

成熟期光强对烤烟理化特性和致香成分含量的影响

杨兴有^{1,2}, 刘国顺^{1,*}

(1. 国家烟草栽培生理生化研究基地, 郑州 450002 2. 四川省烟草公司达州市公司, 四川达州 635000)

摘要 2004、2005 年在四川凉山烟科所通过盆栽试验, 在烤烟成熟期营造不同的光照强度, 研究了成熟期光强不同对烤烟品质的影响。结果表明: 成熟期随着光照强度的降低, 叶片厚度降低, 栅栏组织/海绵组织的比值降低, 烤后烟叶单叶重、厚度、叶质重降低, 叶片含梗率增加, 总糖和还原糖含量降低, 总氮和烟碱含量升高, 钾和氯含量增加, 叶黄素、β-胡萝卜素和类胡萝卜素总量增加, 中性致香成分含量呈增加趋势, 增加到一定程度开始降低。

关键词 烤烟; 光强; 成熟期; 理化特性; 致香成分; 品质

文章编号: 1000-0933 (2007) 08-3450-07 中图分类号: S314 文献标识码: A

Effects of different light intensity during tobacco ripe stages on the quality of flue-cured tobacco

YANG Xing-You^{1,2}, LIU Guo-Shun^{1,*}

1 National Tobacco Cultivation Physiology & Biochemistry Resreach Center, Zhengzhou 450002, China

2 Sichuan Tobacco Corporation Dazhou Branch, Dazhou 635000, China

Acta Ecologica Sinica 2007 27 (8) 3450 ~ 3456.

Abstract : The two-year pot-culture experiments for cultivars were Yunyan85 were conducted during 2004 and 2005. Each pot was filled with 20 kg air dried soil. The planting dates were May 20 and May 13 in 2004 and 2005 respectively. Shading-controlled experiments were conducted 7d after topping with shade-cloth to achieve three different irradiances of 100% , 50% and 20% of full sunlight in 2004 , five different irradiances of 100% , 60% , 40% , 20% and 10% of full sunlight in 2005. The shade environment was created by using white button fabric with 5 meters long and 3 meters wide , hung horizontally 3 meters above the bottom of the pots. In ording to insure shading treatment effective in the early morning and late afternoon , each sides of the tobacco canopy were also covered by the same fabric.

The results indicated that. The thickness , rate of palisade tissue and spongy tissue of tobacco leaves at the ripe stage reduced when light intensity decreased. Weaker light intensity decreased the weight and thickness per leaf , weight per unit leaf area , leaf density and sugar content of flue-cured tobacco leaves , and increased content of stem ratio , nicotine , total nitrogen , potassium , chlorine , lutein , carotenoid and aroma constituent .

Key Words : light intensity ; ripe stage ; physical property ; chemical compounds ; aromatic components ; quality

基金项目: 国家烟草专卖局科研资助项目 (110200101002)

收稿日期: 2006-06-17 ; 修订日期: 2006-03-30

作者简介: 杨兴有 (1979 ~) 男, 河南林州人, 硕士, 主要从事烟草栽培生理生态研究. E-mail: youngxy@tom.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: diugsh@371.net

Foundation item : The project was financially supported by State Tobacco Monopoly Administration Foundation (No. 110200101002)

Received date 2006-06-17 ; **Accepted date** 2006-03-30

Biography : YANG Xing-You , Master , mainly engaged in tobacco cultivation physiology. E-mail: youngxy@tom.com

烟草生长发育和品质形成过程中需要适宜的光照 ,特色烟叶形成于特定光生态条件下 ,有许多研究表明光照强度对烟草生长发育和品质有很大的影响^[1~4]。烟草生产中 ,光照条件可以明显改变烟草植株的生长环境 ,影响光合作用、营养物质的吸收和分配、体内代谢等一系列生理生化过程 ,进而影响烟叶的品质、产量。光能利用是烟叶生产的关键 ,而光照强度变化因地域性和季节性而异 ,烟草在生长发育过程中 ,特别是成熟期常会遇到寡照或是光照强烈的天气 ,对烟叶品质影响很大。一般认为 ,成熟期晴天多云 ,时遮时射 ,光照和煦的条件形成的烟叶质量较好^[5]。有关该方面的研究在其他作物上较多^[6~11] ,烟草上的研究报道很少。本文分析成熟期光照强度不同对烤烟品质形成的影响 ,为合理进行烟草种植区划和制定相应的栽培管理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与设计

试验于 2004 ~2005 年在四川省凉山烟科所进行 (海拔 1540 m) ,盆栽试验。供试品种为云烟 85 ,2004 年 5 月 20 日移栽 ,7 月 25 日开始采收烘烤 ,2005 年 5 月 13 日移栽 ,7 月 23 日开始采收烘烤。所用土壤为红黄壤 ,前作为绿肥苕子 ,基础肥力见下 (表 1) 。土壤用 “斯美的”熏蒸消毒后过筛晾干 ,素陶盆每盆装土 20 kg ,施氮量 4 g (专用复合肥 40 g ,N:P₂O₅:K₂O 为 1:1:2.5) ,腐熟菜籽饼肥和草炭各 15 g。每处理 15 盆 ,盆栽行株距 120 cm×50 cm ,前期管理一致 ,按大田优质烤烟生产规范管理。烟株生长至打顶一周后置于不同光处理下。

表 1 试验土壤基础肥力状况

Table 1 The chemical properties of soils used in experiment						
基础肥力 Initial soil fertility	pH	有机质 Organic Matter (%)	全氮 Total N (%)	碱解氮 Available N (mg/kg)	速效磷 Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	速效钾 Available K ₂ O (mg/kg)
2004	5.37	1.52	—	46.63	21.81	189.51
2005	6.58	2.06	0.108	78.40	104.29	110.38

2004 年试验设置 3 个处理 ,自然光为对照 (处理 1) ,处理 2、3 分别遮一层、两层黑色遮荫网 ,用 CI310 光合仪测得相对光强分别约为全光照 (生育期中午平均有效光合辐射 1610.8 μmol/m²s) 的 50% (753.8 μmol/m²s) 和 20% (362.5 μmol/m²s)。

2005 年设置 5 个处理 ,自然光为对照 (处理 1) ,处理 2、3、4 和 5 分别遮 1 层、2 层、3 层和 4 层白色棉纱布 ,用 CI310 光合仪测得相对光强分别约为全光照 (生育期中午平均有效光合辐射 1725.5 μmol/(m²s)) 的 60% (1030.3 μmol/(m²s)) ,40% (630.2 μmol/(m²s)) ,20% (351.3 μmol/(m²s)) ,10% (164.6 μmol/(m²s))。

1.2 测定项目与方法

取上部叶 (第 16 片) 叶用 FAA 固定液固定 ,做石蜡切片测定叶片、栅栏组织、海面组织及表皮厚度和密度。取叶片撕取下表皮在显微镜下观察记录腺毛密度 ,叶片 105℃杀青 15 min ,60℃烘干 ,计算干鲜比 ,用消煮法测定总氮。

各处理各部位叶片成熟采收调制后 ,取 B₂F、C₂L、X₂L 等级的烟叶 ,测定物理性状 :单叶重、含梗率、平衡含水率、厚度、叶质重、叶片密度 ;烟叶 60℃烘干粉碎 ,用近红外分析仪 (LUMINAR5030)测定常规成分 :总糖、还原糖、总氮、烟碱、钾、氯的含量。

类胡萝卜素类物质含量测定 ,β-胡萝卜素、叶黄质测定方法为反相高效液相色谱法。工作条件为 :液相色谱仪系统包括 Waters515 泵 ,Waters2487 紫外可见光分光光度检测器 ,Empower 色谱工作站 ,Rheodyne7725i 型手动进样阀 ,甲醇为 Sigma 公司生产的色谱纯试剂 ,异丙醇为 J. T. Baker 公司生产的色谱纯试剂 ,叶黄质植物色素标准物由日本 WAKO 公司生产 ,β-类胡萝卜素购于 Sigma 公司。称取烤烟粉碎样品 1 g ,放入 100 ml 三角瓶 ,用 60 ml 90% 丙酮 (内含 0.1% BHT) 于摇床振荡萃取 30 min ,过滤 ,滤渣用 10 ml 90% 丙酮 (内含 0.1% BHT) 洗涤 2 ~3 次 ,定容至 100 ml ,取其中 6 ml 到离心管 ,加入 0.1 g 醋酸铅 ,10000 r/min 4℃低温离心 5 min ,

用 0.45 μm 针头过滤器过滤。整个测定过程在黑暗中进行。

中性香味物质提取及定性定量分析采用 HP5890-5972 气-质联用仪。叶片粉末状样品→水蒸气蒸馏→二氯甲烷萃取 (10 g 烟叶 + 1 g 柠檬酸 + 350 ml 蒸馏水 + 0.5 ml 内标于 500 ml 圆底烧瓶中 ,再加 60 ml 二氯甲烷于另一 250 ml 圆底烧瓶中 ,60 ℃ 水浴加热 250 ml 圆底烧瓶 ,用同时蒸馏萃取仪蒸馏萃取。)→无水硫酸钠干燥有机相→60 ℃ 水浴浓缩至 1 ml 左右即得烟叶的精油。经前处理制备得到的分析样品 ,由 GC/MS 鉴定结果和 NIST 库检索定性。GC/MS 分析条件如下 :色谱柱 HP-5 (60 m×0.25 mm i. d. ×0.25 μm d. f.) 载气及流速 He 0.8 ml·min⁻¹ ;进样口温度 250 ℃ ;传输线温度 280 ℃ ;离子源温度 177 ℃ ;升温程序 50 ℃ 2 min 后 ,以每分钟上升 2 ℃ 的速度升至 120 ℃ 5 min 后再以每分钟上升 2 ℃ 的速度升至 240 ℃ 30 min ;分流比和进样量 1:15 2 μl ;电离能 70 eV ;质量数范围 50 ~500 amu ;MS 谱库 NIST02 ;采用内标法定量。

1.3 统计分析

统计分析采用 SPSS12.0 统计软件进行。

2 结果与分析

2.1 成熟期光强不同对烤烟叶片组织结构的影响

表 2 可以看出 随着成熟期光照强度的降低 ,烤烟叶片厚度、上表皮厚度、栅栏组织厚度、海绵组织厚度和下表皮厚度都呈减小的趋势 ,处理 2 略大于处理 1。光强降低对上表皮和栅栏组织厚度的影响比对海绵组织和下表皮的影晌要大。上表皮、下表皮和栅栏组织密度随着光照的强度降级也是呈降低趋势 ,其中上表皮厚度的降低趋势最明显。可见光强对叶片上表皮的影响最大 ,由上而下 ,对下表皮的影晌最小。栅栏组织/海绵组织的比值和栅栏组织/叶片厚度的比值随光强的降低明显降低 ,而海绵组织/叶片厚度的比值随光强降低呈增加趋势但处理间差异不显著。可见 ,光强增加使叶片栅栏组织加厚。

表 2 成熟期光强不同对烤烟叶片组织结构的影响

Table 2 The effect of different light intensity at ripe stages on leaf microstructure of tobacco

处理 Treatment	上表皮 厚度 Upper epidermis thickness (μm)	栅栏组织 厚度 Palisade tissue thickness (μm)	海绵组织 厚度 Spongy tissue thickness (μm)	下表皮 厚度 Lower epidermis thickness (μm)	叶厚 Leaf thickness (μm)	栅栏细胞 密度 Palisade tissue Intensity (ind./mm)	上表皮 细胞密度 Upper epidermis Intensity (ind./mm)	下表皮 细胞密度 Lower epidermis Intensity (ind./mm)	栅栏厚度 /总厚度 Ratio of palisade tissue	海绵厚度 /总厚度 Ratio of spongy tissue	栅栏/ 海绵厚度 Palisade/ spongy thickness
1	20.19bA	99.67aA	91.69a	15.31a	224.55aA	4.54a	8.46aA	6.15aA	0.44aA	0.41a	1.09aA
2	24.44aA	98.80aA	94.12a	15.10a	230.36aA	4.15a	8.00abA	6.00aA	0.43aAB	0.41a	1.07aA
3	20.28bA	76.70bAB	81.90a	15.08a	193.96bAB	3.85a	7.15bcAB	5.54abA	0.40abABC	0.42a	0.94abA
4	20.80abA	67.60bB	80.60a	14.30a	183.30bB	4.15a	6.31cdB	5.54abA	0.37bBC	0.44a	0.84bA
5	20.80abA	62.40bB	78.00a	13.26a	174.46bB	3.85a	5.85dB	4.77bA	0.36bC	0.45a	0.81bA

2.2 成熟期光强不同对烤后烟物理特性的影响

成熟期光强不同对烤后烟叶物理特性有很大影响 (表 3、表 4)。2004 年试验可以看出 ,上部叶单叶重随光照强度的降低而降低 ,中部叶单叶重处理 2 最大 ,处理 3 最小。随着成熟期光照强度的降低 ,叶片厚度、叶质重和叶片密度都呈降低趋势 ,叶片含梗率呈增加趋势 ,平衡含水率上部叶处理 2 较大 ,处理 1 和处理 3 差异不大 ,中部叶处理 1 到处理 3 呈递增趋势。

2005 年试验可以看出 ,成熟期降低光照强度 ,上部叶叶片长、宽处理 2 最大 ,其次是处理 4 和处理 3 ,处理 1 和处理 5 较小 ,中部和下部叶片长宽处理间差异不大。对上部叶的影响比对中下部叶的影响大。随着成熟期光照强度的降低 ,叶片单叶重、厚度、叶质重都呈降低趋势 ,叶片含梗率呈增加趋势。成熟期降低光照强度对平衡含水率的影响规律不明显。

2.3 成熟期光强不同对烤后烟常规化学成分和质体色素含量的影响

成熟期光强不同对烤后烟叶常规化学成分含量的影响很大 (表 5、表 6)。2004 年的试验结果表明 ,随着

成熟期光照强度的减弱 ,总糖和还原糖含量降低 ,总氮和烟碱含量升高 ,钾和氯含量增加。2005 年试验结果来看 ,随着光照强度的降低 ,各个部位的烤后烟总糖和还原糖含量也是呈降低趋势 ,总氮和烟碱含量呈增加趋势 ,钾和氯含量也是呈增加趋势 ,对上部叶的影响最大 ,其次是下部叶 ,对中部叶的影响较小。

表 3 成熟期光强不同对烤后烟物理特性的影响 (2004 年)

Table 3 The effect of different light intensity at ripe stages on physical property of tobacco leaves

部位 Position	处理 Treatment	单叶重 Weight per leaf (g)	含梗率 Stem content (%)	平衡含水率 Equilibrium moisture content (%)	叶片厚度 Leaf thickness (μm)	叶质重 Weight per area (mg/cm ²)	叶片密度 Leaf intensity (g/cm ³)
上 Upper	1	3.91aA	23.94bB	12.81bA	173.8aA	17.56aA	1.01a
	2	3.00bB	34.96aA	14.88aA	115.8bB	12.27bB	1.06a
	3	2.62cB	37.50aA	12.93bA	114.5bB	12.09bB	1.06a
中 Cutter	1	3.26aA	35.00a	14.08a	145.5aA	13.83aA	0.95bA
	2	3.36aA	36.96a	14.12a	110.4bB	12.09bAB	1.10aA
	3	2.91bA	38.25a	14.78a	108.4bB	10.92bB	1.01abA

表 4 成熟期光强不同对烤后烟物理特性的影响 (2005 年)

Table 4 The effect of different light intensity at ripe stages on physical property of tobacco leaves

部位 Position	处理 Treatment	叶长 Leaf length (cm)	宽 Leaf Width (cm)	单叶重 Weight per leaf (g)	含梗率 Stem content (%)	厚度 Leaf thickness (μm)	叶质重 Weight per area (mg/cm ²)	平衡含水率 Equilibrium moisture content (%)
上 Upper	1	35.75bcB	11.65bAB	3.38aA	25.23cB	164.8aA	2.67aA	18.99abAB
	2	41.25aA	12.83aA	3.64aA	25.63cB	144.1bB	2.24bB	18.37bcAB
	3	37.5bcAB	11.25bB	2.95bB	28.17bAB	135.6bB	2.25bB	20.32aA
	4	38.5abAB	11.00bB	2.75bBC	28.33bAB	116.5cC	1.84cC	20.00abA
	5	34.25cB	10.75bB	2.45cC	30.95aA	106.1cC	1.13dD	16.67cB
中 Cutter	1	43.5bA	17.13a	5.57aA	26.15a	148.5aA	1.66cC	16.57bB
	2	46.25abA	17.63a	5.46aAB	26.23a	141.9aAB	1.78bcC	16.04bB
	3	46.25abA	17.58a	5.33aAB	27.03a	126.2bBC	1.87bBC	15.76bB
	4	46.25abA	17.83a	4.82bBC	27.89a	122.7bC	2.20aA	20.11aA
	5	48.50aA	17.25a	4.50bC	28.77a	118.7bC	2.08aAB	20.00aA
下 Lower	1	44.5a	21.5a	6.75aA	27.04bA	98.13aA	1.74aA	18.71bB
	2	45.1a	21.95a	5.80bB	26.58bA	77.87bB	1.72aA	22.48aA
	3	45.2a	21.9a	5.50bcBC	27.27bA	75.47bB	1.66aAB	23.33aA
	4	45.0a	21.3a	5.20cdBC	28.57abA	76.47bB	1.48bBC	21.74aA
	5	43.0a	22.0a	4.86dC	30.00aA	71.07bB	1.37bC	22.12aA

表 5 成熟期光强不同对烤后烟常规化学成分含量的影响 (2004 年)

Table 5 The effect of different light intensity at ripe stages on chemical compounds of tobacco leaves

部位 Position	处理 Treatments	总氮 Total nitrogen (%)	烟碱 Nicotine (%)	总糖 Total sugar (%)	还原糖 Reduced sugar (%)	钾 Potassium (%)	氯 Chlorine (%)
上 Upper	1	1.45cB	1.47cC	25.08aA	20.42aA	1.84cC	0.02cC
	2	1.68bB	1.76bB	22.06bAB	18.10bAB	2.22bB	0.05bB
	3	2.05aA	2.30aA	19.71cB	16.35bB	2.80aA	0.06aA
中 Cutter	1	1.27bB	1.07cB	25.19a	22.03bA	1.97cB	0.04bB
	2	1.41bB	1.26bB	25.71a	23.12abA	2.55bA	0.05bAB
	3	1.76aA	1.83aA	25.66a	24.59aA	2.92aA	0.06aA

随着成熟期光照强度的降低,烤后烟叶的叶黄素、β-胡萝卜素和类胡萝卜素总量都是明显增加(表7)。

表6 成熟期光强不同对烤后烟叶常规化学成分含量的影响(2005年)

Table 6 The effect of different light intensity at ripe stages on chemical compounds of tobacco leaves							
部位 Position	处理 Treatments	总糖 VTotal sugar (%)	还原糖 Reduced sugar (%)	总氮 Total nitrogen (%)	烟碱 Nicotine (%)	钾 Potassium (%)	氯 Chlorine (%)
上 Upper	1	30.608aA	24.998aA	1.194cB	1.502dC	1.063dD	0.022dD
	2	27.947bAB	22.805bAB	1.289bcB	1.837cB	1.148dCD	0.04501cC
	3	26.856bB	21.495bcB	1.368bB	2.094bB	1.332cC	0.05326cC
	4	22.39cC	20.086cB	1.916aA	2.834aA	1.61bB	0.146bB
	5	18.073dD	15.777dD	1.964aA	2.633aA	2.291aA	0.329aA
中 Cutter	1	28.737bA	16.183cC	1.106a	0.853aA	0.972dC	0.01603dD
	2	29.912abA	17.167bcBC	1.118a	0.78bAB	1.128cC	0.025cC
	3	30.823abA	18.725bAB	1.123a	0.692cBC	1.345bB	0.03794bB
	4	30.811abA	20.607aA	1.131a	0.673cBC	1.571aA	0.03926bB
	5	32.073aA	20.632aA	1.141a	0.684cC	1.676aA	0.0508aA
下 Lower	1	34.425aA	26.212aA	1.01bC	0.472dD	1.563dC	0.011dD
	2	33.684abA	25.282aA	1.045bBC	0.503dD	1.754cBC	0.018cC
	3	32.789abAB	27.111aA	1.191aAB	0.619cC	1.906bcB	0.02112cC
	4	31.281bcAB	25.194aA	1.201aA	0.713bB	2.001bB	0.0419bB
	5	28.451cB	21.845bB	1.294aA	1.0aA	2.386aA	0.09215aA

表7 成熟期光强不同对烤后烟叶质体色素含量的影响

Table7 The effect of different light intensity at ripe stages on carotenoids contents of tobacco leaves			
处理 Treatments	类胡萝卜素总量 Carotenoids (μg/g)	叶黄素 Lutein (μg/g)	β-胡萝卜素 β-Carotene (μg/g)
1	84.06dD	55.25dD	28.81dD
2	134.27cC	89.93cC	44.34cC
3	117.26cC	76.47cC	40.79cC
4	180.33bB	117.70bB	62.63bB
5	416.70aA	277.98aA	138.72aA

2.4 成熟期光强不同对烤后烟中性致香成分含量的影响

成熟期光强不同对烤后烟中性致香成分含量有很大的影响,2004年和2005年数据规律总体一致。2005年数据分析来看(表8),①苯丙氨酸类,苯乙醛含量处理2较低,处理1到处理5含量递增,苯甲醇含量处理4含量最高,处理5最低,苯乙醇含量及苯丙氨酸类总量处理1到处理4含量递增,处理5含量最低。②棕色化产物类,糠醛含量处理1到处理3递增,处理3到处理5递减,5-甲基-2-糠醛和2-乙酰基吡咯含量处理1到处理4递增,处理5含量最低,棕色化产物类总量处理1到处理3递增,处理3到处理5递减,其中处理3含量最高,其次是处理2、处理4、处理3,处理1含量最低。③类胡萝卜素降解物类,6-甲基-5-庚烯-2-酮含量处理1到处理3增加,处理3到处理5减少,β-大马酮和香叶基丙酮含量处理1到处理4递增,处理5下降,二氢猕猴桃内酯、巨豆三烯酮1、巨豆三烯酮3、巨豆三烯酮4和三羟基-β-二氢大马酮含量都是处理4含量最高,巨豆三烯酮2和6-甲基-2-庚酮含量处理1到处理3含量递增,处理3到处理5递减,类胡萝卜素降解物总量处理1到处理4递增,处理5最低。④其他类,茄酮和新植二烯含量处理1到处理4递增,处理5下降。2,4-戊二烯醛含量处理3含量最高,其次是处理4、处理5、处理2,处理1含量最低。芳樟醇和吡咯含量处理5含量最低。4-乙烯基-2-甲氧基苯酚含量处理4含量最高。法尼基丙酮随光强减弱而减少。⑤总量,中性致香物质总量处理1到处理4递增,处理5含量介于处理2和处理3之间。新植二烯除外的致香物质总量处理1到处

理 4 递增 ,而处理 5 含量最低。

表 8 成熟期光强不同对烤后烟中性致香成分含量的影响 (2005 年)

Table 8 The effect of different light intensity at ripe stages on aromatic components of tobacco leaves					
香气物质 Aromatic components (μg/g)	处理 1 Treatment 1	处理 2 Treatment 2	处理 3 Treatment 3	处理 4 Treatment 4	处理 5 Treatment 5
苯乙醛	2.568	1.626	3.042	3.069	3.337
苯甲醇	8.296	8.942	8.084	10.303	6.781
苯乙醇	1.975	2.710	2.936	3.946	1.615
苯丙氨酸类总量	12.839	13.278	14.062	17.317	11.732
糠醛	9.481	14.543	21.201	14.029	7.857
糠醇	0.395	8.581	5.346	3.288	4.736
乙酰基吡喃	—	0.994	0.645	—	—
5-甲基-2-糠醛	1.185	1.716	1.751	1.754	0.969
2-乙酰基吡咯	0.790	0.903	1.014	1.315	0.753
棕色化产物类总量	11.852	26.737	29.958	20.386	14.315
6-甲基-5-庚烯-2-酮	1.778	2.890	3.318	2.630	2.045
β-大马酮	28.299	31.253	41.086	44.061	36.058
香叶基丙酮	7.743	10.469	10.478	14.248	9.579
二氢猕猴桃内酯	17.185	14.155	15.807	23.236	5.166
巨豆三烯酮 1	2.963	3.252	1.475	5.042	3.121
巨豆三烯酮 2	9.394	11.259	14.886	13.372	8.611
巨豆三烯酮 3	2.765	2.439	1.198	3.288	2.045
巨豆三烯酮 4	15.012	10.839	19.034	20.167	9.579
6-甲基-2-庚酮	0.988	1.355	1.844	1.534	1.184
三羟基-β-二氢大马酮	4.543	3.794	4.332	11.180	5.382
类胡萝卜素类总量	90.670	91.705	113.458	138.758	82.771
茄酮	95.682	102.122	110.108	135.689	107.204
2-μ-戊二烯醛	2.765	3.703	8.665	7.891	6.996
芳樟醇	1.975	2.258	1.936	2.192	2.799
2-异丙基-5-酮基己醛	2.173	3.974	3.134	3.507	2.906
吲哚	1.383	1.600	1.751	2.192	2.260
4-乙烯基-2-甲氧基苯酚	5.333	3.342	4.425	8.330	3.982
法尼基丙酮	46.419	26.285	21.386	19.541	10.763
新植二烯	903.266	921.795	1975.275	2192.073	1076.347
总和 Total	1174.358	1196.799	2284.157	2547.878	1322.077
总和 Total (新植二烯除外)	271.092	275.005	308.882	355.805	245.730

3 结论与讨论

烤烟植株较大 ,生长过程中光强变幅较大 ,各个烟叶产区光照状况存在较大差异 ,特别是在烟叶成熟期光照条件存在很大差异。本试验表明 ,成熟期光照强度减弱使叶片组织结构变薄、密度降低 ,叶片厚度、上表皮厚度、栅栏组织厚度、海绵组织厚度和下表厚度都呈减小的趋势。对叶片向光面影响更大 ,对下表皮的影响最小。随着成熟期光照强度的降低烤后烟叶单叶重、厚度、叶质重降低 ,叶片含梗率增加 ,总糖和还原糖含量降低 ,总氮和烟碱含量升高 ,钾和氯含量增加 ,叶黄素含量、β-胡萝卜素含量和类胡萝卜素总量都是明显增加。成熟期光强不同对烤后烟中性致香成分含量有很大的影响 ,中性香气物质总量随光强减弱而明显增加 ,当光强减弱到一定程度 ,香气物质开始减少。可见烤烟成熟期光照强度不同 ,对烤后烟叶的品质有很大的影响。成熟期适度降低光照强度对致香成分含量有明显的增加趋势。成熟期晴间多云 ,时遮时射 ,光照和煦的条件形成的烟叶质量往往较好 ,原因可能和此有关。各个优质烟叶产区烤烟成熟期的光照条件对烟叶特色风格形

成的贡献率很大。

References :

[1] Zuo T J. Production , Physiology , and Biochemistry of Tobacco Plant. Shanghai : Yuandong Publisher of Shanghai , 1993. 50 — 52.

[2] Dai M. Effects of sunlight environment on growth and development of flue-cured tobacco leaf. China Tobacco , 1985 , (1) : 5 — 7.

[3] Chen H H. Effects of light intensity and duration on relationships among leaf area fresh weight and dry weight of tobacco leaves. Tobacco science , 1970 , (14) : 58 — 62.

[4] Andersen R A , Kasperbauer M J , Burton H R , *et al.* Shade during growth effects on chemical composition and leaf color of air-cured burley tobacco. Agron , 1985 , 7 (7) : 543 — 546.

[5] Liu G X. Tobacco Cultivation. Beijing : China Agriculture Press , 2003. 164 — 165.

[6] Li C H , Luan L M , Yin F , *et al.* Effects of light stress at different stages on the growth and yield of different maize genotypes. Acta Ecologica Sinica , 2005 , 25 (4) : 824 — 830.

[7] Liu X Z , Su Q , Kang S Z. Effects of shading on nitrogen in tomato plants at different growth stages. Chin J Appl Environ Biol , 2003 , 9 (5) : 493 — 496.

[8] Cai K Z , Luo S M. Effect of shading on growth , development and yield formation of rice. Chin J Appl Ecol , 1999 , 10 (2) : 193 — 196.

[9] Wu N B , Tan F , Xiao W J , *et al.* Effects of light intensity on morphologic and physiological indexes and safrol content of Cinnamomum pauciflorum seedlings. Acta Ecologica Sinica , 2005 , 25 (5) : 1160 — 1164.

[10] Wang Y , Dai S J , Yan X F. Effects of light intensity on secondary metabolite camptothecin production in leaves of *Camptotheca acuminata* seedlings. Acta Ecologica Sinica , 2004 , 24 (6) : 1118 — 1122.

[11] Zhang Y H , Feng Y L. The relationships between photosynthetic capacity and lamina mass per unit area , nitrogen content and partitioning in seedlings of two ficus species grown under different irradiance. Journal of Plant Physiology and Molecular Biology , 2004 , 30 (3) : 269 — 276.

参考文献 :

[1] 左天觉. 烟草的生产 生理和生物化学. 上海 :上海远东出版社 , 1993. 50 ~ 52.

[2] 戴冕. 光环境对烟草叶片的若干生理生态影响. 中国烟草 , 1985 , (1) : 5 ~ 7.

[5] 刘国顺. 烟草栽培学. 北京 :中国农业出版社 , 2003. 164 ~ 165.

[6] 李潮海 , 栾丽敏 , 尹飞 , 等. 弱光胁迫对不同基因型玉米生长发育和产量的影响. 生态学报 , 2005 , 25 (4) : 824 ~ 830.

[7] 刘贤赵 , 宿庆 , 康绍忠 , 等. 不同生育期遮荫对番茄氮素分配的影响. 应用与环境生物学报 , 2003 , 9 (5) : 493 ~ 496.

[8] 蔡昆争 , 骆世明. 不同生育期遮光对水稻生长发育和产量形成的影响. 应用生态学报 , 1999 , 10 (2) : 193 ~ 196.

[9] 吴能表 , 谈锋 , 肖文娟 , 等. 光强因子对少花桂幼苗形态和生理指标及精油含量的影响. 生态学报 , 2005 , 25 (5) : 1160 ~ 1164.

[10] 王洋 , 戴绍军 , 阎秀峰. 光强对喜树幼苗叶片次生代谢产物喜树碱的影响. 生态学报 , 2004 , 24 (6) : 1118 ~ 1122.

[11] 张亚杰 , 冯玉龙. 不同光强下生长的两种榕树叶片光合能力与比叶重、氮含量及分配的关系. 植物生理与分子生物学学报 , 2004 , 30 (3) : 269 ~ 276.