上(B)3 个部

位,以 7 d 采收时间为 1 个处理,每个部位采收 4 次,共设置 12 个处理,见表 1。每个成熟度处理采收 3 竿鲜烟叶,从中选取有代表性的烟叶 5 片,其余烟叶进行烘烤。分别测定每片鲜烟叶的 SPAD 值、叶形特征、叶片成熟面积。

表 1 不同部位处理烟叶采收时间

Table 1 Harvesting time of tobacco leaves in different treatments at different leaf positions

部位 Position	处理编号 Treatment code	采收时间 Harvesting time
下部叶 Lower leaf	XT1	打顶后 10 d
	XT2	打顶后 17 d
	XT3	打顶后 24 d
	XT4	打顶后 31 d
中部叶 Middle leaf	CT1	打顶后 25 d
	CT2	打顶后 32 d
	CT3	打顶后 39 d
	CT4	打顶后 46 d
上部叶 Upper leaf	BT1	打顶后 40 d
	BT2	打顶后 47 d
	BT3	打顶后 54 d
	BT4	打顶后 61 d

## 1.3 测定项目及方法

**1.3.1 SPAD 值测定。**使用 SPAD 便携式叶绿素仪测定。选取每片烟叶以主脉为对称的叶尖、叶中、叶基的叶脉间部位,共 6 个点进行测量,以每个处理中 5 片鲜烟叶的 SPAD 平均值作为该成熟度处理烟叶的 SPAD 值。

**1.3.2 叶片成熟区域测定。**对采收烟叶进行拍照,将烟叶图

像的 RGB 颜色值转换为数值,通过 Python 软件编写程序,根据烟叶 RGB 颜色对应的数值范围,将烟叶叶片区域划分为欠熟、尚熟、适熟、过熟 4 个成熟度区域<sup>[8]</sup>,实现对鲜烟叶叶片不同成熟度区域比例的计算。

**1.3.3 叶形特征。**按 YC/T142—2010《烟草农艺性状调查测量方法》测量叶片的叶长、叶宽、叶宽最大处(叶宽最大处距叶基部的距离),计算长宽比。

**1.4 数据分析** 采用 Excel 2020 对原始数据进行整理,利用 SPSS 20.0 软件进行数据处理和统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同处理对鲜烟叶 SPAD 值的影响** SPAD 便携式叶绿素仪可以通过 SPAD 值反映叶绿素对特定波段光线的吸收,SPAD 值与叶绿素含量呈显著相关<sup>[9]</sup>。图 1 为不同采收时间云烟 116 和云烟 87 的鲜烟叶 SPAD 值。由图 1 可知,云烟 116 和云烟 87 不同部位烟叶随采收时间延长,SPAD 值都呈现下降趋势,且不同部位叶绿素降解速度都呈现先增大后减缓的趋势。随采收时间延长,云烟 116 的同一部位各处理间烟叶 SPAD 值差异显著,云烟 87 中部叶和下部叶各处理间烟叶 SPAD 值差异不显著,上部叶各处理间烟叶 SPAD 值差异显著。总体来看,云烟 116 上、中、下部叶 SPAD 值受采收时间影响较大,云烟 87 的中部叶 SPAD 值受采收时间影响较小,下部叶和上部叶 SPAD 值受采收时间影响较大。

**2.2 不同处理对鲜烟叶成熟区域的影响** 图 2、3 为云烟 116 和云烟 87 鲜烟叶及其对应的区域成熟度分布图。由图 2、3 可知,随着烟叶叶片区域成熟度提高,烟叶成熟区域分布



注:从左到右依次为处理 BT3、CT4、XT2

Note: From left to right were treatments BT3, CT4, XT2

图 2 云烟 116 鲜烟叶及其对应的区域成熟度分布

Fig.2 Fresh leaves of Yunyan 116 and its regional maturity distribution

**2.3 不同处理对鲜烟叶叶形的影响** 表 2 为不同采收时间云烟 116 和云烟 87 的叶形数据。由表 2 可知,随着采收时间延长,云烟 116 上部叶叶长逐渐减小,叶宽逐渐增大,但在达到成熟后有减小趋势;中部叶叶长逐渐增大,叶宽先增后降,在达到成熟后叶宽有减小趋势;下部叶叶长逐渐增加,叶宽逐渐减小,叶宽最大值出现在 XT1 处理。随着采收时间延长,云烟 87 上部叶和中部叶的叶长逐渐增大,但在达到成熟后叶长有减小趋势;下部叶叶长逐渐增大,叶宽逐渐减小,叶长最大值出现在 XT4 处理。2 个品种烟叶的长宽比与叶长变化趋势基本一致;从叶宽最大处/叶长来看,下部叶都随采收时间增加逐渐减小,但中部叶和上部叶都随采收时间增加

图中对应的区域颜色逐渐由绿变红。图 4 为不同叶片成熟度区域面积的比例。由图 4 可知,云烟 116 和云烟 87 的叶片成熟区域以尚熟和适熟为主,随着采收时间延长,叶片颜色由绿变黄,叶片成熟区域中欠熟区域逐渐消失,尚熟区域向适熟区域转变,过熟区域略有增长。云烟 116 和云烟 87 的下部叶都随采收时间延长,叶片尚熟区域向适熟区域转变速度逐渐减缓。云烟 116 中部叶叶片成熟区域在 CT1 和 CT2 处理间变化细微,在 CT2 和 CT3 处理间变化较大,上部叶叶片成熟区域在 BT1 和 BT2 处理间变化较大,在 BT3 和 BT4 处理间变化细微。云烟 87 中部叶叶片区域在 CT2 和 CT3 处理间变化细微,在中部叶采收前期和采收后期变化较大,上部叶与下部叶变化趋势基本一致,随着采收时间延长,适熟区域逐渐增加,区域增长速度逐渐降低。

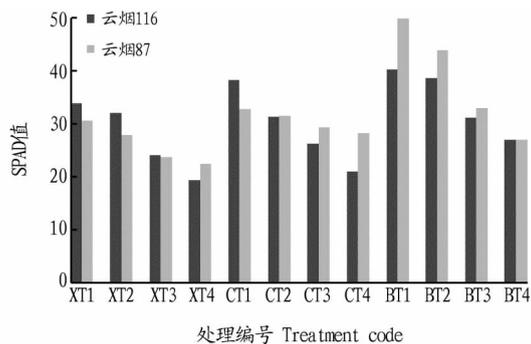


图 1 不同处理对云烟 116 和云烟 87 鲜烟叶 SPAD 值的影响

Fig.1 Effects of different treatments on fresh leaf SPAD value of Yunyan 116 and Yunyan 87

而升高。

## 3 结论与讨论

烟叶颜色是判断烟叶成熟度的重要依据,烟叶颜色变化与叶片叶绿素含量变化密切相关。该试验结果表明,随着采收时间延长,烟叶 SPAD 值逐渐降低,叶绿素降解速度增加,在烟叶达到成熟后逐渐降低,这与李佛琳等<sup>[10]</sup>研究的烤烟在生长期间叶绿素含量变化基本一致。云烟 87 中部叶以及云烟 116 上部叶 SPAD 值变化异常的原因可能与当地前期多雨、后期光照充足导致的烟株后发现象有关。总体来看,云烟 116 和云烟 87 烟叶 SPAD 值与采收时间显著相关,2 个品种上、中、下部叶的叶绿素降解速度分别在打顶后 47~54、

32~39 和 17~24 d 达到顶峰。

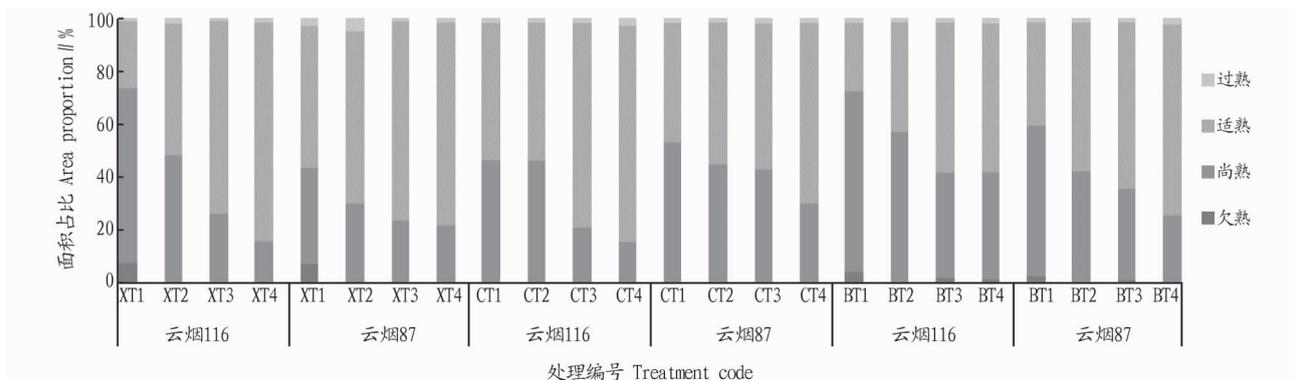


注:从左到右依次为处理 BT2、CT4、XT3

Note: From left to right were treatments BT2, CT4, XT3

图 3 云烟 87 鲜烟叶及其对应的区域成熟度分布

Fig.3 Fresh leaves of Yunyan 87 and its regional maturity distribution



注:从左到右依次为处理 BT2、CT4、XT3

Note: From left to right were treatments BT2, CT4, XT3

图 4 不同处理对云烟 116 和云烟 87 成熟区域面积占比的影响

Fig.4 Effects of different treatments on mature area proportion of Yunyan 116 and Yunyan 87

表 2 不同处理对鲜烟叶叶形的影响

Table 2 Effects of different treatments on leaf shape of fresh tobaccos

品种名称 Variety name	处理编号 Treatment code	叶长 Leaf length cm	叶宽 Leaf width cm	叶宽最大处 Maximum leaf width//cm	长宽比 Length to width ratio	叶宽最大处/叶长 Maximum leaf width/ leaf length	
云烟 116 Yunyan 116	XT1	63.2±4.7 bc	29.3±1.8 a	30.5±2.4 b	2.2±0.2 d	0.47±0.03	
	XT2	65.9±4.0 bc	28.1±2.1 ab	31.8±2.5 b	2.4±0.3 cd	0.46±0.05	
	XT3	66.6±5.0 c	25.4±3.9 bc	25.2±2.6 c	2.6±0.3 c	0.38±0.04	
	XT4	68.5±4.4 bc	26.1±2.2 b	35.3±2.6 b	2.6±0.1 c	0.47±0.03	
	CT1	70.0±4.6 bc	19.4±0.8 de	31.6±3.6 b	3.6±0.2 b	0.45±0.02	
	CT2	78.4±3.6 a	24.1±1.0 bc	39.8±3.3 ab	3.3±0.2 b	0.50±0.06	
	CT3	78.6±2.6 a	23.4±1.9 c	37.2±3.4 ab	3.4±0.2 b	0.47±0.02	
	CT4	79.6±2.7 a	22.2±1.3 cd	41.6±3.6 a	3.6±0.2 b	0.44±0.02	
	BT1	79.8±2.0 a	20.8±1.0 d	40.6±3.8 a	3.8±0.2 ab	0.48±0.04	
	BT2	75.8±2.7 ab	21.8±1.2 d	38.8±3.5 ab	3.5±0.2 b	0.51±0.02	
	BT3	72.0±2.4 b	17.8±1.3 e	33.2±4.0 b	4.0±0.2 a	0.46±0.03	
	BT4	72.4±1.9 b	20.0±0.6 de	32.6±3.6 b	3.6±0.1 b	0.45±0.01	
	云烟 87 Yunyan 87	XT1	65.6±3.2 c	30.7±1.3 b	33.1±5.5 b	2.1±0.1 d	0.50±0.10
		XT2	66.8±4.7 c	32.0±1.6 a	30.6±3.8 bc	2.1±0.2 d	0.45±0.04
		XT3	67.6±4.9 c	26.2±1.0 b	26.5±1.8 c	2.5±0.2 d	0.39±0.02
		XT4	69.4±5.7 c	26.8±2.1 b	27.2±3.5 c	2.6±0.3 c	0.39±0.02
CT1		74.6±4.7 b	25.2±2.1 b	30.6±4.5 bc	2.5±0.3 c	0.41±0.07	
CT2		77.1±4.0 ab	23.7±1.2 b	35.6±1.5 ab	3.3±0.1 b	0.46±0.03	
CT3		83.0±3.7 a	26.8±2.8 b	35.2±2.4 ab	3.1±0.3 b	0.42±0.01	
CT4		78.4±1.5 a	25.6±2.6 b	35.2±2.5 ab	3.1±0.4 b	0.45±0.03	
BT1		73.6±3.7 bc	19.6±1.6 b	33.6±3.9 b	3.8±0.3 a	0.46±0.04	
BT2		74.6±4.3 b	18.6±1.5 b	31.8±2.1 b	4.0±0.1 a	0.43±0.02	
BT3		76.0±4.2 b	21.8±1.9 b	38.8±1.5 a	3.5±0.3 ab	0.51±0.03	
BT4		75.8±2.4 b	21.0±0.6 b	34.4±1.6 ab	3.6±0.1 ab	0.45±0.01	

注:同列相同品种间不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases of the same variety in the same column indicated significant differences at 0.05 level

叶片成熟区域变化可以反映叶片颜色变化情况。该试验结果表明,随着采收时间延长,烟叶叶绿素含量逐渐降低,烟叶叶片成熟区域从以尚熟区域为主转变为以适熟区域为主,这与陈梦思等<sup>[11]</sup>对不同成熟度烟叶颜色变化的研究结果基本一致。云烟 116 的叶片成熟区域转变速度明显高于云烟 87,与实际大田采收过程中云烟 116 较云烟 87 耐熟性差这一现象相符,因此叶片成熟区域转变速度可以作为判断烟叶采收时间的依据之一。

烟叶叶形是烟叶生长发育的重要指标<sup>[12-13]</sup>,对于烟叶烘烤过程中水分扩散和对热交换有重要影响<sup>[14]</sup>,叶长是烤后烟叶评级的重要指标。试验结果表明,随着采收时间延长,烟叶的叶长和叶宽整体呈增加趋势,在烟叶达到成熟后,两者有减小的趋势,烟叶的长宽比、叶宽最大处占叶长的比例与烟叶叶长显著相关。采收时间对于烟叶的叶形特征具有显著影响。

综合分析不同采收时间对云烟 116 和云烟 87 烟叶的 SPAD 值、叶片成熟区域和叶形的影响,下部叶在打顶后 24~31 d 采收,中部叶在打顶后 32~39 d 采收,上部叶在打顶后 47~54 d 采收,烟叶的外观特征更符合优质烟叶标准。该研究对云烟 116 和云烟 87 发育正常的烟株进行试验,对因气候、地形等因素导致发育异常的烟株还需进一步进行研究。

(上接第 29 页)

率。穗重符合 model B<sub>1</sub>,该结果与孙海艳等<sup>[12]</sup>在玉米中的研究结果不一致,原因可能是所用材料不同。且受到 2 对主基因控制,为加性-显性-上位性的混合遗传模型,穗重的 2 对主基因以加性效应为主,主基因的遗传率为 66.81%;粒重符合 model B<sub>1</sub>,这与孙海艳等<sup>[12]</sup>在玉米中的研究结果一致,且 F<sub>2</sub> 群体的分离符合加性-显性的混合遗传模型。控制该群体粒重的 2 对主基因以显性效应为主,主基因遗传率为 40.37%。着壳率符合 model B<sub>1</sub>,受到 2 对主基因控制,且 F<sub>2</sub> 群体的分离符合加性-显性的混合遗传模型,主基因遗传率为 89.11%,其遗传率较高,说明后代能够稳定遗传。

#### 4 讨论

产量性状是由多个农艺性状共同作用的数量性状,环境因素和遗传因素均会影响产量,因此在研究过程中不能忽视其他性状对产量的影响<sup>[13]</sup>。在提高高粱产量方面要控制穗重在环境中所受到的影响,通过提高穗重来提高产量。同时随外界条件不同而变化的穗重,会影响到籽粒重量的百分比<sup>[14]</sup>。着壳率高,难以进行脱壳且其遗传率较高,因此在自然遗传的基础上,进行降低着壳率的长期人工选择<sup>[15]</sup>。影响着壳率的遗传因素与穗部性状相关,但该试验未涉及。因此,在今后的研究过程中,应该采用多环境试验来降低环境对产量造成影响的差异。

#### 参考文献

[1] ABDELHALIM T S, KAMAL N M, HASSAN A B. Nutritional potential of

#### 参考文献

- [1] 曾建敏, 姚恒, 李天福, 等. 烤烟叶片叶绿素含量的测定及其与 SPAD 值的关系[J]. 分子植物育种, 2009, 7(1): 56-62.
- [2] 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.
- [3] 汤朝起, 刘伟, 潘红源, 等. 烤烟外观质量的评价延伸指标与内在品质的关系[J]. 烟草科技, 2011, 44(9): 71-74.
- [4] 顾毓敏, 程森, 竇玉青, 等. 云南宣威初烤烟叶叶形特征与内在品质的关系研究[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(4): 6-9, 13.
- [5] 官长荣. 烟草调制学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 122.
- [6] 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]. 延边大学学报, 2012, 34(2): 147-151, 161.
- [7] 赵铭钦, 苏长涛, 姬小明, 等. 不同成熟度对烤后烟叶物理性状、化学成分和中性香气成分的影响[J]. 华北农学报, 2008, 23(3): 146-150.
- [8] 韩殿元, 黄心渊, 付慧. 基于彩色通道相似性图像分割方法的植物叶面积计算[J]. 农业工程学报, 2012, 28(6): 179-183.
- [9] 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.
- [10] 李佛琳, 赵春江, 刘良云, 等. 烤烟鲜烟叶成熟度的量化[J]. 烟草科技, 2007, 40(1): 54-58.
- [11] 陈梦思, 安然, 单雪华, 等. 不同采收时间对 HN2146 烤烟田间烟叶外观特征和烘烤质量的影响[J]. 现代农业科技, 2020(7): 1-5, 8.
- [12] 周世奇, 罗琳, 程立锐, 等. 烟草航天诱变体叶形遗传分析及基因定位[J]. 分子植物育种, 2021, 19(2): 584-590.
- [13] 苏行健, 陈世辉, 李晶晶, 等. 较低风速下构树叶的热交换效应[J]. 江苏农业学报, 2020, 36(4): 868-874.
- [14] 孙福山, 陈江华, 刘建利. 烟叶收购质量现状与改善等级结构技术探讨[J]. 中国烟草学报, 2002, 8(2): 29-33.
- [15] wild sorghum: Grain quality of Sudanese wild sorghum genotypes (*Sorghum bicolor* L. Moench)[J]. Food science & nutrition, 2019, 7(4): 1529-1539.
- [2] 卢峰, 邹剑秋, 王艳秋, 等. 高粱杂交种产量及其重要农艺性状间的关系分析[J]. 杂粮作物, 2007, 27(6): 391-396.
- [3] 李树华, 张文杰, 白海波, 等. 春小麦穗部性状的主基因+多基因遗传分析[J]. 中国农学通报, 2017, 33(6): 20-26.
- [4] 李嵩博, 唐朝臣, 陈峰, 等. 中国粒用高粱改良品种的产量和品质性状时空变化[J]. 中国农业科学, 2018, 51(2): 246-256.
- [5] 王贵学, 邱厥. 从小麦数量性状的表型值分布看正态性检验的必要性——几种正态性检验方法的比较[J]. 西南农业学报, 1990, 3(2): 33-38.
- [6] 柯福来, 朱凯, 石永顺, 等. 粒用高粱超高产群体的产量构成分析[J]. 辽宁农业科学, 2014(1): 28-30.
- [7] 仪治本, 梁小红. 高粱数量性状的多元遗传分析[J]. 华北农学报, 2002, 17(3): 52-58.
- [8] 盖钧镒. 植物数量性状遗传体系的分离分析方法研究[J]. 遗传, 2005, 27(1): 130-136.
- [9] SHEHZAD T, OKUNO K. QTL mapping for yield and yield-contributing traits in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) with genome-based SSR markers[J]. Euphytica, 2015, 203: 17-31.
- [10] 杨珍, 李斌, 赵军, 等. 甜高粱主要农艺性状与产量相关和通径分析[J]. 中国糖料, 2018, 40(4): 16-19.
- [11] 孙贵荒, 陈悦, 杨晓光, 等. 高粱产量、株高和穗长的遗传研究[J]. 辽宁农业科学, 1995(3): 16-20.
- [12] 孙海艳, 徐德林, 蔡一林, 等. 玉米穗部性状的多世代联合遗传分析[J]. 植物遗传资源学报, 2012, 13(6): 1005-1010.
- [13] 梁晓玲, 阿布来提, 冯国俊, 等. 玉米杂交种的产量比较及主要农艺性状的相关和通径分析[J]. 玉米科学, 2001, 9(1): 16-20.
- [14] 郭有. 间接测定高粱穗粒重的方法[J]. 国外农业-杂粮作物, 1981(2): 45.
- [15] 李汝玉, 谭振新, 刘海军. 山东省高粱地方品种护颖的形态变异与演化[J]. 作物品种资源, 1996(3): 37-38.