



闫 伸, 符云鹏, 曹晓涛, 等. 移栽期和成熟度对烤烟上部叶质体色素及降解产物的影响[J]. 华南农业大学学报, 2014, 35(6): 41-45.

移栽期和成熟度对烤烟上部叶质体色素 及降解产物的影响

闫 伸¹, 符云鹏¹, 曹晓涛², 景沙沙¹, 王维超², 曾 宇¹, 李建华³, 刘国顺¹

(1 河南农业大学 烟草学院, 河南 郑州 450002; 2 许昌市烟草公司 襄城县分公司,
河南 许昌, 452670; 3 许昌市烟草公司, 河南 许昌 461000)

摘要:【目的】探索豫中地区烟叶生长期对上部烟叶质体色素的影响。【方法】以中烟 100 为材料, 于 2012 年采用烟株移栽期和叶片成熟度二因素裂区试验设计。【结果和结论】移栽期和成熟度对叶绿素及类胡萝卜素含量影响显著, 随着烟株移栽期的推迟, 相同成熟度的叶绿素含量差异不大, 但类胡萝卜素表现出先升高后降低的趋势; 随着叶片成熟度的增加, 叶绿素及类胡萝卜素含量递减。不同移栽期新植二烯和类胡萝卜素降解产物含量表现为 5 月 6 日 > 5 月 5 日 > 4 月 27 日, 含量随成熟度增加表现为先升高后降低的趋势。上部叶品质以 5 月 15 日移栽的推迟 5 d 采收最好。

关键词: 烤烟; 叶龄; 质体色素; 移栽期; 上部叶

中图分类号: S572

文献标志码: A

文章编号: 1001-411X(2014)06-0041-05

The effects of transplanting time and leaf maturity degree on chromoplast pigment and degradation products of tobacco upper leaf

YAN Shen¹, FU Yunpeng¹, CAO Xiaotao², JING Shasha¹, WANG Weichao²,
ZENG Yu¹, LI Jianhua³, LIU Guoshun¹

(1 College of Tobacco Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;
2 Xiangcheng County Branch of Xuchang Tobacco Company, Xuchang 452670, China;
3 Xuchang Tobacco Company, Xuchang 461000, China)

Abstract:【Objective】To explore the effect of growing period on upper leaf of tobacco in the center of Henan province. 【Method】With Zhongyan 100 as the experimental material, two experimental designs which included transplanting periods and maturity of leaves, were applied in 2012. 【Result and conclusion】The effects of transplanting time and maturity on the chlorophyll and carotenoid content were significant, the chlorophyll content with the same maturity had a slight difference by postponing tobacco transplanting period, but carotenoid presented the tendency that rise firstly, then drop; with the increase of maturity of tobacco leaves, the contents of chlorophyll and carotenoid declined. The contents of degradation product in neophytadiene and carotenoid showed May 6th > May 15th > April 27th episode trend; the performance of content increased first and reduced then with the maturity. Upper leaf quality which is transplanted on May 15th and picked postponement 5 days than usual, is the best.

Key words: flue-cured tobacco; leaf age; chromoplast pigment; transplanting period; upper leaf

收稿日期: 2013-09-21 优先出版时间: 2014-09-30

优先出版网址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1110.S.20141003.1238.016.html>

作者简介: 闫 伸 (1989—), 男, 硕士研究生, E-mail: ysh.24@163.com; 通信作者: 符云鹏 (1964—), 女, 副教授, 博士,
E-mail: yunpengfu@yahoo.com.cn

基金项目: 中国烟草总公司特色优质烟叶开发重大专项 (Ts-01-2011005)

烟叶品质是由遗传因素、生态环境和栽培技术共同作用的结果,其中生态环境是烟叶风格形成的决定因素^[1].在遗传因素与栽培技术一定的条件下,烟草在生长发育过程中对环境条件的反应非常敏感^[2].不同时期移栽会导致烟草在整个生长期接收到的光、温、水、肥不同,进而影响到烟株的生理代谢以及品质风格的形成^[3-4],影响烟叶的外观和内在品质^[5-6].成熟度对烟叶品质影响极大,美国烟草专家认为,对烟叶品质的贡献,田间栽培占1/3、成熟采收占1/3、烘烤技术占1/3,可见烟叶成熟度的重要性.烟叶在成熟过程中,叶片组织结构、碳水化合物、含氮化合物及致香物质等都发生显著变化^[7-8].试验表明,在一定范围适当推迟采收不仅能够改善烟叶的外观品质^[9],更能提高烟叶的内在品质^[10].质体色素包括叶绿素和类胡萝卜素,是影响烟叶品质和可用性的主要成分之一,其通过分解、转化可形成致香成分.研究表明不同栽培措施能够显著影响烟叶质体色素含量^[11-12],然而通过移栽期和成熟度互作探讨烟叶生长期对质体色素的影响鲜有报道,本试验就此进行研究,旨在为优质高香气烟叶生产提供理论依据和技术支撑.

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于2012年在河南省襄县王洛烟草生产大田进行.供试品种为中烟100,试验地土壤类型为褐土,质地中壤土.耕层土壤有机质为 $12.8\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,碱解氮、速效磷和速效钾分别为 53.3 、 6.2 和 $101.0\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.移栽密度 $15\ 000\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$,行距 120 cm ,株距 55 cm .每 667 m^2 增施腐植酸钾 20 kg 、生物质碳 25 kg 以改良烟叶及土壤品质,其他田间栽培管理措施按当地最优化措施进行.

试验采用双因素裂区设计. A因素为移栽期,设3个处理(A1、A2和A3),分别于4月27日、5月6日和5月15日移栽. B因素为成熟度,设3个处理(B1、B2和B3),B1为各部位烟叶均按当地常规采收标准采收(上部叶正常采收时主脉叶尖发白,叶尖下垂,叶面起大量黄泡,呈8~9成黄);B2为适度推迟采收,上部叶推迟5 d(主脉叶尖发白,支脉颜色变浅,黄泡逐渐相连,叶面呈9~10成黄);B3为过熟,上部叶推迟10 d(主脉支脉叶尖全部发白,叶面呈10成黄,部分叶片已经发白).小区面积 0.024 hm^2 ,随机区组排列,3次重复.

1.2 测定指标和方法

调制后样品上部叶质体色素含量用丙酮浸提比

色法测定^[13].调制后样品香气物质含量使用气相色谱/质谱(GC/MS)定性定量分析,样品处理及分析方法按文献[16]中的方法进行.

将烟丝置于相对湿度为65%、温度 $(22\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的环境中48 h以上,使其含水率(w)保持在12%左右,由郑州卷烟厂技术中心进行卷制评吸.感官评价按照郑州烟草研究院制定的“烟叶质量风格特色感官评价方法标准草案”进行评价.

1.3 数据处理

采用Microsoft Excel 2003和SPSS 17.0进行数据处理和统计分析.

2 结果与分析

2.1 不同处理对烤烟上部叶质体色素含量的影响

从表1可以看出,上部叶除A1以外,不同移栽期相同成熟度的烟叶叶绿素含量相差不大,同时,随着烟叶推迟采收,叶绿素含量均逐渐降低且其差异达到显著水平.成熟度对叶绿素含量影响极显著($F=28.27, P<0.01$),移栽期及成熟度 \times 移栽期交互作用对叶绿素含量影响不显著.各处理中,A1B1处理叶绿素a含量及叶绿素总量最高,均显著高于其他处理.

A1处理类胡萝卜素含量相对低于其他移栽期,随着烟叶推迟采收,类胡萝卜素含量逐渐降低.移栽期对类胡萝卜素含量影响极显著($F=8.42, P=0.003$),成熟度对类胡萝卜素含量影响显著($F=4.55, P=0.025$),但两者交互作用对类胡萝卜素含量影响不显著.9个处理的类胡萝卜素含量表现为A3B1>A2B1>A2B2>A3B2>A1B1>A2B3>A3B3>A1B2>A1B3.

表1 不同处理对烤烟上部叶质体色素含量的影响¹⁾
Tab.1 The influence on the content of chromoplast pigment of upper leaf with different treatments

处理	叶绿素			类胡萝卜素
	叶绿素 a	叶绿素 b	合计	$w/(\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1})$
A1B1	17.95aA	9.70aAB	27.65aA	77.92bA
A1B2	11.20dC	9.88aAB	21.08cCD	59.77cA
A1B3	10.39dC	5.40cdDE	15.78dEF	56.82cB
A2B1	16.04bAB	8.16bBC	24.20bBC	87.85abB
A2B2	10.79dC	8.34bB	19.12cDE	83.89abA
A2B3	10.96dC	5.18dDE	16.13dEF	77.24bA
A3B1	14.25cB	10.64aA	24.88bAB	90.67aA
A3B2	9.82dC	6.58cCD	16.40dEF	82.71abA
A3B3	9.65dC	4.48dE	14.14dF	76.49bA

1) 同列数据数据后凡是有一个相同大、小写字母者,分别表示在0.01、0.05水平差异不显著(Duncan's法).

2.2 不同处理对烤烟上部叶质体色素降解产物含量的影响

由表2可以看出新植二烯、中性致香物质总量和新植二烯含量占中性致香物质总量的百分比均以A2B2处理最高,以A1B3处理最低. A1和A2新植二烯含量表现为先升高后降低的趋势,而A3则表现出逐渐降低的趋势;对于不同移栽期新植二烯总量为A2 > A3 > A1. 新植二烯含量占中性致香物质总量的百分比均大于76%,说明新植二烯含量对中性致香物质总量的大小起决定性作用.

由表3可知,在12种类胡萝卜素类降解产物中,以β-大马酮的含量最高,法尼基丙酮次之. 移栽时期及成熟度对类胡萝卜素类降解产物含量有一定影响. 类胡萝卜素类降解产物总量大小顺序为:A2 > A3 > A1,且3个移栽期均呈先升高后降低的趋势.

表2 不同处理对烤烟上部叶质体色素降解产物含量的影响
Tab.2 The influence on the degradation products of chromoplast pigment of upper leaf with different treatments

处理	w ¹⁾ (μg · g ⁻¹)		占比 ²⁾ /%
	新植二烯	中性致香物质	
A1B1	412.30eD	491.46dCD	83.89cCD
A1B2	517.78dC	619.66cC	83.56cCD
A1B3	143.43hF	187.72fF	76.40eE
A2B1	786.48bB	886.85bB	88.68abAB
A2B2	1 228.30aA	1 351.38aA	90.89aA
A2B3	344.18fD	405.54dDE	84.87cBC
A3B1	767.49bcB	891.67bB	86.07bcBC
A3B2	720.41cB	855.13bB	84.25cCD
A3B3	245.64gE	304.36eEF	80.71dD

1) 同列数据后凡是有一个相同大、小写字母者,分别表示处理间在0.01、0.05水平差异不显著(Duncan's法);2)“占比”指新植二烯含量占中性致香物质的比例.

表3 不同处理对上部叶类胡萝卜素类降解产物的影响¹⁾

Tab.3 The influence on the degradation products of carotenoids of upper leaf with different treatments w/(μg · g⁻¹)

致香物质	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3
6-甲基-5-庚烯-2-酮	0.28	0.25	0.32	0.38	0.17	0.26	0.66	0.45	0.34
氧化异佛尔酮	—	—	—	—	0.11	—	—	0.11	—
香叶基丙酮	2.03	1.92	1.84	1.98	2.18	2.69	2.63	2.40	1.51
巨豆三烯酮1	1.40	1.52	0.41	1.18	1.78	0.88	1.55	1.87	0.45
巨豆三烯酮2	5.98	7.03	1.79	5.10	7.33	3.80	6.44	7.27	1.77
巨豆三烯酮3	1.19	1.49	0.35	0.99	1.50	0.75	1.13	1.39	0.32
3-羟基-β-二氢大马酮	—	—	—	—	0.55	—	—	0.20	—
巨豆三烯酮4	6.73	9.00	1.59	7.89	9.93	3.67	7.58	10.16	2.20
β-大马酮	11.08	12.74	9.79	15.91	24.62	15.85	21.51	19.11	10.51
法尼基丙酮	7.86	8.09	3.74	8.75	14.59	5.08	11.32	10.36	3.19
芳樟醇	0.51	0.42	0.35	0.61	0.52	0.45	0.61	0.62	0.49
二氢猕猴桃内酯	1.25	1.73	0.56	1.48	3.45	1.28	2.15	2.89	0.67
合计	38.31	44.19	20.75	44.27	66.73	34.71	55.58	56.84	21.45

1) “—”表示未检测到.

2.3 不同处理对烤烟上部叶烟叶感官质量的影响

由图1可知:各处理烤后烟叶香韵以甘草香、正甜香、焦甜香、木香、焦香为主,坚果香、辛香为辅;随着烟叶成熟度的提高,正甜香表现出先升高后降低的趋势,甘草香和焦香变化不明显,其他各香韵变化规律不明显.

从表4可以看出,各处理香气状态均表现为沉溢,这也是豫中烟区浓香型的典型风格. 在A1和A3栽期处理中,随着上部叶推迟采收,各处理沉溢标度值表现出降低趋势;A2表现出急剧降低后轻微升高的趋势. 总体而言,各移栽期烟株上部叶推迟采收,

烟叶沉溢标度值有所降低,而各移栽期之间差异不明显. 各处理香型均为浓香型. A1和A3栽期烟叶随着叶片的推迟采收,浓香型标度表现出逐渐降低的趋势,而A2栽期浓香型标度表现为先降低后升高的趋势;各移栽期浓香型特色表现为:A3 > A1 > A2. 随着烟叶成熟度的增加,各栽期香气浓度表现为逐渐降低的趋势,且烟叶推迟5d及10d采收香气浓度变化不大;各栽期香气浓度差异不大. 对A1和A2栽期,劲头随烟叶成熟度的增加有所降低,但A3各处理间无差异.

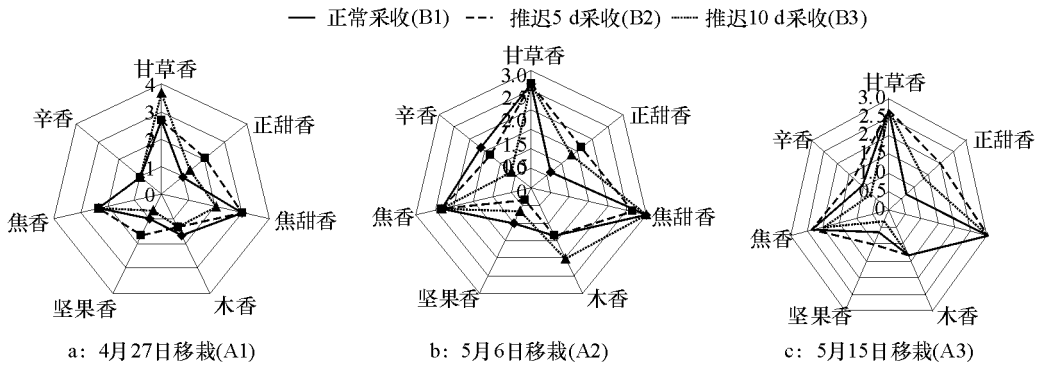


图1 各处理上部叶部叶香韵

Fig. 1 Effects of different treatments on tobacco nuances of upper leaf

表4 不同处理上部叶感官质量评价

Tab. 4 Sensory Quality Assessment of different treatment on upper leaf

项目	指标	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3
香气状态 ¹⁾	沉溢	3.7	3.3	3.0	4.0	3.0	3.3	4.0	3.6	3.3
香型 ²⁾	浓香型	3.7	3.3	3.0	3.3	3.0	3.3	4.0	3.7	3.3
	香气浓度	4.0	3.3	3.3	4.0	3.3	3.0	4.0	3.3	3.3
	劲头	4.0	3.7	3.3	3.3	3.0	2.7	3.0	3.0	3.0
香气特征	香气质	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0
	香气量	4.0	3.0	2.7	3.0	2.7	3.0	3.7	3.7	3.0
	透发性	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.0
	青杂气	1.3	1.0	1.7	1.7	1.7	1.3	0.7	1.0	1.3
	生青气	0.7	0.0	2.0	0.7	1.3	0.3	0.7	0.0	1.7
	枯焦气	2.0	2.0	2.3	2.3	1.7	1.7	2.0	1.3	2.0
烟气特征	木质气	1.7	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3	2.0	2.0	2.0
	细腻程度	2.0	3.0	3.0	2.3	2.3	3.0	3.0	3.3	3.0
	柔和程度	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.7	2.7
	圆润感	2.0	2.7	2.3	2.3	2.0	3.3	3.0	3.0	2.7
口感特征	刺激性	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.3	3.0	2.7	3.0
	干燥感	3.0	2.0	3.0	2.3	2.7	2.7	3.0	2.3	3.0
	余味	3.0	3.0	2.7	2.7	2.3	3.0	3.0	3.0	2.3

1) 无飘逸和悬浮状态;2) 无清香型和中间香型。

从品质特征来看,随着烟叶成熟度增加,A1和A3栽期香气质表现出先上升后降低的趋势,而A2栽期香气质无差异.各处理透发性差异不大.杂气包括青杂气、生青气、枯焦气、木质气,各处理间杂气规律变化不明显,各处理杂气标度的总和以A3B2最低.烟气特征包括烟气的细腻程度、柔和程度及圆润感,各指标标度值总体表现为A3最高.口感特征包括刺激性、干燥感、余味3个方面,各处理烟气刺激性变化不大;A1和A3随着烟叶成熟度增加,烟气干燥感表现出先降低后增加的趋势,各栽期之间差异不明显;余味变化规律不明显.

3 讨论与结论

叶绿素作为光合色素,直接影响烟草生长发育阶段的碳氮代谢,对烟叶品质形成具有重要作用.烤

后烟叶的叶绿素含量在 $0.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以下时,烟叶质量较好^[14].叶绿素降解过程中产生的新植二烯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.本试验研究表明:移栽期对叶绿素含量影响不显著,随着移栽期的推迟,叶绿素变化不大,新植二烯及中性致香物质含量表现为 $A2 > A3 > A1$,这可能是由于在烟叶调制时叶绿素降解充分,生成的香味物质含量较高.随着烟叶成熟度的增加,叶绿素含量逐渐降低,但降低幅度逐渐减小,这与过伟民^[15]的研究结果不一致.新植二烯及中性致香物质含量表现为 $B2 > B1 > B3$,这是由于烟叶在成熟过程中叶绿素逐渐降解,但随着衰老加剧,一些致香物质被消耗分解.叶绿素含量以A1B3、A2B3、A3B2及A3B3处理含量较低,A1B1处理含量较高;新植二烯含量、中性香味物质总量及新植二烯占中

性香味物质总量比例均以 A2B2 处理含量较高。

类胡萝卜素是烟草中最重要的萜烯类化合物之一^[16],其降解产物对卷烟吸食品质有重要影响^[17-19]。本试验研究表明:移栽期对类胡萝卜素含量影响极显著,随着移栽期的推迟,类胡萝卜素含量表现出先升高后降低的趋势,这可能是由于4月27日移栽烟株接收的积温较低太阳辐射较弱,而5月15日移栽接收的积温较高,太阳辐射较强,过早或者过晚移栽都不利于类胡萝卜素的形成。成熟度对类胡萝卜素含量影响显著,随着成熟度的增加,类胡萝卜素含量递减,表现为 B1 > B2 > B3;类胡萝卜素降解产物总量表现出先增加后降低的趋势,与赵铭钦等^[20]研究结果相符,这说明类胡萝卜素类降解产物在最适宜的移栽期其成熟度达到最高,烟叶在成熟过程中类胡萝卜素逐渐降解,类胡萝卜素降解产物含量逐渐增加,但随着衰老加剧,一些致香物质被消耗,从而导致类胡萝卜素降解产物含量降低。在9个处理中,以 A1B2 及 A1B3 的类胡萝卜素含量较低,其他处理差异不大。类胡萝卜素降解产物总量以 A2B2 最高,A3B2 次之,A1B3 最低。就感官评吸质量而言,A3B2 各指标标度值最高。

综上所述,对于豫中地区上部叶烤烟,本试验的最佳移栽期及成熟度的组合为5月15日移栽、推迟5d采收,其最能彰显浓香型特色风格,烤烟质体色素及其降解产物含量也较理想,烘烤调制后的烟叶品质较好。但由于不同的地域及年度间气候条件有所差异,各地应通过试验,并参照当年的气象预报确定最佳的移栽期。

参考文献:

- [1] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京:中国农业出版社, 2003:68-69.
- [2] 齐飞. 不同移栽期的气候生态因素对烤烟品质及成熟烟叶组织结构的影响[D]. 郑州:河南农业大学, 2011.
- [3] 齐飞,刘国顺,史宏志,等. 移栽期对烤烟化学成分及成熟烟叶组织结构的影响[J]. 中国烟草学报, 2011, 17(3):37-41.
- [4] 周淑平,肖强陈. 不同生态地区初烤烟叶中重要致香物质的分析[J]. 中国烟草学报, 2004, 10(1):9-16.
- [5] RYU M H, JUNG H J, LEE U C. Growth and chemical properties of oriental tobacco as affected by transplanting time[J]. J Korean Soc Tob Sci, 1988, 10(2):109-116.
- [6] 刘德玉,李树峰,罗德华,等. 移栽期对烤烟产量、质量和光合特性的影响[J]. 中国烟草学报, 2007, 13(3):40-46.
- [7] 赵铭钦,张钺,刘云,等. 烤烟成熟过程中烟叶叶龄与品质特性的关系[J]. 科技导报, 2010, 28(22):100-106.
- [8] 黄树永,付祺,郭伟,等. 不同成熟度烤烟质体色素的降解转化差异及其与品质的关系[J]. 中国农学通报, 2013, 29(3):203-208.
- [9] 李章海,王东胜. 不同成熟度烟叶的烤后性状观察[J]. 中国烟草, 1988(2):28.
- [10] 席元肖,刘阳,李锋,等. 不同外观烤烟类胡萝卜素及其降解产物含量的差异分析[J]. 烟草科技, 2012(3):67-74.
- [11] 赵铭钦,张迪,赵进恒,等. 种植密度对烤烟质体色素及其降解产物的影响[J]. 江苏农业学报, 2010, 26(4):711-715.
- [12] 赵铭钦,刘金霞,刘国顺,等. 不同成垄方式与分次施肥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, 42(4):56-59.
- [13] 邹琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京:中国农业出版社, 1997:42-44.
- [14] 王树生. 烟叶色素与化学成分及评吸结果的相关关系[J]. 中国烟草, 1990(4):21-24.
- [15] 过伟民. 国内烤烟质体色素含量和组成的差异分析与主要影响因素研究[D]. 郑州:中国烟草总公司郑州烟草研究院, 2009.
- [16] 杨虹琦,周冀衡,罗泽民. 烟叶质体色素代谢与香味物质形成关系的研究[C]//佚名. 中国烟叶学术论文集. 北京:科学技术文献出版社, 2004:471-475.
- [17] 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.
- [18] WEEK W W. Chemistry of tobacco constituents influencing flavor and aroma [J]. Rec Adv Tob Sci, 1985(11):175-200.
- [19] 于建军,庞天河,任晓红,等. 烤烟中性致香物质与评吸结果关系研究[J]. 河南农业大学学报, 2006, 40(4):346-349.
- [20] 赵铭钦,王文基,刘国顺,等. 不同成熟度对烤后烟叶中质体色素及其降解产物的影响[J]. 植物生理学通讯, 2009, 45(1):8-12.

【责任编辑 周志红】