

# 不同氮磷钾肥配施对烤烟质体色素及其降解产物含量的影响

叶协锋<sup>1</sup> 张春华<sup>1</sup> 刘国顺<sup>1</sup> 王 可<sup>1</sup> 江厚龙<sup>1</sup> 石秋环<sup>2</sup>

(1. 河南农业大学 国家烟草栽培生理生化研究基地 河南 郑州 450002; 2. 河南省烟草公司洛宁烟草分公司 河南 洛宁 471700)

**摘要:** 研究了不同氮磷钾配施对烤烟质体色素及其降解产物含量的影响。2008 年在河南省洛宁县王岭现代烟草示范基地,以中烟 100 为材料,研究了氮、磷、钾肥配施对烤烟质体色素及其降解产物含量的影响。结果表明:不施肥处理烟叶质体色素及其降解产物含量都较低;氮、磷、钾任意两种肥料配施均可以不同程度提高烤烟质体色素及其降解产物的含量;氮磷钾的配施,随着施肥量的增加,烤烟的叶绿素、类胡萝卜素和新植二烯含量也随着增加,而类胡萝卜素降解产物含量呈现先增后减的抛物线。新植二烯和类胡萝卜素降解产物的总量以 T6 最高,因此,氮磷钾的合理配施(T6)是提高烤烟香气量的重要措施。

**关键词:** 烤烟;施肥;质体色素;降解产物

中图分类号: S143

文献标识码: A

文章编号: 1000-7091(2011)04-0178-06

## Effects of Different Combining Application of N , P , K Fertilizers on the Chromoplast Pigment and Degraded Products in Flue-cured Tobacco Leaves

YE Xie-feng<sup>1</sup> , ZHANG Chun-hua<sup>1</sup> , LIU Guo-shun<sup>1</sup> , WANG Ke<sup>1</sup> , JIANG Hou-long<sup>1</sup> , SHI Qiu-huan<sup>2</sup>

(1. National Tobacco Cultivation , Physiology and Biochemistry Research Centre , Henan Agricultural University Zhengzhou 450002 , China; 2. Luoning Tobacco Leaf Company of Henan Province Luoning 471700 , China)

**Abstract:** The effects of different combining application of N , P , K fertilizers on the chromoplast pigment and degraded products in Flue-cured tobacco leaves were studied. Field experiment was conducted to study the effects of the combining application of N , P and K fertilizers on the chromoplast pigment and degraded products in flue-cured tobacco leaves of a tobacco cultivar Zhongyan100 at Wangling of modernization tobacco agriculture in Luoning County of Henan province in 2008. Results showed that the chromoplast pigment and degraded products in tobacco leaves were the lowest in the treatment without fertilizer (CK). Combining application of any two of N , P , K could increase the chromoplast pigment and degraded products. With the increment of N , P , K fertilizers , Chlorophyll , carotene and neophytadiene in flue-cured tobacco leaves increased continuously , while the contents of aroma products degraded from carotenoid increased at first then decreased , showed a shape of parabola. T6 had the highest total content of neophytadiene and Carotenoids , Therefore , reasonable combining application of N , P , K fertilizers (T6) is an important and effective measure of improving the amount of aroma in flue-cured tobacco.

**Key words:** Flue-cured tobacco; Fertilization; Chromoplast pigment; Degraded products

质体色素存在于植物细胞器的质体中,是植物生长过程中光合作用的重要物质。烤烟的质体色素主要分两大类:一类是叶绿素,包括叶绿素 a 和叶绿

素 b;另一类是类胡萝卜素,主要有  $\beta$ -胡萝卜素和叶黄素,也有少量的新黄质<sup>[1,2]</sup>。质体色素的合成和降解与烟草品种、生长发育时期、生态环境、栽培技

收稿日期: 2011-03-11

基金项目: 国家烟草专卖局重点资助项目(110200401021)

作者简介: 叶协锋(1979-),男,河南郑县人,助理研究员,主要从事烤烟栽培生理生化研究。

通讯作者: 刘国顺(1954-),男,河南叶县人,教授,博士生导师,主要从事烟草栽培生理生化研究。

术及调制和醇化方法密切相关<sup>[3]</sup>,其含量及性质不仅直接影响烟叶的外观质量,而且还影响烟叶的香气风格和工业可用性,因此,对质体色素及相关因素的研究在国内外一直是人们关注热点。国内外相关研究表明,Weeks<sup>[4]</sup>研究表明烤烟成熟过程中质体色素降解产物占到烤烟中性挥发香气物质总量的85%~96%。其中叶绿素降解产物新植二烯占烤烟中性挥发性香气物质总量的85%以上,是决定不同基因型间挥发性香气物质总量高低的关键致香成分<sup>[5]</sup>。史宏志等<sup>[6]</sup>研究表明类胡萝卜素降解物含量占烤烟中性挥发香气物质总量的8%~12%,是影响烤烟香气质量重要的潜香型萜烯类化合物,其降解和热裂解产物可生成近百种香气化合物,是形成烤烟细腻、高雅和清新香气的主要成分<sup>[1,7]</sup>。目前对烤烟质体色素及其降解产物含量的研究多集中于增施不同有机肥和栽培措施的影响方面<sup>[8-10]</sup>,但从氮磷钾不同配施角度对烤烟质体色素及其降解产物含量的研究在国内还未见报道。本研究采用田间试验探讨了氮、磷、钾及其配施对烤烟质体色素及其降解产物含量的影响,旨在为我国优质高香气烤烟生产提供理论依据和技术支撑。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验设计

试验地位于河南省洛宁县东宋乡王岭现代烟草示范基地。供试烤烟品种为中烟100,土壤类型为褐土,pH为7.29,有机质含量为13.24 g/kg,碱解氮、速效磷和速效钾含量分别为66.24 mg/kg、9.89 mg/kg和156.59 mg/kg。5月10日移栽,移栽密度15 000株/hm<sup>2</sup>,行距120 cm,株距55 cm。田间种植管理除施肥因素外,其他大田管理措施均按照豫西烟草种植标准化操作规程进行。

试验采用随机区组设计,设7个处理,随机排列,重复3次,即T1(CK):不施肥;T2:PK(不施氮肥);T3:NK(不施磷肥);T4:NP(不施钾肥);T5:N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>(纯N 52.5 kg/hm<sup>2</sup>);T6:N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>(纯N 75 kg/hm<sup>2</sup>);T7:N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub>(纯N 97.5 kg/hm<sup>2</sup>),N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=1:2:3。各处理施肥量见表1。试验所用肥料分别为烟草专用复合肥(氮磷钾比例为10:10:20)、硝酸铵(含氮30%)、重过磷酸钙(含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 44%)和硫酸钾(含K<sub>2</sub>O 50%)、硝酸钾(含氮13%,含K<sub>2</sub>O 45%)。基肥和追肥按照7:3进行施肥,基肥在移栽前进行开沟条施,追肥在移栽后25 d左右均匀穴施。

### 1.2 测定项目与方法

#### 1.2.1 烟叶样采集

取各施肥处理烤后烟叶C<sub>3</sub>F

干样2.0 kg,用于分析烟叶中的质体色素及其降解产物含量。

表1 各处理养分投入量

Tab.1 The amounts of nutrients application for treatments

处理 Treatment	施肥量/(kg/hm <sup>2</sup> ) Fertilizer amount			
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
T1	CK	0	0	0
T2	PK	0	150	225
T3	NK	75	0	225
T4	NP	75	150	0
T5	N1P1K1	52.5	105	157.5
T6	N2P2K2	75	150	225
T7	N3P3K3	97.5	195	292.5

1.2.2 土样的测定 室内分析的土样参数有碱解氮、速效磷、速效钾、有机质和pH值。土样的测定方法<sup>[11]</sup>:碱解氮的测定方法为碱解扩散法;速效磷的测定方法为0.5 mol/L NaHCO<sub>3</sub>法;速效钾的测定方法为NH<sub>4</sub>OAc浸提-火焰光度法;有机质的测定方法为重铬酸钾氧化-外加热法;pH采用pH计法(水土比为1:25)。

1.2.3 烤烟质体色素测定 质体色素测定采用丙酮提取方法<sup>[12]</sup>。

1.2.4 致香物质分析 中性香味成分分析:采用内标法进行测定,同时蒸馏萃取仪和HP5890 II-5972气质联用仪(GC/MS)分析,内标为硝基苯(称取0.700 00 g硝基苯定容于100 mL容量瓶中,从中取5 mL用二氯甲烷定容于100 mL容量瓶中即可)。

在500 mL圆底烧瓶中加入10.000 g烟样,1.0 g柠檬酸,500 μL内标再加入300 mL蒸馏水,充分摇匀,再加50 mL蒸馏水冲洗瓶塞和烧瓶口。安装同时蒸馏萃取装置,然后从冷凝管上方加入40 mL二氯甲烷于250 mL烧瓶中,打开电热套,待样品开始沸腾,同时蒸馏萃取装置中开始出现分层时开始计时。2.5 h后,收集有机相即250 mL烧瓶中的溶液,同时蒸馏萃取装置中的有机相也要收集。加入10 g左右无水硫酸钠摇匀干燥至溶液澄清,转移有机相到鸡心瓶。用二氯甲烷清洗无水硫酸钠2次,每次15 mL左右,再转移至鸡心瓶中,在转移有机相的过程中,不让无水硫酸钠进入鸡心瓶中,水浴浓缩鸡心瓶中的溶液至1 mL左右。

经前处理制备得到的分析样品,由GC/MS鉴定结果和NIST02库检索定性。GC/MS分析条件如下:

GC/FID条件:色谱柱:HP-5MS(30 m×0.25 mm, i. d. ×0.25 μm d. f.);柱箱温度:50℃(5 min)

5℃/min 120℃ (5 min) 5℃/min 180℃ (5 min) 6℃/min 250℃ (15 min); 进样口温度 250℃; 检测器温度 280℃; 氢气、空气和尾吹气流量分别为 35, 400, 25 mL/min; 载气为氮气; 柱流量为 1.3 mL/min; 进样体积为 2 μL; 分流比为 8:1。

MS 条件: 载气为 He 气; 流速为 1.3 mL/min; 传输线温度 280℃; 离子源温度 177℃; 电离能 70 eV; 质量数范围: 35 ~ 500 amu; MS 谱库为 NIST02。

定量分析: 假定相对校正因子为 1, 采用内标法定量。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同施肥处理对烤后烟叶质体色素含量的影响

2.1.1 对烤后烟叶叶绿素含量的影响 叶绿素是烟株进行光合作用、吸收光能和进行光能转化的主要物质, 绝大部分叶绿素 a 分子和全部叶绿素 b 分子具有收集和传递光能的作用, 少数特殊状态的叶绿素 a 分子有将光能转换为电能的作用<sup>[13, 14]</sup>。由表 2 可知, 各施肥处理烟叶中叶绿素含量与 T1 之间除 T2 外, 均达显著水平, 且有不同程度的提高, 提高范围是 4.12% ~ 73.44%, 平均提高了 38.76%。氮、磷、钾两两任意配施处理中, 叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素在 T2、T3 和 T4 3 个处理间均达到极显著水平, 其含量均为 T3 > T4 > T2, 说明缺磷的烟叶其叶绿素含量较高, 而缺氮的烟叶叶绿素含量较低, 氮素是构成叶绿素的主要元素之一, 可能烟株缺氮会导致叶绿素的合成受阻, 从而影响其含量。氮磷钾的配施处理中, 叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总量均为 T7 > T6 > T5, 除叶绿素 a 外, 叶绿素 b 和

叶绿素总量的差异达到极显著水平, 说明随着施氮量的增加, 可以促进烟叶中叶绿素 b 和叶绿素的积累。

叶绿素 a/b 的比值能反映叶绿素合成和转化的平衡的关系<sup>[15]</sup>。对烤后叶绿素 a/b 研究的结果表明: 各施肥处理间叶绿素 a/b 值为 0.66 ~ 0.74, 其中 T7 最小, 其原因可能是随着施氮量的增加, 叶绿素 b 含量随着增加, 而在烟叶的烘烤调制过程中, 主要是叶绿素 a 发生降解生成新植二烯和植物呋喃等化合物, 叶绿素 b 降解很少, 所以, T7 的叶绿素 a/b 的比值最小。

2.1.2 对烤后烟叶类胡萝卜素含量的影响 类胡萝卜素在植物体的光合作用中担负着光吸收的辅助色素的重要功能。它既可保护叶绿素免受强光导致的光氧化破坏, 同时又是光合天线和反应中心复合体不可缺少的结构成分<sup>[13, 14]</sup>。烟叶中的类胡萝卜素是烟草香气成分的重要前体物质, 其含量与烟叶品质密切相关<sup>[16]</sup>。不同施肥处理烤后烟叶类胡萝卜素含量变化见表 2, 分析结果表明, 类胡萝卜素/叶绿素的比值为 5.77 ~ 7.96, 且以 T6 最高。不同施肥处理类胡萝卜素含量与 T1 之间差异极显著, 均有不同程度的提高, 提高范围是 11.97% ~ 87.29%, 平均提高了 42.34%。氮、磷、钾两两任意配施处理中, T2 与 T3、T4 之间差异显著, 但 T3 与 T4 之间差异不显著。氮磷钾的配施处理中, 烟叶类胡萝卜素含量 T7 > T6 > T5, 且处理间达到极显著水平, 说明氮素对类胡萝卜素的合成影响很大, 且随着施氮量的增加, 可以促进烟叶中类胡萝卜素含量的积累。

表 2 不同施肥处理对质体色素含量的影响

Tab. 2 Effects of different fertilizer treatments on contents of chromoplast pigment

μg/g

处理 Treatment	叶绿素 a Chlorophyll a	叶绿素 b Chlorophyll b	叶绿素 Chlorophyll	类胡萝卜素 Carotenoid	叶绿素 a/b Chlorophyll a/b	类胡萝卜素/叶绿素 Carotene/Chlorophyll
T1	9.81dD	14.21eE	24.02fD	171.54fF	0.69	7.14
T2	10.52dD	14.49eE	25.01fD	192.07eE	0.73	7.68
T3	15.02bB	20.84bB	35.86cB	206.93dD	0.72	5.77
T4	11.86cC	16.58dD	28.91eC	208.99dD	0.71	7.23
T5	13.07cC	18.02cC	31.09dC	237.74cC	0.73	7.65
T6	15.98aA	21.47bB	37.45bB	298.01bB	0.74	7.96
T7	16.53aA	25.13aA	41.66aA	321.28aA	0.66	7.71

注: 不同小写字母表示处理之间差异达到 5% 显著水平, 不同大写字母表示处理之间差异达到 1% 显著水平。

Note: Different letters in lower case indicate that significant difference reached 5% level between treatments. Different letters in capital case indicate that significant difference reached 1% level between treatments.

### 2.2 对烤后烟叶质体色素降解产物含量的影响

2.2.1 不同施肥处理对叶绿素降解产物含量的影响 新植二烯是烤烟中性香气物质中含量最高的成

分, 其可进一步分解转化为具有清香的植物呋喃等, 这对提高烤烟的香气能产生积极影响<sup>[6]</sup>, 由表 3 可以看出, 新植二烯占中性致香物质总量的比例的范

围为 78.03% ~ 90.38% ,T7 最高 90.38% ,T3 次之 为 87.55% 。各施肥处理烟叶的新植二烯均高于对 照 ,分别比对照增加了 142.95 ,187.83 ,109.61 , 216.53 ,161.93 ,652.93  $\mu\text{g/g}$  ,平均增加了 321.13  $\mu\text{g/g}$  增幅分别达到了 22.39% ,29.42% ,17.17% , 33.92% ,96.64% ,102.28% ,平均增幅为 50.30% , 氮磷钾的配施处理烟叶新植二烯为 854.90 ~ 1 291.30  $\mu\text{g/g}$  ,平均为 1 133.83  $\mu\text{g/g}$  ,比氮、磷、钾 两两任意配施处理高 106.92 ~ 465.1  $\mu\text{g/g}$  ,平均高 313.03  $\mu\text{g/g}$ 。T7 与 T5 ,T6 相比 ,随着施氮量的增 加 ,新植二烯含量呈增加趋势。新植二烯含量的大 幅度增加 ,对烟叶香气质量的改善具有重要意义。

表 3 不同施肥处理对叶绿素降解产物的影响

Tab.3 Effects of different fertilizer treatments on contents of aroma products degraded from chlorophyll $\mu\text{g/g}$							
降解产物 Degraded products	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
新植二烯 Neophytadiene (A)	638.37	781.32	826.20	747.98	854.90	1 255.30	1 291.30
挥发性香气物质总量 (B) Total content of volatile aroma matter	730.35	908.48	943.64	855.47	986.48	1 608.83	1 428.81
A 占 B % Proportion of A to B	87.41	86.00	87.55	87.43	86.66	78.03	90.38

表 4 不同施肥处理对类胡萝卜素降解产物的影响

Tab.4 Effects of different fertilizer treatments on contents of aroma products degraded from carotenoid $\mu\text{g/g}$							
降解产物 Degraded products	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
3-羟基- $\beta$ -二氢大马酮 Trihydroxyl- $\beta$ -Damascone	-	0.34	0.86	1.20	0.76	5.44	1.74
6-甲基-5-庚烯-2-酮 6-Methyl-5-Hepten-2-one	0.82	0.38	0.76	0.76	0.54	1.96	0.69
法尼基丙酮 Farnesylacetone	11.34	9.11	10.54	14.09	12.49	32.84	14.55
$\beta$ -大马酮 $\beta$ -damascenone	18.86	24.47	19.75	22.32	21.49	26.77	28.10
香叶基丙酮 Geranylacetone	2.99	3.06	4.12	3.67	4.85	10.25	4.59
二氢猕猴桃内酯 Dihydroactinone	2.09	3.73	2.94	1.45	2.82	11.19	2.37
巨豆三烯酮 1 Megastigmatrienone1	1.09	1.23	1.16	1.03	1.55	2.38	1.44
巨豆三烯酮 2 Megastigmatrienone2	4.00	4.28	3.66	3.55	5.11	11.05	4.79
巨豆三烯酮 3 Megastigmatrienone3	0.90	1.06	0.91	0.88	1.06	2.92	1.09
巨豆三烯酮 4 Megastigmatrienone4	5.31	4.29	6.04	5.30	5.57	13.37	6.33
类胡萝卜素降解物总量 (C) Carotenoids	46.60	51.22	49.12	52.32	54.95	118.19	65.69
C 占 B/% Proportion of C to B	6.38	5.64	5.21	6.12	5.57	7.35	4.60

注：- . 表示痕量。Note：- . Represents trace.

2.2.2 不同施肥处理对类胡萝卜素降解产物含量的影响 类胡萝卜素降解产物是烤烟中性致香物质 的重要组成成分 ,其在降解时因双键断裂的部位不 同 ,可产生不同碳原子数的化合物 ,进一步形成不同 香气物质。其降解产生的香味物质阈值相对较低 , 刺激性小 ,香气质较好 ,如巨豆三烯酮具有可可香 味 ,可增加烟气的舒适口感 ,改善侧流烟气香气 ; $\beta$ - 大马酮和 3-羟基- $\beta$ -二氢大马酮可产生玫瑰花香和甜香 ;香 叶基丙酮和二氢猕猴桃内酯可增加烤烟香气和抑制 刺激性等<sup>[17]</sup> ,因此 ,对烟叶香气贡献率大 ,是影响烟 叶香气质和香气量的重要组分<sup>[18]</sup>。由表 4 可知 ,类 胡萝卜素降解产物占香气物质总量的比例范围为 : 4.60% ~ 7.35% ,T6 最高为 7.35%。所有的处理均 为类胡萝卜素降解产物中  $\beta$ -大马酮含量最高 ,占类 胡萝卜素降解物总量的 22.65% ~ 47.77% ,平均占 39.19% ;其次是法尼基丙酮 ,占类胡萝卜素降解物

总量的 17.78% ~ 27.79% ,平均占 23.14% ;最低 的是 6-甲基-5-庚烯-2-酮 ,类胡萝卜素降解物总量 的 0.74% ~ 1.76% ,平均占 1.31% ;在 4 种巨豆三 烯酮香气成分中 ,以巨豆三烯酮 4 含量最高 ,巨豆三 烯酮 3 含量最低 ;3-羟基- $\beta$ -二氢大马酮在 T1 中只有 痕量存在。各施肥处理烟叶的类胡萝卜素类香气成 分含量均高于对照 ,增幅为 2.52 ~ 71.59  $\mu\text{g/g}$  ,平均 增幅为 18.65  $\mu\text{g/g}$  ,其中以 T6 增幅最大 ,增加幅度 为 71.59  $\mu\text{g/g}$  ;说明氮磷钾的合理配施有利于提高 胡萝卜素降解物含量。

3 结论与讨论

质体色素是影响烟叶品质和可用性的主要成分 之一 ,其在烤烟叶片中的积累、转化和降解不仅决定 了调制后烟叶的外观质量 ,而且其相关降解产物对 烤烟香气风格的形成具有重要作用。

叶绿素在成熟和调制过程主要是叶绿素在叶绿素酶的作用下,生成脱植基叶绿素 a 并脱去植醇,植醇脱水生成新植二烯和植物呋喃等化合物,可以有效控制烤后烟叶的青杂气和刺激性<sup>[7,19]</sup>。新植二烯是烟草体内一种重要的增香剂,在烟草燃烧时可直接进入烟气并具有减轻刺激性和使烟气变醇和的能力。试验结果表明:氮素对烟叶的叶绿素和类胡萝卜素的合成及其含量影响很大,磷素则影响最小,并且随着施氮量的增加,有利于促进叶绿素和类胡萝卜素含量在烟叶中的合成与积累,与相关研究结果相一致<sup>[20-23]</sup>。试验结果还表明:氮、磷、钾两两任意配施中,新植二烯含量  $T4 < T2 < T3$ ,说明氮钾配施对提高新植二烯含量有相互促进作用。氮磷钾配施中,新植二烯含量  $T7 > T6 > T5$ ,说明随着氮磷钾施肥量的增加,新植二烯含量呈增加趋势。从新植二烯总量看,各施肥处理与对照相比,均可不同程度地提高烟叶中新植二烯含量,其含量高低顺序为  $T7 > T6 > T5 > T3 > T2 > T4 > T1$ ;并且各处理中新植二烯的含量在中性致香物质中比例高达 78.03% ~ 90.38%,该种成分含量的不同导致了不同处理致香物质总量的差异。

类胡萝卜素是烟叶中许多挥发性醛酮等羰基化合物的前体物,类胡萝卜素含量较高时有利于其在调制、陈化过程中形成较多的挥发性羰基成分,从而对烟叶和烟气质量产生影响<sup>[24]</sup>。Enzell 等<sup>[25,26]</sup>认为在高等级烟叶中通常类胡萝卜素及其降解产物含量较高。试验结果表明:氮、磷、钾两两任意配施中,氮磷配施对提高类胡萝卜素降解产物含量有相互促进作用。氮磷钾配施中,类胡萝卜素降解产物含量  $T6 > T5 > T7$ ,说明随着氮磷钾配施施肥量的增加,烤烟的类胡萝卜素降解产物含量呈现先增后减的抛物线型,进一步说明氮磷钾的配施有利于烤烟类胡萝卜素降解产物含量的积累,但过量则有不利影响。从烤烟的类胡萝卜素降解产物总量看,各施肥处理均可不同程度地提高烤烟类胡萝卜素降解产物的含量,且氮磷钾的配施比氮、磷、钾两两任意配施均有不同程度的提高。

试验结果还表明,质体色素降解产物总量以 T1 最小,T6、T7 和 T5 均大于 T2、T3 和 T4,且以 T6 最高,因此,质体色素的合成及其降解不仅与遗传、光照、温度、碳素代谢和调制有关<sup>[1]</sup>,而且与氮磷钾的配比和施肥量密切相关。根据田间试验结果,氮磷钾合理施肥(处理 6),对提高烟叶香气质和香气量有重要作用。

#### 参考文献:

- [1] 肖守斌,卢坚格,邓荣银,等. 湘南烤烟质体色素及其降解产物含量与国外烤烟的比较[J]. 作物杂志, 2009 (1): 85-87.
- [2] 陈义强,刘国顺,凌爱芬,等. 氮磷钾肥和土壤水分对烟草烤后叶中类胡萝卜素含量的影响[J]. 植物生理学通讯, 2008, 44(2): 278-282.
- [3] 黄永成,宫长荣,郭瑞,等. 烤烟中色素与香味物质的关系研究进展[J]. 河南农业科学, 2008(2): 5-8.
- [4] Weeks W W. Chemistry of tobacco constituents influencing flavor and aroma [J]. Recent Advance of Tobacco Science, 1985(11): 175-200.
- [5] 卢秀萍,许仪,许自成,等. 不同基因型主要挥发性香气物质含量的变异分析[J]. 河南农业大学学报, 2007, 41(2): 142-148.
- [6] 史宏志,刘国顺. 烟草香味学[M]. 北京:中国农业出版社, 1998.
- [7] 左天觉著,朱尊权译. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 上海:远东出版社, 1993.
- [8] 赵铭钦,刘金霞,刘国顺,等. 增施不同有机物质对烤烟质体色素及其降解产物的影响[J]. 浙江农业科学, 2008(2): 243-246.
- [9] 赵铭钦,刘金霞,刘国顺,等. 不同成垄方式与分次施钾对烤烟质体色素及其降解产物的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2007, 8(4): 56-59.
- [10] 许自成,张婷,马国华,等. 不同调控措施对烤烟质体色素及其降解产物的影响[J]. 河南农业大学学报, 2006, 40(1): 15-17.
- [11] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社, 2000.
- [12] 邹琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京:中国农业出版社, 1997.
- [13] 余叔文,汤章城. 植物生理与分子生物学[M]. 北京:科学出版社, 2001.
- [14] Britton G. Overview of carotenoid biosynthesis [M]// Britton G, Pfander H, Liaaen-Jensen S. Carotenoids Biosynthesis and Metabolism, vol 3. Basel: Birkhauser, 1998: 13-147.
- [15] 韦凤杰,范艺宽,刘国顺,等. 饼肥对烤烟叶片发育过程中质体色素降解及相关酶类活性的影响[J]. 作物学报, 2006, 32(5): 766-771.
- [16] 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.
- [17] Kaneko H, Harada M. 4-Hydroxy- $\beta$ -damascone and 4-Hydroxydihydro- $\beta$ -damascone from Cigar Tobacco [J]. Agricultural Biology Chemistry, 1972, 36(1): 168-171.
- [18] 周冀衡,杨虹琦,林桂华,等. 不同烤烟产区烟叶中主要挥发性香气物质的研究[J]. 湖南农业大学学报:

- 自然科学版 2004, 30(1):20-23.
- [19] 杨晓棠, 张昭其, 徐兰英, 等. 植物叶绿素的降解[J]. 植物生理学通讯, 2008, 44(1):7-13
- [20] 柴家荣, 尚志强, 戴福斌, 等. 氮、磷、钾营养对白肋烟叶绿体色素、化学成分的影响及相关性分析[J]. 中国烟草科学 2006(2):5-9.
- [21] 王新发, 杨铁钊, 殷全玉, 等. 氮用量对烟叶质体色素及中性香气基础物质的影响[J]. 华北农学报, 2010, 25(1):185-189.
- [22] 刘世亮, 杜君, 化党领, 等. 不同有机酸对烤烟不同成熟度烟叶香气质量的影响[J]. 华北农学报, 2010, 25(1):131-135.
- [23] 张生杰, 黄元炯, 任庆成, 等. 不同基因型烤烟烟叶碳氮代谢差异研究[J]. 华北农学报, 2010, 25(3):217-220.
- [24] 史宏志, 韩锦峰, 刘国顺, 等. 不同氮素营养的烟叶氨基酸含量与香吃味品质的关系[J]. 河南农业大学学报, 1997, 31(4):319-322.
- [25] Enzell C R. Leaf composition in relation to smoking quality and aroma[J]. Rec Adv Tob Sci, 1980(6):64-122.
- [26] Lefingwell J C, Lefingwell D. Chemical and sensory aspects of tobacco flavor[J]. Rec Adv Tob Sci, 1988(14):169-218.

## 农产品市场分析与预测专业期刊 《农业展望》征订启事

《农业展望》是经国家新闻出版总署批准,由中华人民共和国农业部主管、农业部市场与经济信息司指导、中国农业科学院农业信息研究所主办的综合性农业科技类刊物。2005年8月创刊,面向国内外公开发行人,设有“产品预测”、“农业经济展望”、“农业生产展望”、“农业科技展望”、“农业消费展望”、“农业贸易展望”和“数据信息”七大主要栏目。

本刊着重于对主要农产品生产、供需、价格、进出口的分品种分析与预测,密切关注当前农业经济发展进程中一些重大的关键性或热点、焦点问题,重点报道对农业经济形势、农业科技与农业、农产品贸易的分析和展望,既强调对农业经济领域的短期分析,也侧重于对农业政策、产业发展、农业贸易、农产品供需和粮食安全等的长期展望,并且每期都以一定篇幅刊载国内外主要农产品数据信息。诚望通过七大板块的内容,为您了解市场动态、掌握发展趋势、把握致胜机遇助一臂之力。

《农业展望》是政府机关、研究机构、农业企业、金融单位、期货市场、进出口商等开展经济分析、市场预测、投资判断、生产决策的可靠参考资料。欢迎大家踊跃投稿和订阅《农业展望》杂志,欢迎来电来函洽谈广告业务。

本刊为月刊,每册定价15.00元,全年定价180.00元。国内统一刊号:CN11-5343/S;国际统一刊号:ISSN 1673-3908。广告许可证:京海工商广字第0095号。全国各地邮局均可订阅,邮发代号:80-283。

欢迎大家踊跃投稿和订阅《农业展望》杂志 欢迎刊登广告

地址:北京市海淀区中关村南大街12号《农业展望》编辑部

邮编:100081

电话:(010)82109913

E-mail: nyzwcaas@sina.com nyzw@caas.net.cn