

云南高海拔地区不同烤烟品种生长对夜间增温的响应

范幸龙^{1,2}, 周冀衡¹, 周越¹, 李强¹, 王绍坤³, 陈初³, 程昌新³, 杨应明³

1 湖南农业大学烟草研究院, 湖南长沙芙蓉区农大路 1 号, 410128;

2 江苏中烟工业有限责任公司, 江苏南京建邺区梦都大街 30 号, 210019;

3 红云红河烟草(集团)有限责任公司, 云南昆明北市区红锦路 181 号, 650202

摘要: 以‘云烟 87’和‘K326’两个烤烟品种为试验材料, 利用温室大棚夜间关闭升温、白天敞开恢复常温的原理, 研究了云南高海拔烤烟大田生育期(移栽至打顶)内生长对夜间增温的响应。研究结果表明: 夜温升高可使‘云烟 87’和‘K326’生育期总天数较自然对照分别缩短 3d 和 2d, 地上和地下部分干物质积累量和株高在各生育节点夜温处理均显著高于对照, 两品种打顶时总有效叶片数处理较对照均增加三片, 叶片开片度在各生育节点均得到提升, 特别是叶片横向生长能力得到有效促进, 叶面积相应增大, 长宽比趋于协调。同时‘云烟 87’和‘K326’植株根、叶干物质积累对夜温响应最大敏感期均为团棵时, 而茎因品种不同对夜温响应最大敏感期有所差异, ‘K326’为旺长时, ‘云烟 87’为打顶时。云南高海拔地区夜间温度升高将会对当地烤烟产值产量及烤后烟叶等级结构的提升起到极大的促进作用。

关键词: 夜间温度; 海拔; 烤烟; 品种; 生长发育; 干物质积累

doi:10.3969/j.issn.1004-5708.2014.06.012

中图分类号: S572.01

文献标志码: A

文章编号: 1004-5708 (2014) 06-0078-07

Response of flue-cured tobacco cultivars to nighttime temperature increase at high-altitude area in Yunnan

FAN Xinglong¹, ZHOU Jiheng¹, ZHOU Yue¹, LI Qiang¹, WANG Shaokun², CHEN Chu², CHENG Changxin², YANG Yingming²

1 Tobacco Research Institute, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;

2 China Tobacco Jiangsu Industrial Co., Ltd, Nanjing 210019, China;

3 Hongyun Honghe Tobacco (Group) Co. Ltd., Kunming 650202, China

Abstract: 'Yunyan 87' and 'K326' were chosen as test material to study response of Yunnan high-altitude grown tobacco to nighttime temperature increase in growing period in greenhouse where temperature was elevated at night and back to normal during day time. Results showed that: with increased night temperature, total growth period of 'Yunyan 87' and the 'K326' reduced by 3d and 2d each, and underground and aboveground dry matter accumulation and plant height in different growth periods were significantly higher than control. Total effective leaf number increased by three, and leaf cutting degree was effectively improved, especially the blade lateral growth capacity effectively increased, leaf area expanded, and ratio of length to width became appropriate. Root, leaf dry matter accumulation responded greatly on night temperature increase during resetting growth period while stem of 'K326' responded greatly during vigorous growing period and 'Yunyan 87' at topping period. Night temperature increase in Yunnan high altitude region will contribute to flue-cured tobacco yield production and improve cured leaf quality.

Keywords: nighttime temperature increase; altitude; flue-cured tobacco; variety; grows and development; dry matter accumulation

基金项目: 红云红河集团“云南基地烤烟品种立体优化布局研究”(HYHH2012YL03)

作者简介: 范幸龙(1988—), 硕士研究生, 研究方向为烟草生理生化及品质生态, Email: xinglongfan@hotmail.com

通信作者: 周冀衡(1957—), 本科, 教授, 博士生导师, 研究方向为烟草栽培生理生化, Email: jhzhou2005@163.com

收稿日期: 2013-12-03

烤烟是我国重要的经济作物。不同区域的生态环境差异在很大程度上决定或影响着烟叶品质和香气风格^[1]。邵丽等^[2]研究了生态条件对不同烤烟品种烟叶产质量的影响,表明生态条件对烟叶产质量的影响大于品种间的差异。因此,在影响烟草品质的诸多要素中,生态因素对烟叶品质的形成具有重要作用^[1]。烟草是一种喜温作物,烟草生长的最适温度为25~28℃,温度过高或过低都会影响烟草的正常生长^[3]。温度是影响烤烟品质的重要生态因素之一^[4-5],而夜间温度的高低直接决定着昼夜温差、有效积温及田间生长小气候环境,对烤烟生长及香气风格的形成不容忽视。前人已就温度与烟叶质量的关系做过许多研究^[6-10],但仅就夜间温度变化对烤烟发育及品质影响研究来看,目前分析指标较为单一,并且受试验地及品种差异的影响,所得结论还存在一定分歧。为此,尽快探明高海拔烟区夜间温度对烤烟生长及品质的影响显得尤为重要,但目前就夜间温度单一生态因子变化对高海拔地区烤烟生长及干物质积累的影响还未见报道。本研究利用温室大棚夜间是否关闭影响室内温度的原理,深入研究了云南高海拔地区不同烤烟品种

生长对夜温升高的响应,旨在完善温度生态因子对烤烟产质量影响结果的全面性和系统性,为云南高海拔烟区烤烟质量特色形成机理研究提供新的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本次试验于2013年4-9月在云南省保山市腾冲县固东镇红云红河烟草集团鸦乌山烤烟基地单元内进行,试验点海拔2050米,25.40102°N,98.51747°E,前作玉米,旱地土。试验地肥力中等,土壤养分情况如表1所示。试验为大田试验,试验品种为‘K326’和‘云烟87’,烟苗采用集约化漂浮育苗,苗龄一致,健壮无病,由保山市烟草公司腾冲县分公司统一提供。株行距1.2m×0.5m,供试品种于4月20日统一移栽,其中,纯氮用量为99 kg/hm²,N:P₂O₅:K₂O=6.8:10.1:20.1。纯氮的70%于移栽前塘施,肥料种类为烤烟专用复合肥;30%按当地追肥习惯于移栽后21d采用兑水浇施。其它大田管理措施均按保山市腾冲县优质烟生产规范进行。

表1 供试土壤基本肥力性状
Tab. 1 Fertility of tested soil

成分	有机质 / (g/kg)	碱解氮 / (mg/kg)	速效磷 / (mg/kg)	速效钾 / (mg/kg)	水溶性氯 / (mg/kg)	有效镁 /(mg/ kg)	有效硼 / (mg/kg)	有效锌 / (mg/kg)	pH 值
含量	39.50	142.32	15.42	188.72	20.58	63.79	0.36	1.28	5.93

1.2 试验处理

试验设置2个处理:(1)夜间增温(简称处理):每日18:00—次日6:00进行封闭增温;(2)自然夜温(简称对照):安装与增温处理相同形状的夜间防雨拱棚,夜间四周敞开通风不保温,仅起到防雨作用。试验采用单因素随机区组设计,对照为按当地生产条件自然生长,每个处理3个重复,每个重复45株(取样15株),两端为保护株。棚内处理与棚外对照土壤含水量伸根期保持在60%~70%、旺长期75%~85%、成熟期75%~80%,每5d用TSC-V土壤水分快速测定仪(北京智海电子仪器厂生产)测量土壤水分,使其达到相应的土壤相对含水率,若未达到及时采用人工灌水。试验小区设3垄保护行相隔,以防产生水分侧渗效应,所有栽培措施与环境调控措施严格保持一致。

1.3 增温系统设计

该系统为常规塑料薄膜保温拱棚,拱棚尺寸为60m(长)×5m(宽)×2.5m(棚最高点离地面垂直距离),棚架为镀锌铁管搭建并固定于土壤中。增温拱棚及对照防雨棚两侧分别固定两个手动卷膜器,方便专人操作,达到白天处理大棚全敞开,在不影响光照的同时与外界保持通风,夜间18:00—次日6:00关棚封闭保温的效果。试验期间,在处理大棚和自然对照防雨棚内各放1台双金属自动记录温度仪,实时记录夜间环境温度数据。

1.4 数据采集及测定方法

温度数据均由温度记录仪自动记录,每间隔60min自动记录1次,每15d采集1次数据,每天夜间平均温度取20:00、22:00、24:00、2:00、4:00、6:00时刻的平均值,夜间最低温度取每日20:00~次日6:00

期间的最低温度。同时，记录参试品种到达各生育节点的时间。

干物质含量测定：对烟株进行定期采样，分别于团棵期、旺长期、打顶期取烟株的根、茎、叶，采用 S 型五点取样法，每次取样 5 株，用清水冲洗烟株，将根、茎、叶样品分开，所有鲜烟叶通过烘箱 105℃ 高温杀青 30min，根和茎洗净后和鲜叶一起 75℃ 烘至恒重并分开称重，取平均值，记载根、茎、叶的干物质积累量。

田间农艺性状的测定：以小区为单位，对烟株进行定期动态采样测量，于烟株移栽 30d 后，选 15 株长势一致的烟株标记定株，记录株高、有效叶片数、最大叶长、最大叶宽等农艺性状。其中最大叶长、宽打顶前定株不定叶位进行测量记载，打顶后分部位进行测量，每株自下而上分别选取下部叶（第 5 叶位）、中部叶（第 10 叶位）和上部叶（第 15 叶位）进行挂牌标记，取平均值。

1.5 统计方法

用 Excel 2003 软件进行数据整理和作图，用 SPSS 19.0 数据分析软件进行统计分析，用两尾 t 检验进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同烤烟品种各生育阶段夜间温度差异

由图 1 可知：烤烟品种移栽大田后 1 ~ 105 d，增温处理夜间平均温度为 16.7℃，夜间最低温度为

11.23℃，自然对照夜间平均温度为 15.5℃，夜间最低温度为 9.85℃，处理较对照平均夜温高 1.2℃，最低夜间温度高 1.38℃。上述结果表明，本次试验设计的夜间增温方式总体能有效提高烟株大田生育期内夜间环境温度，达到预期试验设计效果。

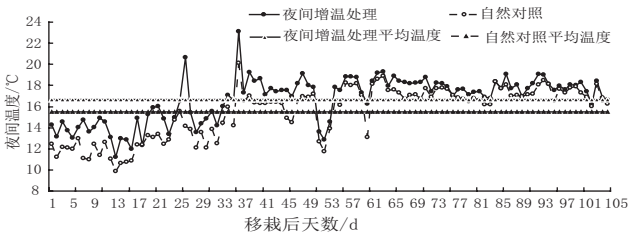


图 1 烟株移栽后 1 ~ 105d 夜间平均温度

Fig. 1 Average nighttime temperature 1-105d after transplanting

2.2 烤烟不同品种生育进程对夜温升高的响应

由表 2 可知，由于团棵和旺长所在的 5、6 月较现蕾和打顶所在的 7 月的夜间自然平均温度低，各处理到达生育节点的时间对夜温升高的响应趋势一致，均为生育前期大于生育后期。其中‘K326’到达团棵、旺长的时间较对照平均提前 4d，到达现蕾、打顶的时间较对照平均提前 3d；‘云烟 87’到达团棵、旺长的时间较对照平均提前 5d，到达现蕾、打顶的时间较对照平均提前 3d。但从大田生育期总天数方面来看（移栽至打顶），‘K326’处理（83d）较对照（85d）缩短 2d，‘云烟 87’处理（75d）较对照（78d）缩短 3d，夜温升高显著缩短了参试品种大田生育时间。

表 2 不同烤烟品种生育进程对夜温升高的响应

Tab. 2 Response of tobacco varieties during different growing period to nighttime temperature increase

品种	处理	移栽日期	团棵		旺长		现蕾		打顶		总天数
			日期	提前天数	日期	提前天数	日期	提前天数	日期	提前天数	
K326	NIT	20/4	3/6 b		20/6 b		4/7 b		12/7 b		83
	CK	20/4	7/6 a	4	24/6 a	4	7/7 a	3	14/7 a	2	85
云烟 87	NIT	20/4	25/5 b		17/6 b		28/6 b		4/7 b		75
	CK	20/4	30/5 a	5	22/6 a	5	1/7 a	3	7/7 a	3	78

注：NIT: 夜间增温处理；CK: 自然生长处理。表中团棵为烟株有效叶 8 片时，旺长为有效叶 13 片时，现蕾为第一朵中心花开放时，打顶为正常打顶时。同列不标有相同小写字母者表示处理间有统计学意义 ($P < 0.05$)。

2.3 烤烟不同生育时期农艺性状对夜温升高的响应

2.3.1 株高 由表 3 可知,株高日均增长率四个生育节点 ‘K326’ 处理较对照分别为增高 0.03cm/d、0.24cm/d、0.97cm/d、-0.47cm/d; 而 ‘云烟 87’ 各生育节点较对照分别高 0.11cm/d、0.15cm/d、1.84cm/d、-2.07cm/d ‘K326’ 和 ‘云烟 87’ 株高对夜温升高响应一致,均表现为先升高后降低,现蕾时处理较对照增速最快,实际高度差距最大。

2.3.2 有效叶片数 由表 3 可知:至打顶结束, ‘K326’ 处理有效叶片数为 18 片,较对照多 3 片; ‘云烟 87’ 处理有效叶片数为 19 片,较对照多 3 片; 夜温处理显著提高了有效叶数。

2.3.3 最大叶长、宽及开片度 由表 3 可知,最大叶长及日均增长率 ‘K326’ 和 ‘云烟 87’ 团棵时达显著差异水平,但不同品种对夜温响应存在差异, ‘K326’ 为处理大于对照, ‘云烟 87’ 表现为对照大于处理。最大叶宽及其日均增长率 ‘K326’ 生育期内(移栽至打顶)均表现为处理大于对照,并有统

计学意义 ($P < 0.05$),旺长期处理增速最快; ‘云烟 87’ 表现为生育前期(团棵、旺长)对照大于处理,此时未达到显著差异;生育后期(现蕾、打顶)处理大于对照,此时达到显著差异,打顶时处理较对照增速最快。开片度除 ‘K326’ 团棵(处理略低) 、 ‘云烟 87’ 旺长(与对照持平)外,其它生育节点两品种均处理大于对照。由此可以看出,夜间温度升高一定程度的促进了参试品种叶片横向生长发育能力,使叶片长宽比趋于协调,开片度提高,叶面积相应增大,叶型趋于协调。

2.3.4 叶位 由表 4 可知, ‘K326’ 打顶时第 5、10 叶位叶长和第 15 叶位叶宽增温处理较对照显著增加,同时各部位烟叶开片度得到显著提高,但是随着叶片着生部位的升高,处理和对照烟叶叶长日均增长率、叶宽日均增长率均逐渐降低。 ‘云烟 87’ 打顶时第 15 叶位开片度、叶宽及其日均增长率处理较对照显著提高,其它处理虽均未有统计学意义 ($P < 0.05$),但是各部位开片度处理较对照仍不同程度的提高。

表 3 不同生育时期农艺性状对夜温升高的响应
Tab. 3 Response of agronomic traits during different growing period to nighttime temperature increase

品种	生育节点	处理	株高 /cm	株高日均增长率 / (cm/d)	有效叶片数	最大叶片长 /cm	叶长日均增长率 / (cm/d)	最大叶片宽 /cm	叶宽日均增长率 / (cm/d)	开片度
K326	团棵	NIT	9.0±3.04a	0.20±0.23a	8	35.6±1.23a	0.81±0.23a	14.5±2.33a	0.33±0.06a	0.41b
		CK	7.5±2.56a	0.17±0.34a	8	26.8±3.04b	0.61±0.12b	11.9±3.07b	0.27±0.22b	0.44a
	旺长	NIT	43.3±1.67a	2.02±0.12a	13	52.7±1.78a	1.01±0.04a	23.4±0.78a	0.52±0.12a	0.44a
		CK	37.7±2.14b	1.78±0.13b	13	55.8±3.69a	1.71±0.06a	20.5±1.02b	0.51±0.05a	0.37b
	现蕾	NIT	106.7±2.77a	4.53±0.56a	18	70.5±3.08a	1.27±1.22a	23.9±0.56a	0.37±0.01a	0.34a
		CK	87.5±1.03b	3.56±0.02b	15	73.7±1.03a	1.28±1.03a	22.7±2.13b	0.16±0.03b	0.31b
	打顶	NIT	132.6±2.12a	3.24±0.76a	18	81.2±3.05a	1.34±0.78a	27.5±1.78a	0.45±0.23a	0.34a
		CK	117.2±6.79b	3.71±1.11b	15	83.8±1.82a	1.26±0.36a	25.5±2.06b	0.35±0.12b	0.30b
云烟 87	团棵	NIT	10.9±1.35a	0.31±0.12a	8	26.8±1.02b	0.77±1.02a	8.1±2.34a	0.23±0.18a	0.30a
		CK	8.0±2.44b	0.20±0.33b	8	31.7±2.32a	0.79±0.79b	8.3±1.33a	0.21±0.05a	0.26b
	旺长	NIT	46.3±2.35a	1.48±1.01a	13	57.5±0.51a	1.28±0.38a	22.4±1.30a	0.60±0.06a	0.39a
		CK	38.6±2.07b	1.33±0.76a	13	60.5±2.10a	1.25±0.98a	23.4±1.23a	0.66±0.12a	0.39a
	现蕾	NIT	115.4±0.98a	6.28±1.03a	19	67.5±2.56a	0.91±1.22a	26.9±0.97a	0.41±0.23a	0.40a
		CK	78.6±1.56b	4.44±0.45a	16	70.5±0.32a	1.11±0.56a	25.4±2.35b	0.22±0.34b	0.36b
	打顶	NIT	147.5±2.50a	4.59±1.07a	19	82.5±2.06a	2.14±1.04b	31.9±2.72b	0.71±0.45b	0.39a
		CK	125.2±10.90b	6.66±0.36b	16	81.8±3.15a	1.61±0.83a	27.7±2.76a	0.33±0.75a	0.34b

注:表中数据为(平均值±标准差),同列不标有相同小写字母者表示处理间有统计学意义 ($P < 0.05$)。

表 4 打顶时不同叶位叶片对夜温升高的响应
Tab. 4 Response of leaf blades during topping to nighttime temperature increase

品种	叶位 (自下往上)	处理	叶长 /cm	叶长日均增长率 / (cm/d)	叶宽 /cm	叶宽日均增长率 / (cm/d)	开片度
K326	5	NIT	76.2±3.55b	0.92±0.02a	25.0±1.06a	0.30±0.12a	0.33a
		CK	80.2±0.72a	0.94±0.15a	23.5±2.00a	0.28±0.14a	0.29b
	10	NIT	74.8±8.33b	0.90±0.34a	23.6±2.68a	0.28±0.06a	0.32a
		CK	78.8±3.82a	0.93±0.56a	22.5±2.78a	0.26±0.08a	0.29b
	15	NIT	69.2±6.29a	0.83±0.03a	20.2±2.88a	0.24±0.11a	0.29a
		CK	71.8±4.25a	0.84±0.15a	15.5±0.86b	0.18±0.12b	0.22b
云烟 87	5	NIT	81.5±1.06a	1.09±0.56a	27.9±0.72a	0.37±0.06a	0.34a
		CK	80.2±1.61a	1.03±0.02a	26.7±1.01a	0.34±0.07a	0.33a
	10	NIT	78.9±2.22a	1.06±1.01a	25.9±3.79a	0.35±1.02a	0.33a
		CK	79.8±3.18a	1.02±0.98a	24.7±1.76a	0.32±0.34a	0.31a
	15	NIT	75.5±5.15a	1.01±1.04a	23.7±0.72a	0.32±0.33a	0.32a
		CK	76.5±6.26a	0.98±0.66a	19.8±2.01b	0.25±0.55b	0.26b

注：表中数据为（平均值 ± 标准差），同列不标有相同小写字母者表示处理间有统计学意义（*P* < 0.05）。

2.4 烤烟不同生育阶段干物质积累对夜温升高的响应

由表 5 可知：夜温升高显著提高了处理烟株在各生育节点的干物质积累量。从不同生育期烟株干物质积累速率来看，团棵时‘云烟 87’仅茎、叶较对照分别提高 0.01g/d、0.05g/d，表现为叶 > 茎 > 根；旺长时分别提高 0.02g/d、0.08g/d，0.22g/d，表现为叶 > 茎 > 根；打顶时表现为茎 > 根 > 叶；‘K326’团棵时仅叶较对照提高 0.05g/d，叶片发育响应显著；旺长时表现为茎 > 根 > 叶；打顶时分别提高 0.11g/d、-0.05g/d、0.91g/d，表现为叶 > 根 > 茎。从烟株不同生育期干物质积累量来看，团棵时‘云烟 87’根、茎、叶处理较对照干物质积累分别提升 50%、27.3%、19.0%，表现为根 > 茎 > 叶；‘K326’较对照分别提

升 66.7%、15.4%、27.1%，表现为根 > 叶 > 茎。旺长时‘云烟 87’处理较对照分别提升 41.7%、10%、12.9%，表现为根 > 叶 > 茎；‘K326’较对照分别提升 56.7%、22.4%、3.4%，表现为根 > 茎 > 叶。打顶时‘云烟 87’分别处理较对照分别提升 25.9%、33.7%、10.3%，表现为茎 > 根 > 叶；‘K326’较对照分别提升 43.8%、12.2%、16.6%，表现为根 > 叶 > 茎。‘K326’夜温处理根干物质积累量增加幅度为：团棵 > 旺长 > 打顶；茎增加幅度为：旺长 > 团棵 > 打顶；叶增加幅度为：团棵 > 打顶 > 旺长。‘云烟 87’夜温处理根干物质积累量增加幅度为：团棵 > 旺长 > 打顶；茎增加幅度为：打顶 > 团棵 > 旺长；叶增加幅度为：团棵 > 旺长 > 打顶。

表 5 不同烤烟品种干物质积累对夜温升高的响应
Tab. 5 Response of dry matter accumulation of different flue-cured tobacco varieties to nighttime temperature increase

品种	部位	处理	团棵		旺长		打顶	
			重量 /g	日均积累率 / (g/d)	重量 /g	日均积累率 / (g/d)	重量 /g	日均积累率 / (g/d)
K326	根	NIT	0.50±0.14a	0.01±0.10a	4.70±0.45a	0.25±0.23a	15.63±0.84a	0.50±0.34a
		CK	0.30±0.09b	0.01±0.14a	3.13±0.27b	0.17±0.12b	10.87±0.95b	0.39±0.55b
	茎	NIT	1.50±0.37a	0.03±0.24a	18.40±0.67a	0.99±0.05a	80.38±3.60a	2.82±1.78a
		CK	1.30±0.32a	0.03±0.16a	14.32±0.44b	0.77±0.13b	71.62±1.80b	2.87±1.06a
	叶	NIT	8.90±1.48a	0.20±0.31a	58.46±1.33a	2.92±1.02a	123.90±4.87a	2.97±2.78a
		CK	7.00±1.10b	0.15±0.29b	56.87±0.82b	2.93±0.45a	106.30±2.62b	2.06±1.96a
生物总量	全株	NIT	10.90±0.78a		81.56±0.68a		219.91±1.35a	
		CK	8.60±1.33b		74.32±1.03b		188.79±2.03b	
云烟 87	根	NIT	0.30±0.07a	0.01±0.16a	1.75±0.15a	0.04±0.05a	8.80±0.39a	0.41±0.05a
		CK	0.20±0.05b	0.01±0.11a	1.15±0.18b	0.02±0.03a	7.58±0.47b	0.43±0.07a
	茎	NIT	1.40±0.04a	0.04±0.22a	14.78±0.72a	0.38±0.34a	90.16±1.55a	4.43±0.23a
		CK	1.10±0.18b	0.03±0.31b	12.88±0.70b	0.30±0.24a	64.21±3.73b	3.42±1.78b
	叶	NIT	6.90±0.38a	0.20±1.08a	45.34±1.26a	1.10±1.02a	125.20±6.04a	4.70±2.89a
		CK	5.80±0.21b	0.15±0.56b	40.84±1.64b	0.88±1.05a	111.72±2.29b	4.73±1.76a
生物总量	全株	NIT	8.60±0.75a		61.87±0.97a		224.16±0.87a	
		CK	7.10±0.33b		54.87±0.78b		183.51±1.27b	

注：表中数据为（平均值 ± 标准差），同列不标有相同小写字母者表示处理间有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。

3 讨论与结论

夜间温度升高显著影响参试品种的叶片发生、生长及烟株生育进程。‘云烟 87’和‘K326’生育期总天数（移栽至打顶）较对照分别缩短 3d 和 2d；特别是叶片横向生长能力随着夜温的升高得到显著提高，叶面积随之增大，长宽比趋于协调，这可能与夜温升高导致有效积温的提高有关，这与颜合洪^[11]等研究认为的有效积温是影响烤烟品种叶片发生、生长、成熟过程的主导因子，较高温度能明显促进烤烟生长，抑制其发育进程的结论基本一致。

‘云烟 87’和‘K326’生长及叶片发育某些农艺指标对夜温升高响应一致，不同品种对夜温升高响应存在共性。例如株高两品种处理夜温响应均为先升高后降低，现蕾时较对照增速最快；叶片开片度‘云烟 87’除旺长时、‘K326’除团棵时，其余生育节

点处理较对照均显著提高；根、叶干物质积累两品种对夜温响应最大敏感期均为团棵时。此外，至打顶时两品种处理烟株有效叶片数均较对照增加 3 片，这与烤烟是叶用经济作物，其经济器官是叶片，只进行营养生长，所以，昼夜温差大，有利于加强同化物质向根、茎运输，不利于叶片的生长发育，昼夜温差小，可增加光合产物在叶片内的积累，有利于提高烟叶品质和质量^[12-15]等研究结论基本一致。

烤烟干物质积累的多少直接影响烟叶的产量，对烤烟的优质生产具有重要意义^[16]。试验结果表明，除‘K326’团棵时茎处理较对照无统计学意义外，‘云烟 87’和‘K326’根、茎、叶在各生育节点干物质积累夜温处理均较对照显著增加，但是不同部位对夜温响应存在差异。‘云烟 87’和‘K326’植株根、叶干物质积累对夜温响应最大敏感期在团棵时，随后

根和叶对夜间升温响应逐渐减弱,干物质积累量提升幅度和日均积累率逐渐降低;但茎因品种不同对夜温响应最大敏感期有所差异:‘K326’为旺长时,‘云烟 87’则为打顶时,茎总体对夜温响应表现为先升高后降低。

综上所述,夜温升高显著缩短了云南高海拔地区烤烟生育期并提高了各部位干物质积累及烟株有效叶片数,同时一定程度上提高了叶片的开片度,特别是叶片横向生长能力得到增强,这对后期烤烟产值产量及烤后烟叶等级结构的提升起到极大的促进作用。因此,云南高海拔地区特别是一些次适宜区烤烟生长与夜间温度的高低密切相关,若生育期夜间温度过低将直接影响烟株正常生长及叶片发育,对当地烤烟生产带来不利影响。但是,由于受参试品种数量及试验地环境气候的影响,本研究具有地域相对性,试验地烟区以外其他地区能否得出相同结论还有待进一步探索论证。

参考文献

- [1] 徐照丽. 云南生态环境与云南烤烟香气品质关系的探讨[J]. 中国农学通报, 2008, 24(8):196-200.
- [2] 邵丽, 晋艳, 杨宇虹, 等. 生态条件对不同烤烟品种烟叶产质量的影响[J]. 烟草科技, 2002, (10):40-45.
- [3] 钟楚, 张明达, 胡雪琼, 等. 温度变化对烟草光合作用光响应特征的影响[J]. 生态学杂志, 2012, 31(2): 337-341.
- [4] 倪霞, 鲁韦坤, 查宏波, 等. 生态因子对烟叶化学

成分影响的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(3):1355-1359.

- [5] 张家智. 云烟优质适产的气候条件分析[J]. 中国农业气象, 2000, 15(5): 17-21.
- [6] 韦成才, 马英明, 艾绥龙, 等. 陕南烤烟质量与气候关系研究[J]. 中国烟草科学, 2004(3):38-41.
- [7] 程林仙. 渭北旱作区干旱对烤烟产量和品质的影响及覆盖抗旱栽培技术[J]. 中国农业气象, 1996, 17(2):18-21.
- [8] 李天福, 王彪, 杨焕文, 等. 气象因子与烟叶化学成分及香吃味间的典型相关分析[J]. 中国烟草学报, 2006(1): 531-534.
- [9] 肖金香, 刘正和, 王燕, 等. 气候生态因素对烤烟产量与品质的影响及植烟措施研究[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(4):158-160.
- [10] 王彪, 李天福. 气象因子与烟叶化学成分关联度分析[J]. 云南农业大学学报, 2005, 20(5):742-745.
- [11] 颜合洪, 赵松义. 生态因子对烤烟品种发育特性的影响[J]. 中国烟草科学, 2001(2): 15-18
- [12] 陆永恒. 生态条件对烟叶品质影响的研究进展[J]. 中国烟草科学, 2007, 28(3): 43-46.
- [13] 黄中艳, 朱勇, 王树会, 等. 云南烤烟内在品质与气候的关系[J]. 资源环境, 2007, 29(2): 84-90.
- [14] 中国农业科学院烟草研究所. 中国烟草栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987:59-84.
- [15] 谢晏芬, 杨焕文, 刘彦中. 云南省作物学会 2004—2006 年优秀论文集[M]. 2006.9.1.
- [16] 纪洪亨, 冯跃华, 范乐乐, 等. 生态及栽培因子对烤烟干物质积累与分配影响的研究进展[J]. 贵州农业科学, 2011,39(11): 64-69.

[上接第 77 页]

- [24] Leon A J, Lee M, Andrade FH. Quantitative trait loci for growing degree days to flowering and photoperiod response in sunflower (*Helianthus annuus* L.) [J]. Theor Appl Genet, 2001, 102: 497-503.
- [25] Aidyn M, Frederic C, George C. Control of flowering time: interacting pathways as a basis for diversity[J]. The Plant Cell, Supplement, 2002, S111-130.
- [26] Putterill J, Laurie R, Macknight R. It's time to flower: the genetic control of flowering time[J]. BioEssays, 2004, 26: 363-373.
- [27] 岳彩鹏, 韩锦峰, 陈卫华. 烟草开花研究进展[J]. 烟草科技, 2001, 9: 36-40.
- [28] 王志德, 牟建民, 刘艳华, 等. 烟草种质资源描述规范和数据标准[M]. 中国农业出版社, 2006.
- [29] 李佳, 沈斌章, 韩继祥, 等. 一种有效提取油菜叶片总 DNA 的方法[J]. 华中农业大学学报, 1994, 13(5): 521-523.
- [30] 蔡长春, 柴利广, 王毅, 等. 白肋烟分子标记遗传图谱的构建及部分性状的遗传剖析[J]. 作物学报, 2009, 35(9): 1646-1654.
- [31] 陆光远, 杨光圣, 傅廷栋. 甘蓝型油菜显性细胞核雄性不育基因和抑制基因的分子标记及其应用[D]. 博士学

位论文, 武汉: 华中农业大学图书馆, 2003:38-40.

- [32] Bindler G, Plieske J, Bakaher N, et al. A high density genetic map of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) obtained from large scale microsatellite marker development [J]. Theor Appl Genet, 2011, 123: 219-230.
- [33] Tong Z J, Yang Z M, Chen X J, et al. Large-scale development of microsatellite markers in *Nicotiana tabacum* and construction of a genetic map of flue-cured tobacco [J]. Plant Breeding, 2012, 131: 674-680.
- [34] 文 轲, 张志明, 任民, 等. 烤烟 CMV 抗性基因 QTL 定位[J]. 中国烟草科学, 2013, 34(3): 55-59.
- [35] Lander E S, Botstein D. Mapping mendelian factors underlying quantitative traits using RFLP linkage maps[J]. Genetics, 1989, 121: 185-199.
- [36] 刘仁虎, 孟金陵. MapDraw, 在 Excel 中绘制遗传连锁图的宏[J]. 遗传, 2003, 25(3): 317-321.
- [37] Zeng Z B. Precision mapping of quantitative trait loci[J]. Genetics, 1993, 136: 1457-1468.
- [38] Galbraith D W, Harkins K R, Maddox J M, et al. Rapid flow cytometric analysis of the cell cycle in intact plant tissues[J]. Science 20: 1049-1051.
- [39] Suerro N, Battey J N, Ouadi S, et al. Reference genomes and transcriptomes of *Nicotiana sylvestris* and *Nicotiana tomentosiformis*[J]. Genome Biology, 2013, 14(6): R60.