

不同播期与移栽方式对烤烟生长发育与品质的影响

张学伟¹, 邵兰军¹, 程图艺¹, 魏秋兰², 邓世媛², 王维^{2*}

(1. 广东中烟工业有限责任公司, 广东广州 510610; 2. 华南农业大学烟草研究室, 广东广州 510642)

摘要 [目的]为探索不同播期与移栽方式对烤烟生长发育及产质量的影响。[方法]设置不同播期与移栽方式,分析了烟株的农艺性状及经济指标,并通过赋值法探究烤后烟叶化学品质协调性及烟叶外观质量。[结果]随着播期的推迟,烟株的大田生育期缩短,中山试验区11月25日及永平11月30日播期的膜下移栽组合处理成熟期农艺性状、干物质积累量、经济性状及外观质量最优。烟叶化学品质受播期及移栽方式的影响,随着移栽期的推迟,总糖和还原糖呈先上升后下降的趋势,淀粉含量、总氮含量和烟碱含量逐渐下降,而钾含量和氯含量则增加;膜下移栽处理提高了总糖和还原糖含量,降低了烟叶淀粉含量。[结论]中山试验区11月25日播期及永平11月30日播期的膜下移栽处理下烤烟化学成分协调性及外观质量指数综合评分较高,烟叶品质较好。

关键词 烤烟;播期;移栽方式;生长发育;品质

中图分类号 S572 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)20-0023-06

Effects of Sowing Date and Transplanting Method on Growth and Quality of Flue-cured Tobacco

ZHANG Xue-wei, SHAO Lan-jun, CHENG Tu-yi et al (China Tobacco Guangdong Industrial Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510610)

Abstract [Objective] To explore different sowing dates and transplanting methods on the effects of flue-cured tobacco growth and quality. [Method] Different sowing dates and transplanting modes were designed. The agronomic traits and economic indicators of tobacco plant were analyzed. And the coordination chemistry quality and appearance quality of flue-cured tobacco were explored by the assignment method. [Result] With the delaying of sowing date, the growth period in the field of tobacco were shorter. The agronomic traits, the accumulation of dry matter and the economic characters as well as the appearance quality optimal of flue-cured tobacco were best under the experimental condition of sowing on November 25 under plastic film mulching in Zhongshan and sowing on November 30 under plastic film mulching in Yongping. The chemical quality of flue-cured tobacco was affected by sowing date and transplanting mode. As the transplanting period delayed, total sugar and reducing sugar firstly enhanced and then reduced. Starch content, total nitrogen and nicotine content decreased gradually, but the content of potassium and chlorine content increased. The treatment of under plastic film mulching increased the contents of total sugar and reducing sugar, and decreased the content of starch. [Conclusion] The chemical components harmony index and appearance quality indexes were higher under the treatments of sowing on November 25 under plastic film mulching in Zhongshan and sowing on November 30 under plastic film mulching in Yongping.

Key words Flue-cured tobacco; Sowing date; Transplanting method; Growth and development; Quality

播期和移栽方式是烤烟种植过程中重要的栽培措施,其实质就是通过播期与移栽方式的改变以达到改变烟株前期的生长环境,影响烤烟大田生育进程、干物质积累及生理代谢,以达到提高烟叶产量、改善烤后烟叶外观质量和化学品质^[1-4]。南方烟区由于气候影响,在植烤烟生长前期低温寡照,后期高温多雨,高温高湿容易造成病害发生,对烟株前期的生长发育、后期的成熟落黄、烟株外观质量及内在化学品质均有不良影响。为此,我国烟叶研究者研究了大量通过栽培措施改善烟株前期生长环境、减轻前期低温危害的影响^[5-10]。目前行业内研究主要集中在单一的播期或移栽方式对烤烟生长发育与产质量的影响,关于结合播期和移栽方式对烤烟生长发育与产质量的研究则比较少见。福建武平

作为我国优质的烟叶产区,在烤烟种植过程中同样存在前期低温寡照,后期高温多雨的问题。鉴于此,笔者结合福建武平烟区海拔高度相差较大,气候差别较大的环境特征,选取南部烟区代表的中山镇和北部烟区代表永平镇作为试验地点,通过分析不同播期与移栽方式对烤烟生育进程、经济性状、化学及外观品质的影响,来明确适宜福建武平产区的播期和移栽方式。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于2014年11月—2015年6月在福建武平中山镇和永平镇进行。选择地面平整田块进行试验,前茬作物为水稻,土壤类型为砂壤土,土壤的基本理化性状见表1。

表1 土壤基本理化性状

Table 1 Basic physical and chemical characters of soil

试验地点 Test site	土壤类型 Soil type	pH	有机质 Organic matter g/kg	全氮 Total nitrogen g/kg	全磷 Total phosphorus mg/kg	全钾 Total potassium g/kg	碱解氮 Available nitrogen mg/kg	速效磷 Rapidly available phosphorus mg/kg	速效钾 Rapidly available potassium mg/kg
中山镇 Zhongshan Town	砂壤土	5.46	32.35	1.75	439.25	2.51	109.35	52.44	199.36
永平镇 Yongping Town	砂壤土	5.53	31.06	1.66	403.85	2.45	102.26	43.42	195.42

基金项目 广东中烟工业有限责任公司基金项目(15XM-QK[2014]-002)。

作者简介 张学伟(1985—),男,河南许昌人,硕士,从事基地单元管理和烟叶调拨工作。*通讯作者,副教授,博士,从事烟草栽培研究。

收稿日期 2018-04-03

1.2 供试材料 供试品种为云烟87。

1.3 试验设计 试验采用随机区组设计,设计3个不同的播期(表2),膜上移栽B₁(先起垄盖膜,后移栽)与膜下移栽B₂(移栽完成后盖再地膜,烟株顶膜或温度高于23℃时掏苗)2

种移栽方式,共6个处理,每个处理设置3个重复,共18个小区,每个小区种植300株烤烟,在小区四周设置保护行,田间管理及烘烤分级措施均按照当地生产标准执行。

表2 不同处理播期比较

Table 2 Comparison of different sowing dates in different treatments

试验地点 Test site	早播 Early sowing (A ₁)	中播 Middle sowing (A ₂)	晚播 Late sowing (A ₃)
中山镇 Zhongshan Town	11-13	11-23	12-03
永平镇 Yongping Town	11-18	11-28	12-08

1.4 测定项目及方法

1.4.1 农艺性状及生育期调查。测定各处理成熟期烟株农艺性状烤烟,每个处理选取长势相近的10株烤烟进行烟株农艺性状的测定,成熟期的农艺性状调查按照《YC/T 142—1998》(1998)标准执行,并对各处理烤烟的生育期的起始日期及天数进行记录。

1.4.2 主要化学成分测定。对各处理烤后烟叶上桔二(C2F)和中桔三(C3F)进行烤后烟叶常规化学成分测定。采用蒽酮比色法测定溶性总糖和淀粉^[11];采用凯氏定氮法测定总氮^[12];采用3,5-水杨酸比色法和分光光度法测定还原糖和烟碱^[11-12];采用火焰光度法测定钾含量^[13];采用莫尔法测定氯^[13]。

1.4.3 外观质量评价与烤后烟叶经济性状。每个处理烤后烟叶按国家烤烟分级标准(GB2635-92)进行分级,烟叶价格以当地当年烟叶收购价格为准,对各处理的产量、产值、上等烟比例、中上等烟比例进行统计分析。对烤后烟叶C3F、B2F进行感官质量评价与外观质量评价,由广东中烟组织专家依据《YC/T 138—1998》《GB 5606.4—2005》《GB2635—92》进行评价。

1.5 数据处理和统计分析

1.5.1 化学成分协调性指数。参照王彦亭等^[14]对烤烟化学品质的评定方法,采用指数和法来确定各处理烤烟内在化学成分协调指数(chemical components harmony index, CHI):

$CHI = \sum N_i W_i$,式中, N_i 表示为第*i*各化学成分指标隶属值, W_i 表示为第*i*个化学成分指标权重。各指标的权重系数用主成分分析方法确定。

1.5.2 外观质量指数。根据广东中烟工业有限责任公司外观质量评价标准,确定外观质量各评价指标的权重,成熟度、颜色、身份、油分、叶片结构及色度指标的权重分别为0.30、0.10、0.15、0.20、0.15和0.10,通过指数和法确定烟叶外观指数AQI(Appearance Quality Indexes)计算公式: $AQI = \sum_{i=1}^n A_i \times B_j \times 10$,其中 A_i 为外观质量评价指标的权重, B_j 为外观质量评价指标分值。

1.5.3 数据分析。采用Microsoft Excel 2013进行数据处理和作图,采用DPS及SPSS Statistics 21进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 播期与移栽方式对生育期及农艺性状的影响由表3可知,播期越晚处理烟株的大田生育期越短,其中对伸根期与还苗期生育期缩短较为明显,这可能是晚播处理烟苗移栽时生长温度与积温较高,有利于烟苗早生快发。在移栽方式相同的情况下,永平试验区膜上移栽处理与膜下移栽处理A₃还苗期天数相比A₁分别缩短了4和2d,伸根期分别减少了6、2d;而在播期一致的情况下,膜下移栽方式有效减少了烤烟大田生育期的时间,在早播的情况下对烤烟大田生育期的影响更明显。2个试验区各处理间变化趋势一致。

由表4可知,试验区各处理烟株的成熟期农艺性状均表现为晚播优于早播、膜下移栽优于膜上移栽。在膜上移栽的情况下,永平试验区晚播处理的株高、茎围、叶片数及最大叶面积表现均优于其他处理,并且差异显著,其中A₃处理比A₁处理株高高12.56cm,叶片数多1.7片;在播期一致条件下,膜上移栽各项农艺性状指标整体与膜下移栽相比较差,以A₁处理为例,B₂处理烤烟株高比B₁处理高4.66cm,茎围与叶片数分别高出1.32cm与1.6,B₂处理最大叶面积均高于B₁处理,且差异性显著;2个试验区各处理间变化趋势一致。

表3 播期与移栽方式对大田生育期的影响

Table 3 Effects of different treatments on the growth duration after transplant

地点 Test site	处理编号 Treatment code	移栽时间 Transplanting date	团棵期 Rosette stage	现蕾期 Squaring stage	脚叶成熟期 Mature stage of bottom leaves	顶叶成熟期 Mature stage of top leaves	还苗期 Seedling-returning stage//d	伸根期 Root extending stage/d	旺长期 Vigorous growth stage//d	成熟期 Mature stage/d	大田生育期 Field growth stage/d
中山镇 Zhongshan Town	A ₁ B ₁	01-13	03-09	04-15	05-14	06-19	12	43	37	65	155
	A ₁ B ₂	01-13	03-02	04-07	05-13	06-12	9	39	36	65	148
	A ₂ B ₁	01-21	03-12	04-16	05-14	06-19	10	40	35	64	147
	A ₂ B ₂	01-21	03-09	04-14	05-14	06-17	8	39	36	64	145
	A ₃ B ₁	01-30	03-16	04-20	05-17	06-22	8	37	35	63	141
永平镇 Yongping Town	A ₃ B ₂	01-30	03-15	04-19	05-17	06-22	7	37	35	64	141
	A ₁ B ₁	01-19	03-13	04-20	05-18	06-23	13	40	38	64	157
	A ₁ B ₂	01-19	03-07	04-13	05-18	06-17	10	37	37	65	151
	A ₂ B ₁	01-26	03-15	04-20	05-19	06-23	10	38	36	63	150
	A ₂ B ₂	01-26	03-13	04-18	05-19	06-20	9	37	36	65	147
	A ₃ B ₁	02-03	03-22	04-26	05-17	06-25	9	38	35	61	144
	A ₃ B ₂	02-03	03-20	04-24	05-17	06-23	8	37	35	63	142

注:采用Duncan's分析数据;同列数据后不同小写字母表示处理间达在0.05水平差异显著

Note: Data were analyzed by Duncan's. Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

表 4 不同处理对成熟期农艺性状的影响

Table 4 Effects of different treatments on the agronomic characters of mature stage

试验地点 Test sites	处理编号 Treatment code	株高 Plant height cm	茎围 Stem girth cm	叶片数 Leaf number 片	最大叶面积 The maximum leaf area//cm ²		
					上部叶 Upper leaves	中部叶 Middle leaves	下部叶 Lower leaves
					中山镇 Zhongshan Town	A ₁ B ₁	94.27±6.37 d
永平镇 Yongping Town	A ₁ B ₂	98.93±8.89 c	9.97±0.35 ab	18.3±1.31 ab	989.62±7.68 ab	1 545.95±103.16 ab	1 567.94±142.11 ab
	A ₂ B ₁	103.70±10.03 b	9.61±0.28 ab	18.6±1.57 ab	1 009.23±54.20 ab	1 512.56±108.80 ab	1 629.04±139.07 ab
	A ₂ B ₂	111.61±10.21 a	10.65±0.79 a	19.3±1.88 a	1 136.66±44.97 a	1 697.48±119.49 a	1 684.13±131.40 a
永平镇 Yongping Town	A ₃ A ₁	106.83±5.89 ab	10.02±0.69 a	18.4±1.33 ab	963.99±36.14 bc	1 537.87±150.33 ab	1 626.53±139.93 ab
	A ₃ B ₂	109.57±8.60 ab	10.32±0.63 a	19.0±1.57 a	1 114.80±79.28 a	1 672.80±135.48 a	1 721.30±124.09 a
	A ₁ B ₁	92.33±5.27 d	7.98±0.62 b	17.0±0.93 c	840.09±68.72 c	1 365.18±108.24 b	1 394.40±109.25 b
永平镇 Yongping Town	A ₁ B ₂	96.10±8.10 c	8.66±0.41 ab	18.4±1.51 ab	1 003.39±80.44 ab	1 490.49±113.30 ab	1 531.85±113.40 ab
	A ₂ B ₁	102.12±7.18 b	9.42±0.37 ab	18.0±1.80 ab	1 069.75±90.53 ab	1 522.40±128.62 ab	1 586.28±100.66 ab
	A ₂ B ₂	107.98±7.09 a	9.50±0.55 a	19.4±1.72 a	1 100.80±60.07 a	1 702.11±140.33 a	1 640.22±130.83 a
永平镇 Yongping Town	A ₃ B ₁	105.71±5.07 ab	9.92±0.39 a	18.1±1.33 ab	994.47±89.63 bc	1 551.39±129.50 ab	1 592.27±108.90 ab
	A ₃ B ₂	107.30±5.66 ab	10.06±0.58 a	19.2±1.04 a	1 107.16±86.48 a	1 650.10±118.38 a	1 686.87±143.15 a

注: 同列数据后不同小写字母表示处理间达在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.2 播期与移栽方式对成熟期干物质积累量的影响 作为反映烟株生长状况的重要指标之一, 干物质积累量的多少反映了植株生长状况的好坏。由图 1 可知, 中山试验区各处理干物质积累量由大到小依次为中部叶、上部叶次之、下部叶最小。随着播期的推迟, 各部位及整株干物质积累量呈先上升后下降的趋势。在播期相同的条件下, 膜下移栽各部位及

整株的干物质积累量均高于膜上移栽, 其中中山试验区在不同播期下整株干物质积累量分别高出膜上处理 18.51、18.52 与 10.17 g。随着播期推迟, 移栽方式对烤烟干物重的影响有所减小, 这可能是推迟播期后期温度较高, 移栽方式对烟株保温效果不明显。永平试验区各处理干物质积累量的变化趋势与中山试验区类似。

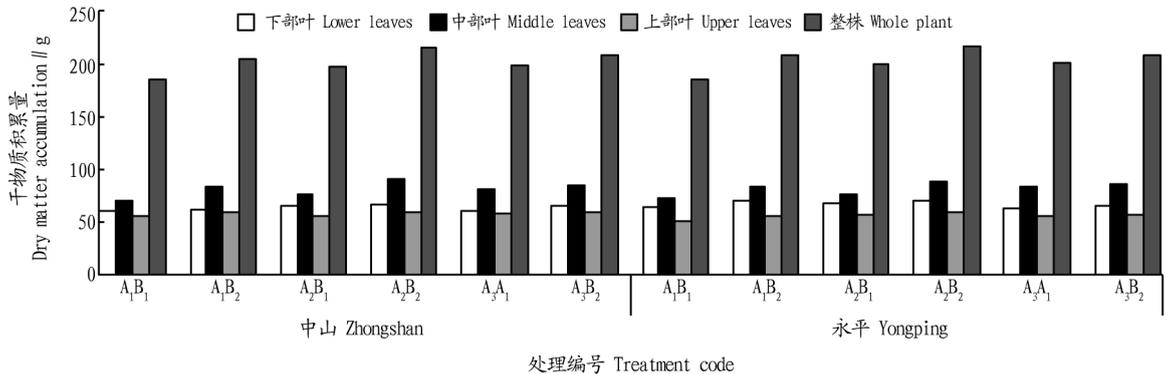


图 1 不同处理对成熟期干物质积累量的影响

Fig.1 Effects of different treatments on the dry matter accumulation of mature stage

2.3 播期与移栽方式对经济性状的影响 由表 5 可知, 各试验区的经济性状指标随着播期推迟表现为先升后降趋势, 其中中山产区 A₂B₂ 处理的产量与产值均显著高于其他处理, 分别为 2 678.51 kg/hm² 及 66 694.90 元/hm², A₁B₁ 处理表现最差, 分别为 2 284.67 kg/hm² 与 47 932.38 元/hm², 均价和中上等烟比例也以 A₂B₂ 处理最高, A₁B₁ 处理最差, 其中 A₂B₂ 处理的均价达 24.90 元/kg, 上等烟比例达 49.33%。在相同播期条件下, 膜下移栽处理产量、产值、均价、中上等烟均高于膜上移栽处理, 在 3 个相同的播期下膜下移栽处理比膜上移栽处理产量分别提高了 282.39、220.01、134.06 kg/hm², 产值分别高出 B₁ 处理 13 088.52、10 035.55、4 918.65 元/hm²。永平地区烤烟经济指标变化趋势与中山一致, 产量、产值、均价、上等烟比例及中上等烟比例均以 A₂B₂ 和 A₃B₂ 处理最高。

2.4 播期与移栽方式对烤后烟叶常规化学成分的影响 烟叶常规化学成分烤烟风格特征和呼吸质量主要决定因素。目前行业研究表面优质烤烟化学成分的适宜质量分数范围为: 总烟碱 1.5%~3.5%, 总氮 1.5%~3.5%, 还原糖 16%~25%, 钾离子>2.0%, 氯离子 0.3%~0.8%, 氮碱比≤1, 糖碱比 8~12, 钾氯比≥4。由表 6 可知, 不同试验区各处理的烤后烟叶 C3F、B2F 的常规化学成分存在显著差异, 烤后烟叶 B2F、C3F 常规化学成分变化趋势一致。在移栽方式一样的条件下, 随着播期的延长, 总糖与还原糖含量呈现先上升后下降的趋势。以 A₂ 处理为例, 总糖与还原糖含量以 A₂B₂ 处理的最高, A₁B₂ 和 A₃B₂ 处理次之; 淀粉含量以 A₃B₁ 处理最高, A₁B₂ 处理最低, 整体表现为随着播期推迟逐渐增多; 各处理总氮与烟碱含量在相同移栽方式条件下, 均表现为 A₁>A₂>A₃, 各处理烟碱与总氮含量均在适宜范围内; B2F、C3F 钾与

氯含量变化规律一致,以 A₃B₂ 处理含量最高,其次是 A₂B₂ 和 A₃B₁ 处理,A₁B₁ 处理含量最低,随着播期推迟含量增加。在播期一致的情况下,B₂ 处理还原糖和总糖含量均高于 B₁ 处理,而理淀粉含量均低于 B₁ 处理,说明膜下移栽可以有效降低烤后烟叶淀粉含量,提高总糖与还原糖含量,膜下移栽

处理烤后烟叶钾含量均高于膜上移栽处理;A₂B₂ 处理糖碱比最高,早播处理糖碱比偏低,且膜下移栽处理糖碱比高于膜上移栽;一般认为氮碱比 0.95~1.05 的烟叶氮碱比协调最优,综合 B2F 和 C3F 各处理表现最优为 A₂B₂。

表 5 不同处理对烤烟经济性状的影响

Table 5 Effects of different treatments on the economic characters of flue-cured tobacco

试验地点 Test sites	处理编号 Treatment code	产量 Yield kg/hm ²	产值 Output value 元/hm ²	均价 Average price 元/kg	上等烟比例 Proportion of superior tobacco//%	中上等烟比例 Proportion of middle and superior tobacco//%
中山	A ₁ B ₁	2 284.67±27.54 d	47 932.38±124.22 d	20.98±0.34 c	35.00±1.22 c	84.55±1.56 b
Zhongshan	A ₁ B ₂	2 567.06±33.49 b	61 020.90±120.42 b	23.77±0.87 ab	46.90±1.14 b	91.34±2.36 a
	A ₂ B ₁	2 458.50±44.23 c	56 659.35±89.43 c	23.05±0.68 b	45.52±0.98 b	91.22±1.43 a
	A ₂ B ₂	2 678.51±17.65 a	66 694.90±108.60 a	24.90±0.21 a	49.67±1.30 a	93.19±2.04 a
	A ₃ B ₁	2 442.69±40.20 c	55 396.83±110.64 c	22.68±0.34 b	46.29±0.97 b	86.09±1.78 b
	A ₃ B ₂	2 576.75±28.86 b	60 315.48±105.78 b	23.41±0.52 ab	47.34±1.23 b	89.88±1.92 a
永平 Yongping	A ₁ B ₁	2 113.38±67.87 c	44 750.20±84.48 c	21.17±0.61 b	39.55±0.33 c	85.47±0.51 c
	A ₁ B ₂	2 542.38±38.20 b	60 921.16±153.8 b	23.96±0.09 a	47.67±0.09 ab	92.22±0.45 a
	A ₂ B ₁	2 663.38±27.44 ab	62 076.58±86.54 b	23.31±0.46 ab	46.19±0.88 ab	92.49±1.64 a
	A ₂ B ₂	2 791.94±61.16 a	67 819.26±88.21 a	24.29±0.63 a	48.22±0.24 a	93.67±0.17 a
	A ₃ B ₁	2 624.88±24.52 ab	59 775.19±101.32 b	22.77±0.29 ab	43.64±0.09 b	88.55±0.37 b
	A ₃ B ₂	2 773.75±29.64 a	66 906.26±71.18 a	24.11±0.22 a	46.44±0.28 ab	93.26±0.64 a

注:同列数据后不同小写字母表示处理间达在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

表 6 不同处理对烤后烟叶常规化学成分的影响

Table 6 Effects of different treatments on the conventional chemical compositions of tobacco

等级 Grade	试验地点 Test sites	处理编号 Treatment code	总糖 Total sugar %	还原糖 Reducing sugar %	淀粉 Starch %	全氮 Total nitrogen %	烟碱 Nicotine %	钾 Potassium %	氯 Chlorine %	糖碱比 Sugar- alkali ratio	氮碱比 Nitrogen- alkali ratio	钾氯比 Potassium- chloride ratio	
B2F	中山	A ₁ B ₁	21.26±1.46 b	18.40±1.27 b	4.48±0.38 ab	2.66±0.10 a	3.22±0.14 a	1.93±0.08 ab	0.25±0.01 c	6.11	0.88	7.68	
		A ₁ B ₂	21.37±0.88 b	19.06±0.99 a	4.19±0.26 ab	2.54±0.11 a	3.00±0.20 a	2.15±0.13 ab	0.27±0.02 b	6.75	0.85	7.95	
		A ₂ B ₁	22.27±0.98 a	18.91±0.67 a	4.74±0.28 a	2.29±0.09 a	2.69±0.17 ab	2.16±0.04 ab	0.29±0.02 b	6.59	0.79	7.72	
		A ₂ B ₂	22.99±1.43 a	19.88±0.48 a	4.26±0.42 ab	2.38±0.16 a	2.80±0.21 ab	2.31±0.11 a	0.31±0.02 b	7.23	0.86	7.35	
		A ₃ B ₁	19.30±1.38 c	17.77±0.62 c	4.87±0.17 a	1.88±0.21 ab	2.59±0.09 b	2.20±0.20 a	0.30±0.03 b	6.88	0.72	7.24	
	永平	A ₃ B ₂	19.97±0.81 c	17.83±1.42 c	4.74±0.17 a	2.04±0.18 b	2.65±0.11 b	2.59±0.18 a	0.36±0.03 a	6.75	0.76	7.17	
		A ₁ B ₁	20.76±1.03 bc	17.64±0.31 c	4.72±0.13 ab	2.44±0.11 a	3.12±0.04 ab	1.78±0.08 ab	0.23±0.02 c	5.68	0.78	7.74	
		A ₁ B ₂	21.23±0.95 b	19.97±0.84 b	4.59±0.38 ab	2.64±0.17 a	2.89±0.13 b	2.01±0.22 a	0.26±0.04 b	6.72	0.91	7.71	
		A ₂ B ₁	22.38±0.78 a	17.83±1.36 c	5.01±0.63 a	2.28±0.24 b	2.70±0.20 ab	1.97±0.19 a	0.30±0.03 a	6.63	0.84	7.45	
		A ₂ B ₂	22.80±1.80 a	20.06±0.85 a	4.68±0.25 ab	2.15±0.22 a	2.73±0.07 ab	2.27±0.14 a	0.30±0.01 a	7.38	0.92	7.50	
	C3F	中山	A ₃ B ₁	19.60±2.03 c	16.85±0.78 c	5.27±0.12 a	2.24±0.08 b	2.54±0.09 a	2.16±0.20 a	0.29±0.02 a	6.66	0.84	7.32
			A ₃ B ₂	20.39±1.12 b	17.88±1.04 c	5.16±0.57 a	2.08±0.07 b	2.63±0.11 ab	2.42±0.07 a	0.33±0.01 a	6.82	0.84	7.38
			A ₁ B ₁	20.90±0.97 c	18.29±0.64 bc	4.14±0.52 b	2.29±0.16 a	2.64±0.10 ab	2.15±0.13 b	0.30±0.02 b	6.95	0.86	7.41
			A ₁ B ₂	22.14±1.76 b	19.33±1.12 b	3.95±0.17 c	2.36±0.28 a	2.67±0.12 ab	2.40±0.07 ab	0.31±0.01 b	7.27	0.88	7.88
			A ₂ B ₁	22.65±0.89 ab	19.11±1.12 b	4.65±0.18 ab	2.23±0.30 b	2.48±0.07 ab	2.23±0.15 ab	0.32±0.01 b	7.73	0.90	7.45
永平	A ₂ B ₂	22.87±0.85 a	20.19±0.83 a	4.37±0.55 b	2.28±0.09 ab	2.53±0.22 a	2.48±0.05 ab	0.34±0.03 b	7.84	0.91	7.62		
	A ₃ B ₁	19.72±1.33 d	17.96±0.92 c	5.03±0.16 a	1.99±0.21 b	2.27±0.04 a	2.55±0.17 ab	0.37±0.01 a	7.94	0.87	6.88		
	A ₃ B ₂	20.60±0.74 c	18.78±0.42 bc	4.86±0.42 a	2.12±0.05 b	2.38±0.15 a	2.81±0.06 a	0.39±0.02 a	7.93	0.89	7.20		
	A ₁ B ₁	20.30±0.74 c	17.91±0.77 b	4.25±0.17 bc	2.32±0.12 a	2.79±0.08 b	2.31±0.18 bc	0.30±0.02 b	6.44	0.83	7.64		
	A ₁ B ₂	22.14±1.53 a	19.05±0.93 a	3.99±0.21 c	2.47±0.08 a	2.74±0.30 b	2.37±0.26 abc	0.30±0.01 b	6.98	0.90	7.81		
	A ₂ B ₁	22.45±2.04 a	19.43±0.83 ab	4.52±0.28 b	2.27±0.18 a	2.62±0.15 ab	2.39±0.08 bc	0.31±0.01 b	7.44	0.86	7.55		
	A ₂ B ₂	22.81±1.07 a	20.33±0.65 a	4.47±0.38 b	2.36±0.29 a	2.58±0.17 ab	2.44±0.16 bc	0.32±0.02 b	7.91	0.91	7.61		
	A ₃ B ₁	19.93±1.03 c	18.25±1.34 bc	5.18±0.31 a	1.94±0.31 b	2.32±0.11 a	2.59±0.09 b	0.36±0.04 a	7.85	0.83	7.28		
	A ₃ B ₂	21.15±2.04 b	18.88±1.19 bc	4.98±0.44 ab	2.08±0.07 b	2.39±0.27 ab	2.81±0.31 a	0.38±0.02 a	7.84	0.87	7.42		

注:同列数据后不同小写字母表示处理间达在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.5 播期与移栽方式对烤烟化学成分协调性影响 由表 7 可知,不同试验区 C3F 与 B2F 化学成分协调指数表现一致,其中 A₂B₂ 处理协调性最好,分数均在 90 以上,两试验区 C3F 协调性总分以 A₂B₂ 处理最高,分别为 93.73 和 93.09, A₁B₁

处理最低,分别为 88.10 和 85.04。晚播处理全氮、烟碱、钾及糖碱比协调指数高于早播处理,但是播期过迟导致还原糖、淀粉、氮碱比及钾氯比指数较低,膜下移栽处理化学成分协调指数优于膜上处理。

表 7 不同处理对烤烟化学成分协调性影响

Table 7 Effects of different treatments on the coordination of chemical components of flue-cured tobacco

等级 Grade	试验地点 Test sites	处理编号 Treatment code	还原糖 Reducing sugar	淀粉 Starch	全氮 Total nitrogen	烟碱 Nicotine	钾 Potassium	糖碱比 Sugar-alkali ratio	氮碱比 Nitrogen-alkali ratio	钾氯比 Potassium-chloride ratio	总分 Total score	
B2F	中山	A ₁ B ₁	14.00	5.48	7.79	9.16	5.84	15.24	8.25	8.15	73.91	
		A ₁ B ₂	14.00	5.89	7.95	12.98	6.67	15.42	8.31	8.88	80.10	
		A ₂ B ₁	14.00	5.14	9.00	15.66	6.71	17.21	7.60	7.17	82.49	
		A ₂ B ₂	14.00	5.79	9.00	17.00	7.28	19.79	9.05	8.26	90.17	
		A ₃ B ₁	13.64	4.91	7.83	16.89	6.86	15.38	6.06	6.96	78.53	
		A ₃ B ₂	13.73	5.09	9.00	17.00	8.00	17.89	6.99	7.75	85.45	
	永平	A ₁ B ₁	13.43	5.10	8.57	11.79	5.27	13.48	8.30	8.29	74.23	
		A ₁ B ₂	14.00	5.31	9.00	15.47	6.14	17.69	10.20	8.21	86.02	
		A ₂ B ₁	14.00	4.65	9.00	16.91	5.99	17.36	8.66	7.53	84.10	
		A ₂ B ₂	14.00	5.16	8.92	17.00	7.13	20.34	10.39	7.66	90.60	
		A ₃ B ₁	12.19	4.19	9.00	16.88	6.71	17.51	8.70	7.15	82.33	
		A ₃ B ₂	14.00	4.38	9.00	17.00	7.70	18.09	8.82	7.32	86.31	
	C3F	中山	A ₁ B ₁	14.00	5.98	9.00	16.78	7.05	18.71	9.19	7.39	88.10
			A ₁ B ₂	14.00	6.29	9.00	17.00	7.62	20.01	9.55	8.67	92.14
			A ₂ B ₁	14.00	5.19	8.87	16.88	6.98	21.84	8.88	7.51	90.15
			A ₂ B ₂	14.00	5.66	9.00	17.00	7.92	22.26	9.91	7.98	93.73
			A ₃ B ₁	13.94	4.59	8.82	16.91	8.00	22.78	9.36	6.00	90.40
			A ₃ B ₂	14.00	4.90	9.00	17.00	8.00	22.69	9.70	6.85	92.14
永平		A ₁ B ₁	13.86	5.82	8.98	16.09	7.28	16.61	8.39	8.01	85.04	
		A ₁ B ₂	14.00	6.26	9.00	16.88	7.51	18.74	9.91	8.50	90.80	
		A ₂ B ₁	14.00	5.39	8.98	16.77	7.58	20.71	9.14	7.80	90.37	
		A ₂ B ₂	14.00	5.51	8.88	17.00	7.77	21.80	10.19	7.94	93.09	
		A ₃ B ₁	14.00	4.38	8.41	17.00	8.00	22.34	8.51	6.80	89.44	
		A ₃ B ₂	14.00	4.68	9.00	17.00	8.00	22.34	9.23	7.43	91.69	

2.6 播期与移栽方式对初烤烟叶外观质量的影响 烟叶外观质量包括烤后烟叶的颜色、烤后成熟度、叶片结构、身份、油分及色度等指标,烟叶的外在质量与烟叶的评吸质量存在重要联系,是烟叶等级划分的主要依据。该研究根据广东中烟的评价结果,通过外观质量指数对不同处理烟叶外观质量进行定量判断。由表 8 可知,不同试验区烟叶的外观质量指

数变化趋势类似,以 C3F 外观质量为例,A₂B₂ 处理的外观质量指数最高,其次为 A₁B₂ 处理,而 A₁B₁ 处理的外观质量指数最小,播期一致的情况下,膜上移栽处理外观质量指数均低于膜下移栽,表面膜下移栽处理一定程度上可以改良烟株外观质量,在移栽方式相同的情况下,烤后烟叶外观质量指数随着播期的延迟呈先上升后下降趋势。

表 8 不同处理对烤烟外观质量的影响

Table 8 Effects of different treatments on the appearance quality of flue-cured tobaccos

等级 Grade	地点 Test sites	处理编号 Treatment code	颜色 Color		成熟度 Maturity		叶片结构 Leaf structure		身份 Status		油分 Oil content		色度 Chromacity		外观质量 Appearance quality index
			等级 Grade	评分 Score	等级 Grade	评分 Score	等级 Grade	评分 Score	等级 Grade	评分 Score	等级 Grade	评分 Score	等级 Grade	评分 Score	
B2F	中山	A ₁ B ₁	橘黄	7.50	完熟	7.50	尚疏松	7.50	稍厚	6.50	有	7.00	强	6.50	71.75
		A ₁ B ₂	橘黄	8.00	成熟	8.50	疏松	8.50	中等	7.50	有	7.50	强	7.00	80.00
		A ₂ B ₁	橘黄	8.00	成熟	8.50	疏松	8.00	中等	7.50	有	7.00	强	7.00	78.25
		A ₂ B ₂	橘黄	8.50	成熟	9.00	疏松	8.50	中等	7.50	有	7.50	强	7.50	82.50
		A ₃ A ₁	橘黄	8.00	成熟	8.00	尚疏松	7.00	稍厚	6.50	有	7.00	强	6.50	72.75
		A ₃ B ₂	橘黄	8.00	成熟	8.50	尚疏松	7.50	稍厚	7.00	有	6.50	强	7.00	75.75
	永平	A ₁ B ₁	红棕	6.50	完熟	7.50	尚疏松	7.00	稍厚	7.00	有	7.00	中	6.00	70.00
		A ₁ B ₂	橘黄	8.00	成熟	9.00	尚疏松	7.00	稍厚	7.00	多	8.00	强	6.50	78.00
		A ₂ B ₁	橘黄	7.50	成熟	9.00	尚疏松	7.00	中等	7.50	有	7.50	强	6.50	77.50
		A ₂ B ₂	橘黄	8.00	成熟	9.00	尚疏松	7.50	中等	7.50	多	8.00	强	7.00	80.25
		A ₃ A ₁	橘黄	7.50	成熟	8.50	尚疏松	7.50	稍厚	7.00	有	7.00	强	7.00	76.00
		A ₃ B ₂	橘黄	8.00	成熟	9.00	尚疏松	7.50	稍厚	7.00	有	7.00	强	6.50	77.50

接下表

续表 8

等级 Grade	地点 Test sites	处理编号 Treatment code	颜色 Color		成熟度 Maturity		叶片结构 Leaf structure		身份 Status		油分 Oil content		色度 Chromacity		外观质量 指数 Appearance quality index
			等级 Grade	评分 Score	等级 Grade	评分 Score	等级 Grade	评分 Score	等级 Grade	评分 Score	等级 Grade	评分 Score	等级 Grade	评分 Score	
C3F	中山	A ₁ B ₁	橘黄	8.50	完熟	8.00	尚疏松	7.50	稍薄	6.50	有	7.00	强	7.50	75.25
		A ₁ B ₂	橘黄	9.00	完熟	8.50	疏松	9.00	中等	8.00	有	8.00	强	8.00	84.50
		A ₂ B ₁	橘黄	9.00	完熟	8.50	疏松	9.00	中等	7.50	有	7.00	强	8.00	82.30
		A ₂ B ₂	橘黄	9.50	完熟	8.50	疏松	9.50	中等	8.00	有	8.00	强	8.00	86.00
		A ₃ A ₁	橘黄	9.00	完熟	8.00	疏松	8.00	稍薄	7.00	有	6.50	强	7.50	76.75
	永平	A ₃ B ₂	橘黄	9.00	完熟	8.50	疏松	8.50	中等	7.50	有	7.50	强	8.00	82.00
		A ₁ B ₁	橘黄	7.50	完熟	7.50	尚疏松	7.00	稍薄	7.00	有	7.00	强	7.00	72.00
		A ₁ B ₂	橘黄	8.50	完熟	9.00	疏松	8.50	中等	7.00	有	7.00	强	8.00	81.50
		A ₂ B ₁	橘黄	8.50	完熟	8.00	疏松	8.00	中等	7.50	有	7.50	强	7.50	78.50
		A ₂ B ₂	橘黄	9.00	完熟	8.50	疏松	8.50	中等	8.00	有	7.50	强	7.50	82.25
		A ₃ A ₁	橘黄	8.50	完熟	8.00	疏松	8.50	中等	7.50	有	7.00	强	7.50	78.75
		A ₃ B ₂	橘黄	8.50	完熟	8.50	疏松	8.50	中等	8.00	有	7.50	强	7.50	81.25

3 结论与讨论

前人研究表明,随着播期的推迟烤烟的大田生育期时间逐渐缩短,并且对成熟期的时间缩短尤为明显,主要通过缩短成熟期时间来缩短整个大田生育时期,适宜的播期有利于烟株生长发育与成熟期干物质积累,而膜下移栽方式可延长烟株成熟期天数,增加成熟期干物质积累^[15-17]。该研究发现随着烤烟播期后移,烤烟的还苗期和伸根期天数显著减少,进一步减少了整个烟株的大田生育期天数,主要原因可能是随着播期推迟,移栽时温度逐渐升高,有效积温逐渐提高,有利于烤烟生长达到各生育期所需积温;膜下移栽处理缩短了还苗期时间,这可能与膜下移栽处理对烟苗生长环境有保湿保墒作用有关,促使烟叶较快达到还苗期的积温要求;在3个播期中以中播处理农艺性状指标及干物质积累量最优,整体优于早播和迟播处理,膜下移栽处理农艺性状及干物质积累量优于膜上处理。

杨亚等^[17]研究认为,推迟播栽期,能显著提高烟叶产值、产量、产质量。该研究结果表明,随着播期推迟产量、产值及均价呈先上升后下降的趋势,其中以中播处理产量、产值、均价、上等烟比例和中上等烟比例最高;早播处理均价高于晚播处理,但产量低于迟播处理;膜下移栽产量、产值、均价及上等烟比例均高于膜上移栽,这可能是由于膜下移栽处理,提高了烟苗还苗时的生长温度,烟苗早生快发,提高了烟株对氮、磷、钾等元素的吸收量,有利于后期烟株的干物质积累及优质烟叶的形成。

已有研究认为,播期与移栽方式对烤烟化学成分有显著影响,张志高等^[18]发现随着播期的推迟,烤后烟叶糖碱比、氮碱比增加,可溶性总糖和还原糖含量提高,宁扬等^[19]发现,烤烟膜上移栽可提高烟叶总糖和还原糖含量,改善烟叶身份及叶片结构,提高烟叶外观质量。该研究发现,随着播期推迟,总糖和还原糖含量呈先上升后下降趋势,总氮及烟碱含量呈现降低趋势,淀粉含量与钾含量逐渐升高;膜下移栽总糖、还原糖、钾含量高于膜上移栽,膜上移栽淀粉含量偏高,膜下移栽烤后烟叶外观质量优于膜上移栽。通过赋值法分析烟叶品质,发现适宜的播期及移栽方式对提高烤烟化

学品质和外观质量有重要作用,第二播期的膜下移栽处理化学成分协调指数和外观质量指数最高,烟叶品质较优。

综上所述,播期与移栽方式对烤烟生长发育及烟叶品质均有重要的影响,两者的互作改变了烟叶大田生长环境,影响了烤烟生育进程及烟叶品质,与其他处理相比,中山试验区11月23日及永平11月28日播期的膜下移栽组合缩短了烟株的还苗时间,株型较好,提高了烟叶产质量、中上等烟比例,改善了部位结构和等级结构,常规化学成分较协调且外观质量最优。

参考文献

- [1] 刘国顺.烟草栽培学[M].北京:中国农业出版社,2003:190-199.
- [2] 郭东锋,邹鹏,边文杰,等.典型香型烤烟大田期气象因子分析[J].烟草科技,2014(9):73-79.
- [3] 胡钟胜,杨春江,施旭,等.烤烟不同移栽期的生育期气象条件和产量品质对比[J].气象与环境学报,2012,28(2):66-70.
- [4] 顾学文,王军,谢玉华,等.种植密度与移栽期对烤烟生长发育和品质的影响[J].中国农学通报,2012,28(22):258-264.
- [5] 周黎,潘元宏,付亚丽,等.不同苗龄膜下移栽对烤烟生长发育及品质的影响[J].西南农业学报,2015,28(4):1612-1616.
- [6] 张金华,杨中义,何轶,等.不同栽培措施对烤烟根系生长发育及产质量的影响[J].湖南农业科学,2009(1):24-26.
- [7] 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.
- [8] 宋街明,莫江,蹇国友,等.不同播栽期对烤烟烟苗素质的影响[J].安徽农业科学,2013,41(2):528-530.
- [9] 谭子笛,陈建军,吕永华,等.不同播栽期对烤烟品种烟叶主要化学成分及其经济性状的影响[J].西南农业学报,2012,25(1):91-96.
- [10] 徐盈,许安定,吴树成,等.不同覆膜及移栽方式对烤烟前期养分吸收与经济性状的影响[J].河南农业科学,2014,43(3):33-36.
- [11] 李正理.植物组织制片学[M].北京:北京大学出版社,1996.
- [12] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [13] 王瑞新,韩富根,杨素勤.烟草化学品质分析法[M].郑州:河南科学技术出版社,1990.
- [14] 王彦亭,谢剑平,李志宏.中国烟草种植区划[M].北京:科学出版社,2010:32-37.
- [15] 何跃兴,王鹏,董维光,等.不同播栽期对翠碧1号烤烟生长发育和产质量的影响[J].江西农业学报,2013,25(1):95-98.
- [16] 李秋英,许东升,王鹏,等.膜上烟和膜下烟移栽对烤烟生长发育及烟叶品质的影响[J].中国农学通报,2014,30(4):170-174.
- [17] 杨亚,朱列书,朱静烟,等.移栽期对烤烟生长发育及品质的影响[J].作物研究,2011,25(2):179-183.
- [18] 张志高,李立新,饶文平,等.不同移栽期对烤烟 K326 化学成分及中性香气成分的影响[J].江西农业大学学报,2015,37(3):423-428.
- [19] 宁扬,王允白,黄瑾,等.不同起垄及移栽方式对烤烟产量与质量的影响[J].安徽农业科学,2009,37(30):14684-14686.