

朱一珂, 彭智良, 赵园园, 等. 不同移栽期和采收期组合对陕南烤烟上部烟叶品质特性的影响[J]. 江苏农业科学, 2024, 52(6): 96–105.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2024.06.013

不同移栽期和采收期组合对陕南烤烟上部烟叶品质特性的影响

朱一珂¹, 彭智良², 赵园园¹, 杨青玺², 段卫东³, 尹光庭³, 张永锋², 史宏志¹

(1. 河南农业大学烟草学院/烟草农业减害研究中心, 河南郑州 450046; 2. 陕西省烟草公司商洛市公司, 陕西商洛 711599;
3. 河南中烟工业有限责任公司, 河南郑州 450016)

摘要:为探索陕南烟区烤烟优质上部烟叶形成的时空效应,以陕西省商洛市的主栽品种云烟 99 为材料,设计不同移栽期和采收期的栽培组合试验,在研究过程中探讨不同处理方法对烤烟上部烟叶采收外观特征的影响,并进行烤后烟叶经济性状、物理性状、常规化学成分、感官品质以及中性香气物质的测定和分析。结果表明,随着采收期的延迟,上部烟叶的叶面色调逐渐从黄绿变为浅黄或淡黄,叶面落黄程度增加,叶脉变白,茸毛加速脱落,叶面的成熟斑增多。移栽期和采收期极显著影响烤烟上部烟叶的叶长、单叶重、叶质重。移栽期对烤烟上部烟叶的经济性状,如产值及上等烟比例等产生极显著的影响。移栽期的推迟会导致上部烟叶产量、产值及上等烟的比例先升高后降低。采收期延迟 4、6 d 上等烟比例差异不显著,但显著高于其他处理,比正常采收分别显著提高 3.87、4.56 百分点。采收期对烤后上部烟叶的品质影响较大,采收期与烤后上部烟叶的香气质量密切相关,延迟 2~4 d 采收,烤后上部烟叶的感官品质评分较优异,化学成分协调,中性香气物质的含量也较高。综合分析,陕南烟区烤烟在 4 月 25 日移栽,延迟 2~4 d,上部烟叶落黄 70%~79%,主脉变白 70%~79%,成熟斑稍多时采收,上部烟叶落黄程度较高,内含物质转化充分,经济性状表现良好,最有利于优质上部烟叶形成。

关键词:上部烟叶;移栽期;采收期;品质

中图分类号:S572.04 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2024)06-0096-09

烤烟的生长发育及品质特性受到遗传因子、生态因子及栽培措施综合影响^[1]。品种特点要与当地的生态条件相适应,才能充分发挥出优良品种的生产潜力^[2]。气候因子在生态因素中具有重要作用。由于气候因子的多样性,不同地区的烤烟在田间生长期所遭受的气温、日照等气候因素存在巨大的差异,从而导致烟叶品质特征的差异^[3]。一个地区的气候因子很难发生变化,但可以通过调整烟草的移栽期和采收期来调整烟草在各个生育阶段的温度、光照、降水量等气候因素,进而影响烟叶的产量及品质特性的形成^[4-5]。镇安烟区是陕西省重要的烟叶产区之一,也是陕西省唯一的国家级烟叶原料基地单元,因其独特的生态环境和优良的土壤

特性,所生产的上等烟叶香气浓郁、含量高、质量好,是河南中烟工业有限责任公司不可缺少的主要原材料基地。但由于受到山区环境的制约,加之立体气候的差异,当地烟叶生产存在烤烟耐熟性较低、成熟度把握不到位等问题,这会导致上部烟叶叶片变小,烟草中的化学成分无法达到协调的状态,香气量不足且香气质量不佳,同时也会导致较高的杂气含量,从而使烤烟上部烟叶品质的潜能得不到充分的开发。优质上部烟叶的生产要求烟叶充分成熟,需要较高的积温,通过设置适合当地生产的移栽期和采收期,可以有效地调节上部烟叶全生育期气候因子,进而提高烤烟上部烟叶的成熟度^[6-9]。因此,本研究于 2022 年在河南中烟工业有限责任公司陕西商洛原料基地设置移栽期和采收期的双因素完全随机试验,通过调整移栽期和采收期,分析不同成熟度上部烟叶的采收熟相及烤后上部烟叶的经济性状、物理性状、常规化学成分、感官质量及中性香气物质,以确定适合当地的成熟度,为确立黄金叶品牌原料优质上等叶片采收标准、提高上部烟叶的品质奠定理论基础。

收稿日期:2023-06-03

基金项目:中国烟草总公司陕西省公司科技项目(编号:2021611000270041)。

作者简介:朱一珂(2000—),男,河南许昌人,硕士研究生,主要从事烟草栽培生理研究。E-mail:1010791394@qq.com。

通信作者:史宏志,博士,教授,主要从事烟草栽培生理研究。
E-mail:shihongzhi88@163.com。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2022 年在陕西省商洛市镇安县月河镇黄家湾进行,年平均气温为 15 ℃,日照时数为 1 842 h,年均降水量为 570.9 mm,无霜期平均为 208 d。供试品种为当地典型烤烟品种云烟 99,试验田土壤为沙壤土,土壤全氮含量 1.12 g/kg,有效磷含量 39.14 mg/kg,速效钾含量 240 mg/kg,有机质含量 17.3 g/kg,pH 值为 6.56。试验样品为烤烟上部烟叶,其他农艺措施参照本地优质烟草生产技术规程。

1.2 试验设计

本试验采用双因素完全随机设计,包含移栽期(Y)和采收期(C)2 个因素,移栽期从 4 月 15 日开始,每 5 d 进行 1 次移栽,分别为 4 月 15 日(Y1)、4 月 20 日(Y2)、4 月 25 日(Y3)、4 月 30 日(Y4),采收期则是每间隔 2 d 进行 1 次采收,包括提前 2 d 采收(C1)、正常采收(C2)、延迟 2 d 采收(C3)、延迟 4 d 采收(C4)、延迟 6 d 采收(C5)等 5 个采收处理水平,共 20 个处理,每个处理 3 次重复。这样的设计可以更加全面地考察不同采收时期和移栽期对烟叶产量和品质的影响,进而提供科学的依据和参考。按当地习惯株行距(1.2 m×0.5 m)进行种植,密度为 16 500 株/hm²。烘烤结束后,各处理随机选取 5 kg 烤后烟叶进行分析。其他采收、调制等措施按照当地优质烟叶生产技术规范进行(表 1)。

表 1 移栽期与采收期的处理组合

移栽期	处理组合				
	提前 2 d	正常采收	延迟 2 d	延迟 4 d	延迟 6 d
4 月 15 日	Y1C1	Y1C2	Y1C3	Y1C4	Y1C5
4 月 20 日	Y2C1	Y2C2	Y2C3	Y2C4	Y2C5
4 月 25 日	Y3C1	Y3C2	Y3C3	Y3C4	Y3C5
4 月 30 日	Y4C1	Y4C2	Y4C3	Y4C4	Y4C5

1.3 测定项目与方法

1.3.1 烟叶成熟采收特征 采收烤烟上部烟叶前 1 d,从各小区中选择 10 株具有代表性的烟株挂牌标记,对其上部烟叶的成熟度进行鉴定和记录。

1.3.2 经济性状 按照 GB 2635—1992《烤烟》^[10]分级标准进行上部烟叶分级,计算烤制后上部烟叶的产量、产值、均价、上等烟比例及平均单叶重。

1.3.3 物理性状 从每个处理中随机抽取 10 张烟叶,采用测量方法对经过烤制的烟叶进行叶长和叶

宽的测量,采用称重法对单叶重、含梗率以及叶质重进行测量。

1.3.4 常规化学成分 从每个处理随机抽取 50 张烟叶,并将其研磨成粉末,使用 BRAN + LUEBBE 公司的 AA - III 型连续流动化学分析仪进行测定。

1.3.5 感官评吸质量 从每个处理中随机抽取 30 张烟叶,将其切丝并卷制成单料烟,由国家烟草栽培生理生化研究基地和河南中烟工业有限责任公司等机构的评吸专家,按照河南中烟工业有限责任公司的感官评价规范进行吸烟评测,并对其进行评分。

1.3.6 中性香气物质 采用内标法进行测定,内标为硝基苯。前处理采用水蒸气蒸馏 - 二氯甲烷萃取法,蒸馏萃取完成后,旋转蒸发有机相至 1 mL 左右,移至色谱瓶,并采用气质联用仪(GC/MS; Agilent 7890A - 5975C, Agilent Techonologies, USA) 进行分析,采用内标法(硝基苯)进行测定^[11]。

1.4 数据处理与分析

用 DPS 9.50 软件,采用线性回归等方法进行方差分析及双因素互作效应分析,采用 Duncan's 法进行多重比较,采用 Microsoft Excel 2019 软件进行数据处理,使用 Origin 软件完成绘图。

2 结果与分析

2.1 不同移栽期和采收期田间鲜烟叶采收外观特征

由表 2 可知,随着采收期的延迟,上部烟叶的叶面色调逐渐从黄绿变为浅黄或淡黄,叶面落黄程度增加,叶脉变白,茸毛加速脱落,叶面的成熟斑增多。说明随着烟叶成熟度的提高,烟叶的内含物质充分转化,进而说明不同采收期对烟叶主要外观特征的影响明显。

2.2 不同移栽期和采收期烤烟上部烟叶的经济性状

由表 3 可知,随着移栽期的推迟,烤烟上部烟叶各经济性状先升后降,上部烟叶的产量、产值、上等烟比例、平均单叶重均价表现为 Y3 > Y4 > Y2 > Y1,以移栽期为 4 月 25 日的处理为参照,过早移栽或过晚移栽均会导致烤烟经济性状的降低。随着采收期的推迟,烤烟上部烟叶的上等烟比例、均价逐渐上升,而产量和产值先上升后下降,延迟 4 d 采收与延迟 6 d 采收 2 个处理上等烟比例、均价显著高于其他处理。双因素方差分析结果表明,移栽期和采收期极显著影响烤烟上部烟叶的产量、平均单

表 2 不同移栽期和采收期上部叶的采收外观特征

移栽期 (月-日)	采收期	叶面色调	叶面落黄程度 (%)	主脉变白程度 (%)	支脉变白程度 (%)	茸毛脱落程度 (%)	成熟斑
04-15	提前 2 d	黄绿	30~39	30~39	0~19	30~39	较少
	正常采收	黄绿	40~49	40~49	20~39	40~49	较少
	延迟 2 d	绿黄	50~59	50~59	40~59	50~59	稍有
	延迟 4 d	绿黄	60~69	70~79	60~69	70~79	稍多
	延迟 6 d	浅黄	70~79	80~89	80~99	80~89	稍多
04-20	提前 2 d	黄绿	40~49	30~39	0~19	30~39	较少
	正常采收	绿黄	50~59	50~59	20~39	40~49	稍有
	延迟 2 d	绿黄	60~69	60~69	50~59	50~59	稍有
	延迟 4 d	浅黄	70~79	80~89	60~79	60~79	稍多
	延迟 6 d	浅黄	80~89	80~89	80~99	80~99	较多
04-25	提前 2 d	黄绿	40~49	40~49	0~19	30~39	较少
	正常采收	绿黄	60~69	50~59	20~39	50~59	稍有
	延迟 2 d	浅黄	70~79	70~79	50~59	70~79	稍多
	延迟 4 d	浅黄	80~89	80~89	60~79	80~89	稍多
	延迟 6 d	淡黄	90~99	90~99	80~99	90~99	较多
04-30	提前 2 d	黄绿	30~39	30~39	0~19	30~39	较少
	正常采收	黄绿	40~49	40~49	20~39	40~49	较少
	延迟 2 d	绿黄	60~69	50~59	40~59	50~59	稍有
	延迟 4 d	浅黄	70~79	70~79	60~79	60~79	有
	延迟 6 d	浅黄	80~89	80~89	80~99	80~99	稍多

表 3 不同移栽期和采收期烤烟上部烟叶的经济性状

生育期	水平	产量 (kg/hm ²)	产值 (元/hm ²)	上等烟比例 (%)	平均单叶重 (g)	均价 (元/kg)
移栽期	Y1	257.45c	6 183.84c	39.71d	9.53d	24.08d
	Y2	283.25d	7 325.19d	45.08c	10.40c	25.88c
	Y3	306.90a	8 602.58a	48.03a	11.03a	28.07a
	Y4	293.47b	7 923.45b	46.16b	10.74b	27.04b
采收期	C1	281.44c	6 673.22e	40.28d	10.50b	23.57d
	C2	298.46b	7 428.15c	43.08c	10.61b	24.76c
	C3	310.90a	8 395.55a	45.79b	11.07a	26.94b
	C4	272.81d	7 653.74b	46.95a	10.19c	28.00a
	C5	262.73e	7 393.15d	47.64a	9.76d	28.06a
F 值	Y	80.255 **	548.233 **	121.923 0 **	54.973 **	88.605 **
	C	82.057 **	185.732 **	3.952 0 *	24.676 **	98.195 **
	Y×C	1.761 *	9.366 **	29.661 0 **	0.496	3.975 *

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$);*、**分别表示影响显著($P<0.05$)、极显著($P<0.01$)。表 4 至表 8 同。

叶重、均价,其中移栽期对产值、上等烟比例的影响明显高于采收期。

由图 1 可知,4 月 25 日移栽延迟 2 d 采收的烤烟上部烟叶产量、产值、平均单叶重最高,分别为 332.55 kg/hm²、9 238.24 元/hm²、11.50 g,而随着采

收时间的延迟,烤烟上部烟叶的上等烟比例和均价逐步上升,尤其是移栽期为 4 月 25 日时,采收时间延迟 6 d 处理的上等烟比例、均价均达到最高点,分别为 50.53%、29.53 元/kg,比 4 月 25 日移栽延迟 2 d 采收的烤烟上部烟叶分别高 2.99 百分点、1.75 元/kg。

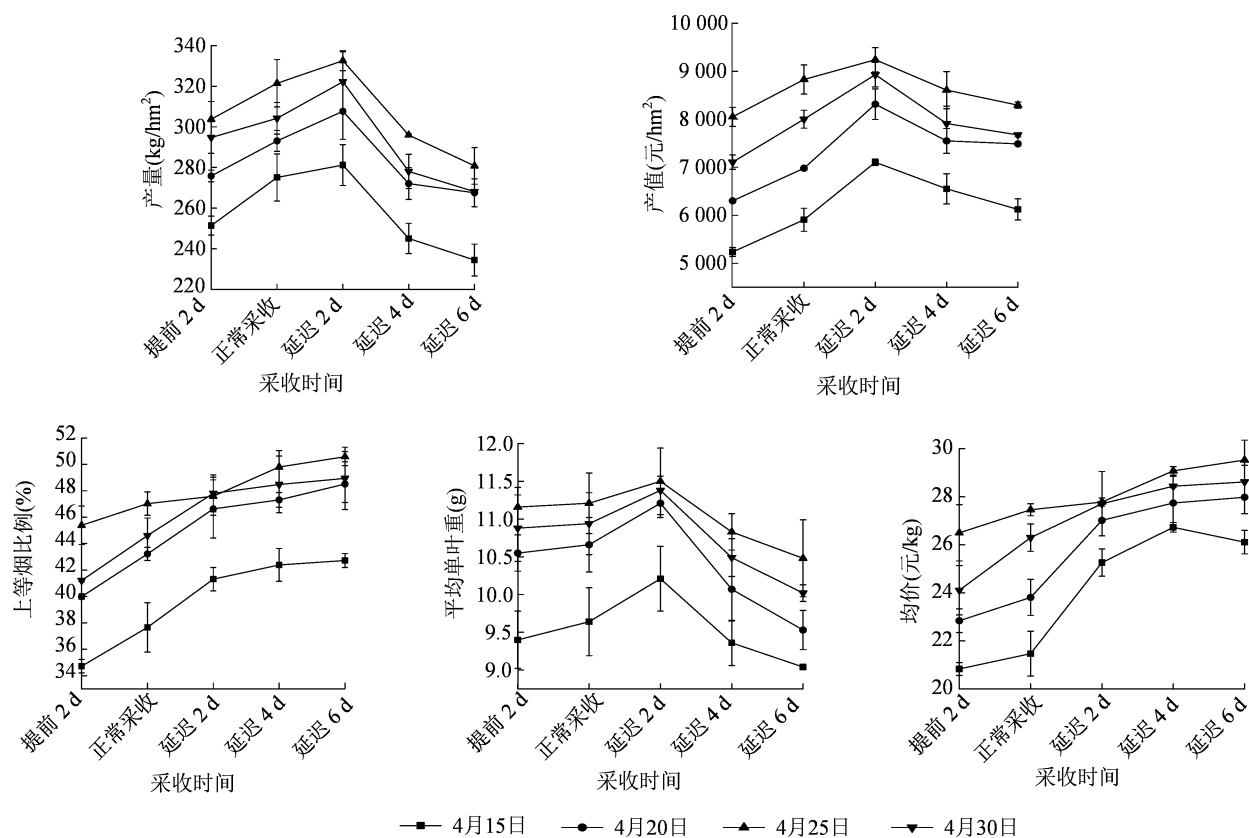


图1 不同移栽期和采收期对烤烟上部烟叶经济性状的影响

2.3 不同移栽期和采收期烤烟上部烟叶的物理性状

由表 4 可知,随着移栽期的推迟,烤烟上部烟叶的叶长、叶面积、单叶重均呈现先升高后下降的趋势,均表现为 Y3 > Y2 > Y4 > Y1,以 4 月 25 日为参照,移栽过早或过晚都会对烤烟上部烟叶的物理性状造成不利影响。由表 5 可知,随着采收期推迟,烤烟上部烟叶的叶长、叶面积、单叶重、叶质重均呈现先升高后下降的趋势,以延迟 2 d 采收相对较高,其中叶长、叶面积在采收期为延迟 2 d 时达到最高,单叶重、叶质重在采收期为正常采收时为最高。

双因素方差分析结果表明,烤烟上部烟叶的叶长、单叶重、叶质重在移栽期和采收期 2 个处理水平均受到极显著影响;移栽期对烤烟上部烟叶的叶长、单叶重的影响较大,而采收期对烤烟上部烟叶的叶面积、叶质重的影响较大。此外,二者相互作用对烤烟上部烟叶的叶宽、叶面积、单叶重、叶质重的影响均达到极显著。

2.4 不同移栽期和采收期烤烟上部烟叶的常规化学成分

由表 6 可知,随着移栽期延迟,烤烟上部烟叶的

烟碱含量逐渐下降,总糖、还原糖、总氮含量及糖碱比、氮碱比均呈现先升高后下降的趋势,淀粉含量呈现先下降再升高的趋势。由表 7 可知,烤烟上部烟叶的总糖、还原糖含量及糖碱比随着采收期的推迟先升高再下降,而烟碱含量随着采收期的推迟逐渐升高,淀粉含量逐渐下降。

双因素方差分析结果表明,移栽期和采收期极显著影响烤烟上部烟叶的常规化学成分。采收期对于烤烟上部烟叶各种化学成分的影响程度高于移栽期。当两者相互作用时,对总糖、还原糖、总氮、淀粉含量及糖碱比、氮碱比等产生的影响均达到极显著水平。

2.5 不同移栽期和采收期烤烟上部烟叶的感官品质

由表 8 可知,随移栽期推迟,烤烟上部烟叶的感官品质评分先增后降,移栽过早或过晚,都会对烟叶的感官品质产生负面影响。而随采收期的延迟,烤烟上部烟叶的香气质和刺激性逐渐增强,香气量、细腻性、劲头、浓度、杂气、余味则先升后降。双因素方差分析结果表明,移栽期和采收期 2 个处理水平极显著影响烤烟上部烟叶的感官品质,采收期

表 4 不同移栽期和采收期烤烟上部烟叶的物理性状

移栽期 (月-日)	采收期	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶面积 (cm ²)	单叶重 (g)	叶质重 (g/m ²)	含梗率 (%)
04-15	提前 2 d	46.62f	21.24bc	628.29gh	8.03h	54.77de	33.49a
	正常采收	50.34de	19.86efg	634.34fg	9.36g	61.55c	31.86bc
	延迟 2 d	50.58de	20.78bcde	666.89cdefg	9.40g	54.34de	29.33de
	延迟 4 d	53.34ab	20.56bcdef	695.84abc	10.82bcd	45.10h	26.56ghi
	延迟 6 d	51.28cd	19.36g	629.92gh	10.64cde	44.26h	27.95efg
	均值	49.43c	20.36b	638.58c	9.65c	52.00c	29.84a
04-20	提前 2 d	49.40e	19.04g	596.80hi	10.55def	61.22c	32.33ab
	正常采收	52.38abc	19.62fg	652.07defg	10.66cde	66.90a	30.48cd
	延迟 2 d	52.66abc	21.68ab	724.39a	11.21ab	56.43d	28.26ef
	延迟 4 d	50.62de	21.04bcd	675.77bcde	10.07f	51.95ef	25.42hi
	延迟 6 d	49.24e	20.52cdef	641.10efg	9.53g	49.30fg	26.51ghi
	均值	50.86b	20.38b	658.03bc	10.40b	57.16b	28.6b
04-25	提前 2 d	46.94f	19.34g	576.01i	11.16abc	67.81a	30.79bcd
	正常采收	52.50abc	21.30bc	709.53ab	11.21ab	68.42a	29.24de
	延迟 2 d	53.94a	21.36bc	731.04a	11.50a	63.97bc	27.63fg
	延迟 4 d	51.88bcd	20.86bcde	686.67bcd	10.83bcd	61.73c	23.38j
	延迟 6 d	50.54de	20.08defg	643.92efg	10.48def	55.82d	25.17i
	均值	52.16a	20.58b	681.37ab	11.03a	63.55a	27.24c
04-30	提前 2 d	50.28de	20.58bcdef	656.56defg	9.33g	63.48bc	32.24ab
	正常采收	51.30cd	22.43a	729.93a	11.19ab	66.13ab	30.66cd
	延迟 2 d	53.38ab	20.78bcde	703.81abc	10.22ef	54.16de	28.43ef
	延迟 4 d	50.26de	20.52cdef	654.38defg	10.19ef	48.69g	25.57hi
	延迟 6 d	49.02e	21.58abc	671.21cdef	10.88bcd	48.66g	26.84fgh
	均值	50.84b	20.18a	650.97a	10.36b	56.23b	28.75b
F 值	Y	18.625 **	6.385 *	7.074 *	59.049 **	130.928 **	77.317 **
	C	14.252 **	6.228 *	36.31 **	17.563 **	209.461 **	439.499 **
	Y×C	2.847 *	7.01 **	6.798 **	23.098 **	5.631 **	0.287

表 5 不同采收期烤烟上部烟叶的物理性状

采收期	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶面积 (cm ²)	单叶重 (g)	叶质重 (g/m ²)	含梗率 (%)
提前 2 d	48.31c	20.05c	614.41d	9.76b	61.82b	32.21a
正常采收	51.63a	20.80ab	681.47b	10.61a	65.75a	30.56b
延迟 2 d	52.64a	21.15a	706.53a	10.58a	57.23c	28.41c
延迟 4 d	51.52a	21.26ab	678.16b	10.48a	51.87d	25.23e
延迟 6 d	50.02b	20.39bc	646.54c	10.38a	49.51e	26.62d

对各感官品质的影响大于移栽期。互作效应对香气质、透发性、刺激性影响显著,对其他感官品质影响极显著。

由图 2 可知,4 月 15 日移栽延迟 4 d 采收的烤烟上部烟叶的浓度、透发性、杂气、劲头、余味评分最高,分别为 6.62、6.61、6.57、6.73、6.56。随着移

栽时间的推迟,香气质、香气量的评分逐渐升高,刺激性也随之升高,综合结果说明适当延迟采收时间有利于感官质量评分的提高。

2.6 不同采收期烤烟上部烟叶的中性香气物质含量

综上,在 4 月 25 日移栽的上部烟叶较其他移栽

表 6 不同移栽期和采收期烤烟上部烟叶的常规化学成分

移栽期 (月-日)	采收期	总糖含量 (%)	还原糖含量 (%)	烟碱含量 (%)	总氮含量 (%)	淀粉含量 (%)	糖碱比	氮碱比
04-15	提前 2 d	15.60ij	12.71i	3.37fghi	2.72cdefg	3.83c	3.77gh	0.81cde
	正常采收	17.40h	13.67h	3.52defg	2.57ij	4.39a	3.88fg	0.73i
	延迟 2 d	18.10fgh	14.06gh	3.69bcd	2.67efghi	3.78cd	3.81g	0.72ij
	延迟 4 d	19.20de	16.17cd	3.78bc	2.70defgh	3.62def	4.28e	0.71ij
	延迟 6 d	17.60h	14.80fg	4.01a	2.81bcd	3.19gh	3.69hi	0.70j
	均值	17.58d	14.28d	3.69a	2.69bc	3.76a	3.87c	0.73b
04-20	提前 2 d	17.50h	13.71h	3.17i	2.87ab	3.82c	4.32e	0.91a
	正常采收	19.60cd	15.84de	3.24hi	2.65efghi	3.49f	4.89c	0.82cd
	延迟 2 d	20.30bc	16.85bc	3.70bcd	2.72cdefg	3.57ef	4.55d	0.74hi
	延迟 4 d	18.60efg	16.18cd	3.83b	2.75cde	3.13gh	4.22e	0.72ij
	延迟 6 d	17.30h	15.22ef	4.04a	2.89ab	2.94ij	3.77gh	0.72ij
	均值	18.66b	15.56b	3.60a	2.776a	3.39c	4.35b	0.78a
04-25	提前 2 d	18.80def	14.20gh	3.26hi	2.73cedf	3.69cde	4.36e	0.84bc
	正常采收	20.40bc	16.42cd	3.30ghi	2.60hij	3.26g	4.98bc	0.79def
	延迟 2 d	23.20a	17.91a	3.40efghi	2.65efghi	3.16gh	5.26a	0.78efg
	延迟 4 d	19.10de	16.36ef	3.62bcde	2.72cdefg	3.05hi	4.52e	0.75ghi
	延迟 6 d	16.40i	15.85i	3.68bcd	2.83abc	2.79j	4.30e	0.77fgh
	均值	19.58a	16.42a	3.45b	2.71b	3.19d	4.53a	0.79a
04-30	提前 2 d	18.10fgh	13.57h	3.12hi	2.53j	4.14b	4.21e	0.79def
	正常采收	19.70bcd	15.39ef	3.32ghi	2.63fghij	3.84c	4.63d	0.79def
	延迟 2 d	20.60b	17.45b	3.42efgh	2.92a	3.67cdef	5.10b	0.85b
	延迟 4 d	17.70gh	14.19gh	3.52defg	2.61ghij	3.26g	4.03f	0.74hi
	延迟 6 d	15.30j	12.306i	3.56cdef	2.58ij	3.16gh	3.47i	0.72ij
	均值	18.28c	14.59c	3.41b	2.65c	3.61b	4.29b	0.78a
F 值	Y	40.892 **	36.939 **	15.924 **	11.103 **	86.42 **	114.509 **	25.533 **
	C	108.826 **	122.626 **	44.03 **	13.052 **	127.27 **	247.015 **	62.781 **
	Y×C	17.673 **	28.368 **	2.538	9.729 **	11.016 **	40.112 **	12.126 **

表 7 不同采收期烤烟上部烟叶的常规化学成分

采收期	总糖含量 (%)	还原糖含量 (%)	烟碱含量 (%)	总氮含量 (%)	淀粉含量 (%)	糖碱比	氮碱比
提前 2 d	17.50d	13.55c	3.26d	2.71b	3.87a	4.16c	0.83a
正常采收	19.28b	15.33b	3.35d	2.61c	3.75b	4.58b	0.78b
延迟 2 d	20.55a	16.82a	3.55c	2.74ab	3.51c	4.74a	0.77b
延迟 4 d	18.65c	15.48b	3.69b	2.70b	3.31d	4.20c	0.73c
延迟 6 d	16.65e	13.81c	3.84a	2.78a	3.02e	3.60d	0.72c

时间品质更好,因此对 4 月 25 日移栽的 5 个采收时间上部烟叶的中性香气物质进行研究,发现 4 月 25 日移栽的不同采收时间处理的烟叶经过烘烤调制后烟叶中性香气物质含量存在显著差异。随着采收时间的推迟,烤烟上部烟叶的各类型香气物质含量及总量均先升高后下降,其中采收时间延迟 2 d

处理的烤烟上部烟叶的中性香气物质含量最高(表 9)。

3 讨论与结论

烟草是对光照、温度、水分等生态因素非常敏感的作物^[12-13]。生态环境严重影响烟叶质量及风

表 8 不同移栽期和采收期烤后上部烟叶的感官品质

因素	水平	评分								
		香气质	香气量	细腻性	浓度	透发性	杂气	劲头	刺激性	余味
移栽期	Y1	6.06d	6.26c	6.16c	6.28c	6.20c	6.12c	6.36c	6.06c	6.24c
	Y2	6.30b	6.38b	6.22b	6.34b	6.26b	6.22b	6.38b	6.18a	6.34b
	Y3	6.38a	6.48a	6.26a	6.40a	6.34a	6.30a	6.48a	6.20a	6.38a
	Y4	6.20b	6.24b	6.22b	6.30c	6.22bc	6.14c	6.24d	6.12b	6.18d
采收期	C1	5.90e	6.05e	6.00d	6.08d	6.00e	5.90e	6.10d	5.90d	6.03d
	C2	6.08d	6.28d	6.10c	6.25c	6.23d	6.08d	6.33c	6.00c	6.23c
	C3	6.35b	6.45b	6.30b	6.48a	6.40a	6.28c	6.43b	6.25b	6.40a
	C4	6.40a	6.50a	6.35a	6.45a	6.35b	6.40a	6.53a	6.28ab	6.43a
	C5	6.45c	6.43c	6.33ab	6.40b	6.30c	6.33b	6.45b	6.31a	6.35b
F 值	Y	110.869 **	167.483 **	14.395 **	56.48 **	18.574 **	90.135 **	265.667 **	28.822 **	83.674 **
	C	239.428 **	350.221 **	164.335 **	468.771 **	95.078 **	444.283 **	620.445 **	165.493 **	216.517 **
	Y × C	3.085 *	22.529 **	7.343 **	38.868 **	3.235 *	13.547 **	21.475 **	2.905 *	7.834 **

格特色的形成,而高成熟度的上部烟叶对气候环境的要求更高^[9]。因此,要生产既符合工业要求又可以突出风格特色的上部烟叶,就必须把合理的气象因素与适宜的栽培措施相结合,在烟草生长发育过程中,通过设置不同的移栽期、采收期调节气象因素,从而生产高质量的上部烟叶。本研究以 4 月 25 日移栽为参照进行分析,发现过早移栽气温偏低,过晚移栽,温度偏高、光照较强,都会对上部烟叶的生长发育产生胁迫,使上部烟叶的叶长、叶宽、叶面积等下降,导致上部烟叶的产量、产值等降低,随着采收期的延迟,烤后上部烟叶的产量、产值、平均单叶重呈现先升高后下降的趋势,而上等烟比例、均价则呈现升高的趋势。综合分析,合适的移栽期和采收期可以优化上部烟叶的组织结构,提高产量、产值、平均单叶重等经济性状。

此外,受气候因素的影响,不同成熟度上部烟叶的内在品质也有很大差别^[15-17]。曾文龙等在龙岩烟区的试验结果显示,烟叶随着移栽时间的延长,其叶片中的总糖、还原糖含量均有所下降^[18]。高真真等在豫中烟区的试验结果显示,随移栽时间的延长,上部烟叶中总糖、还原糖的含量明显增加,这可能与移栽时间的延长使烟草的生育期推迟,总糖、还原糖的积累速度加快有关^[9]。刘德玉等在黑龙江烟区的试验结果表明,随着移栽期的延迟,总糖、总氮、烟碱的含量先升高后下降,还原糖的含量持续升高^[19]。本研究发现,随着移栽期的延迟,烟碱含量逐渐下降,总氮、总糖、还原糖含量先升高后下降,以 4 月 25 日移栽的上部烟叶的糖碱比、氮碱

比最高。随着采收期的延迟,烤后上部烟叶的烟碱含量逐渐升高,淀粉含量逐渐下降,总糖、还原糖含量先升高后下降,这与在豫中烟区、湘南烟区的研究结果^[20-21]有所差异。感官质量是烟叶内在品质的感官体现。薛琳等对皖南烟区的烟叶化学成分与感官品质进行探索,发现烟叶的香气质、香气量和杂气的评分均与总糖、还原糖含量之间存在显著或极显著正相关,总糖、还原糖的含量可以显著促进感官评析得分^[22]。常爱霞等认为,烟碱、总氮与劲头、浓度、刺激性的评分密切相关^[23]。本研究发现随着移栽时间的推迟,感官品质评分指标(如香气质、香气量、杂气、劲头、浓度)呈现先上升后下降的趋势,以 4 月 25 日移栽的上部烟叶的感官评吸得分最高。这与薛琳等的研究结果^[22-23]基本一致,可能是因为延迟移栽期使上部烟叶成熟期均温、积温降低从而影响烟叶的内在化学品质,使上部烟叶的总糖、还原糖含量先上升后降低。此外,采收期与常规化学成分、感官质量关系较移栽期更密切,在适期移栽的条件下,随着采收时间的延迟,上部烟叶感官品吸评分、中性香气物质含量均先升高后下降,这是因为随着采收期的延迟,上部烟叶成熟期积温增加,使烟叶内的大分子物质降解加速,导致香成分、新植二烯的含量升高,当上部烟叶达到过熟状态时,导致香成分转化降解过度,中性香气物质下降,感官评吸质量降低,这与韩富根等的研究结论基本吻合^[24]。

综合烤后上部烟叶的各项品质指标进行分析,发现在陕南烟区移栽期和采收期对上部烟叶的生长发育及品质形成有着重要的影响,对比不同处理

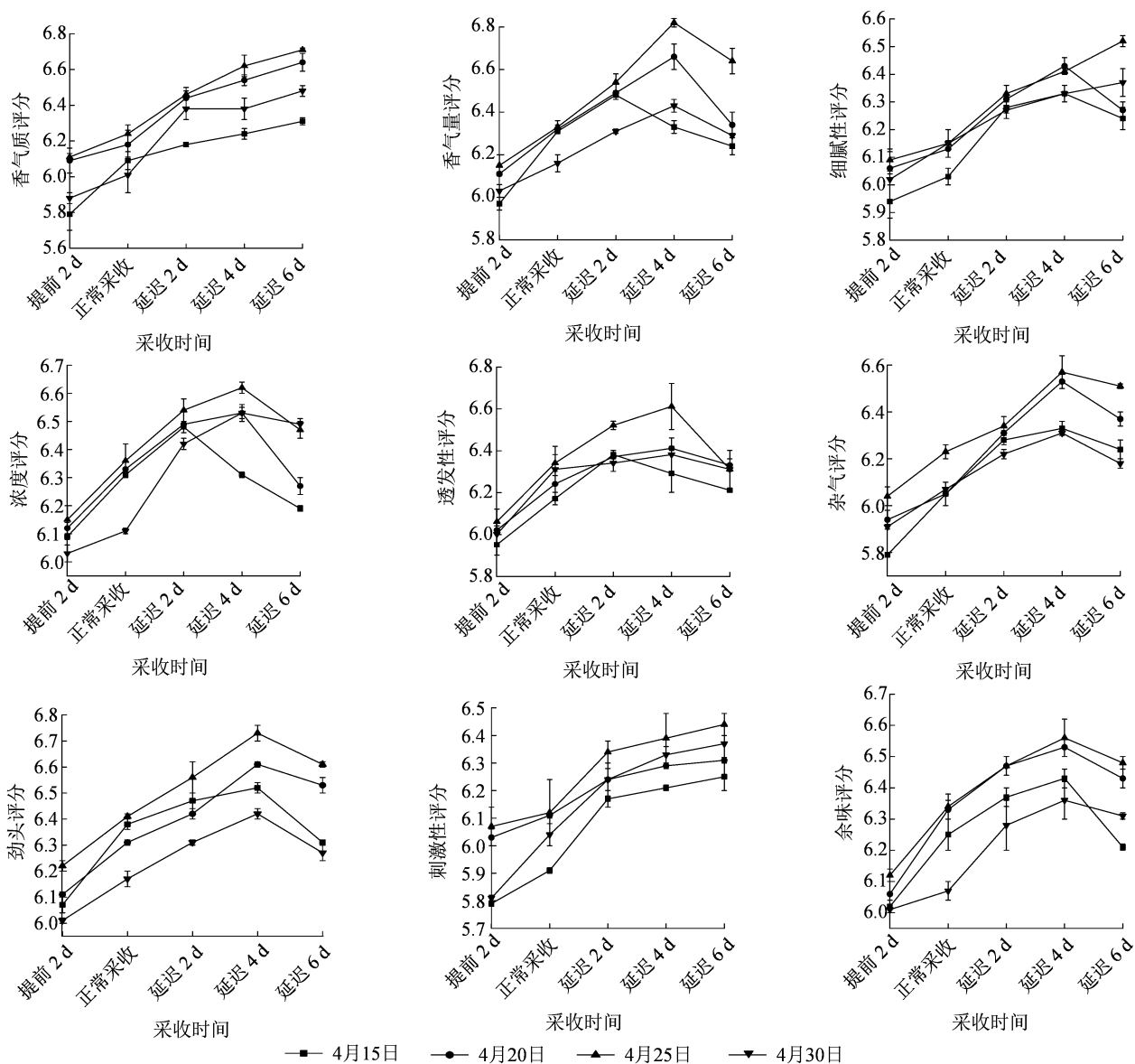


图2 不同移栽期和采收期对烤烟上部烟叶感官质量的影响

的品质指标,在4月25日移栽,延迟2~4 d,上部烟叶落黄70%~79%,主脉变白70%~79%,成熟斑稍多时采收,烤后上部烟叶产量、产值等经济性性状最高,化学成分更协调,中性香气物质充足,刺激性、杂气评分好,香气质、香气量充足,更能满足工业的需求。

参考文献:

- [1]唐远驹,张建平. 上海主要烤烟生产基地质量生态类型的初步划分[J]. 中国烟草科学,2006,27(3):1-5.
- [2]谢秀晴,王汉琼,张东明. 陕西省烤烟品种布局研究[J]. 中国烟草,1995(4):16-18.
- [3]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.
- [4]林跃平,周清明,王业建. 影响烟草生长、产量和品质的因子的研

- 究进展[J]. 作物研究,2006,20(5):490-493.
- [5]侯玉虹,陈传永,郭志强,等. 作物高产群体干物质积累动态模型的构建及生长特性分析[J]. 玉米科学,2008,16(6):90-95.
- [6]蔡宪杰,王信民,尹启生. 成熟度与烟叶质量的量化关系研究[J]. 中国烟草学报,2005,11(4):42-46.
- [7]王寒,林锐锋,彭琛,等. 采收时间对烤烟碳氮代谢关键酶活性和烟叶化学成分的影响[J]. 烟草科技,2013,46(8):79-84,90.
- [8]史宏志,刘国顺. 浓香型特色优质烟叶形成的生态基础[M]. 北京:科学出版社,2016.
- [9]高真真,李建华,杨明坤,等. 移栽期和采收期对豫中烤烟上六片叶经济性性状和品质特性的影响[J]. 河南农业科学,2019,48(10):54-63.
- [10]国家烟草专卖局. 烤烟:GB 2635—1992[S]. 北京:中国标准出版社,1992.
- [11]赵铭钦,于建春,程玉渊,等. 烤烟烟叶成熟度与香气质量的关系[J]. 中国农业大学学报,2005,10(3):10-14.

表 9 不同采收期烤烟上部烟叶的中性香气物质

类型	香气物质	各香气物质含量(mg/g)				
		提前 2d	正常采收	延迟 2 d	延迟 4 d	延迟 6 d
芳香族氨基酸降解产物	苯甲醛	0.18	0.18	0.33	0.27	0.21
	苯甲醇	10.07	9.34	16.77	15.96	10.46
	苯乙醛	3.01	3.76	3.71	3.15	4.35
	苯乙醇	3.25	3.57	5.34	4.80	3.65
	小计	16.51d	16.85d	26.15a	24.18b	18.68c
棕色化反应产物	糠醛	15.01	13.15	16.81	20.34	15.59
	糠醇	0.74	0.55	1.51	1.32	0.62
	2-乙酰基呋喃	—	—	—	—	—
	2-乙酰基吡咯	—	—	—	—	—
	3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮	0.69	0.64	1.68	1.18	0.70
	5-甲基糠醛	0.29	0.22	0.28	0.47	0.31
	2,6-壬二烯醛	0.69	0.84	1.57	0.40	1.22
	小计	17.42c	15.40d	21.83b	23.71a	18.44c
类胡萝卜素降解产物	6-甲基-5-庚烯-2-醇	0.36	0.38	0.38	0.45	0.44
	6-甲基-5-庚烯-2-酮	2.38	2.27	3.00	2.77	2.37
	愈创木酚	1.54	1.47	1.64	1.86	1.72
	芳樟醇	0.70	0.51	1.05	1.01	0.77
	β -大马酮	24.68	25.31	29.59	34.46	29.86
	β -二氢大马酮	12.14	12.11	32.87	23.81	14.33
	异佛尔酮	0.14	—	0.18	0.22	—
	香叶基丙酮	3.03	3.06	5.69	4.30	3.59
	二氢猕猴桃内酯	1.00	0.94	1.79	1.53	1.13
	巨豆三烯酮 1	1.63	1.71	2.50	2.18	1.88
	巨豆三烯酮 2	8.47	9.05	11.70	11.00	9.72
	巨豆三烯酮 3	5.45	5.11	5.36	8.43	5.49
	3-羟基- β -二氢大马酮	1.78	1.94	3.04	2.41	2.14
	巨豆三烯酮 4	8.63	9.67	13.99	11.48	10.72
	螺岩兰草酮	—	—	0.80	—	—
	法尼基丙酮	7.71	7.68	13.88	11.68	8.28
	藏花醛	0.33	0.22	0.48	0.49	0.29
	β -环柠檬醛	0.11	0.10	0.22	0.16	—
类西柏烷类降解产物	小计	80.09d	81.53d	128.17a	118.23b	92.70c
	茄酮	42.23	44.37	56.94	56.22	45.69
叶绿素降解产物	小计	42.23c	44.37bc	56.94a	56.22a	45.69b
	新植二烯	739.46	826.47	1 349.86	955.87	935.29
总计	小计	739.46d	826.47c	1 349.86a	955.87b	935.29b
		895.72d	984.62c	1 582.96a	1 178.21b	1 110.81b

注:同行数据后不同小写字母表示不同采收时间下中性香气物质含量间差异显著($P<0.05$)。

[12]郭月清. 烤烟栽培技术[M]. 北京:金盾出版社,1992.

[13]杨 洋,符云鹏,刘新源,等. 豫西烟区上部叶成熟度与品质形成的关系[J]. 江苏农业科学,2023,51(8):79-85.

[14]张锐新,任天宝,赵 喆,等. 移栽期对五指山雪茄烟品质及主要经济性状的影响[J]. 作物杂志,2018(2):148-153.

[15]李章海,王能如,王东胜,等. 不同生态尺度烟区烤烟香型风格的初步研究[J]. 中国烟草科学,2009,30(5):67-70,76.

[16]张喜峰,张立新,高 梅,等. 不同移栽期对陕南烤烟氮钾含量、光合特性及经济性状的影响[J]. 中国烟草科学,2013,34(4):20-24.

[17]胡永涛,汪代斌,陈益银,等. 不同成熟度鲜烟素质对烤后烟叶品质贡献度的研究[J]. 中国农业科技导报,2023,25(8):157-164.

李 宁,刘 骏,杨志清,等. 施钾量对云南春作马铃薯生长发育及钾素吸收利用的影响[J]. 江苏农业科学,2024,52(6):105-110.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2024.06.014

施钾量对云南春作马铃薯生长发育 及钾素吸收利用的影响

李 宁¹, 刘 骏¹, 杨志清¹, 李鸣凤², 张 炜¹

(1. 云南农业大学农学与生物技术学院, 云南昆明 650201; 2. 武汉生物工程学院, 湖北武汉 430415)

摘要:为明确云南春作马铃薯的适宜钾肥用量,为云南春作马铃薯钾肥合理施用提供理论依据,以云南主栽马铃薯品种青薯9号为试验材料,设置0、120、240、360 kg/hm²等4个钾肥处理,研究不同钾肥用量对云南春作马铃薯生长发育及钾素吸收利用的影响。结果表明,与不施钾肥相比,施用钾肥能够显著增加马铃薯产量,马铃薯平均增产14 270 kg/hm²,平均增产率为43.1%,其中360 kg/hm²处理下的产量最高,但与240 kg/hm²处理相比没有显著差异;同时,施用钾肥能够显著提高大薯率,与不施钾肥相比,大薯率平均提高36.19%,中薯率、小薯率分别降低29.16%、45.17%。施用钾肥能促进马铃薯植株生长,整个生育期株高、茎粗分别平均提高13.06%、17.78%;施用钾肥能显著增加马铃薯整个生育期各器官的干重、钾含量及钾积累量,整个生育期马铃薯全株干重、钾素积累量平均分别增加32.80%、81.55%;施用钾肥促进了马铃薯干物质、钾素向块茎转运,在240 kg/hm²用量下,马铃薯块茎干物质、钾素分配比最大,分别为70.68%、64.92%。然而,随着钾肥施用量的增加,钾肥利用率降低。综合考虑钾肥利用效率,云南春作马铃薯钾肥用量以240 kg/hm²为宜。

关键词:春作马铃薯;生长发育;钾素吸收利用;云南;施钾量

中图分类号:S532.06 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2024)06-0105-06

马铃薯是茄科一年生草本块茎作物^[1],具有适应性广、抗逆性强、丰产性好、淀粉产量大等特点,是中国主要的蔬菜和粮食兼用作物^[2]。马铃薯作为云南省重要的农作物,播种面积为4.74 × 10⁵ hm²,种植面积仅次于玉米、水稻^[3-4]。云南省

地形多为山地、丘陵,约占全省面积的94%^[5]。云南省独特的地形和气候条件,使其在全国范围内具有周年生产的优势^[6]。云南省是马铃薯生产大省,按生产季节分为云南大春、小春、秋作及冬作马铃薯;云南春作马铃薯产量占全年马铃薯产量的60%以上,是全年马铃薯播种的主要模式^[7]。马铃薯产量和品质主要受品种特性、外部环境等因素的影响,其中肥料是影响最大的因素之一^[8]。因此,合理施肥是提高马铃薯产量的重要途径^[9]。

钾是植物生命活动必需的大量元素之一,对植物的生长发育有着不可替代的作用,植物体内酶活化、渗透调节、蛋白质合成及同化产物转运等过程中都有钾的参与^[10-11]。马铃薯对土壤中的钾元素十分敏感,是典型的喜钾植物^[12]。前人研究发现,

收稿日期:2023-08-20

基金项目:云南省基础研究计划(编号:202101AU070098);云南农业大学科研启动基金(编号:KY2022-01)。

作者简介:李 宁(1997—),男,山东潍坊人,硕士研究生,主要从事马铃薯施肥与品质研究,E-mail:157279793@qq.com;共同第一作者:刘 骏(2000—),男,湖北宜昌人,硕士研究生,主要从事作物生理生态研究,E-mail:1500578619@qq.com。

通信作者:张 炜,博士,讲师,主要从事作物养分管理研究。E-mail:ynauzw@126.com。

[18]曾文龙,陈爱国,周道金,等. 移栽期对烤烟品质及香气前体物含量的影响[J]. 江西农业学报,2020,32(12):94-99.

[19]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.

[20]杨明坤,李建华,刘扣珠,等. 豫中上六片烤烟不同采收期对烤后烟叶品质的影响[J]. 中国农业科技导报,2020,22(12):163-171.

[21]张冰濯,段卫东,张明刚,等. 湘南烟区烤烟上部6片叶采收期

对烟叶产质量的影响[J]. 烟草科技,2020,53(12):16-26.

[22]薛 琳,朱启法,季学军,等. 皖南烤烟烟叶化学成分与感官品质的相关性[J]. 烟草科技,2016,49(11):26-32.

[23]常爱霞,杜咏梅,付秋娟,等. 烤烟主要化学成分与感官质量的相关性分析[J]. 中国烟草科学,2009,30(6):9-12.

[24]韩富根,彭丽丽,马永建,等. 不同采收成熟度对烤烟香气质量的影响[J]. 土壤,2010,42(1):65-70.