

农艺与调制

种植密度对烤烟叶片生育期光合特性的影响

时向东¹, 朱命阳¹, 赵会纳², 薛小平²

1 河南农业大学国家烟草栽培生理生化研究基地, 郑州市文化路95号 450002;

2 贵州省烟草科学研究所, 贵阳 550003

摘要: 选用 K326 品种, 研究了 3 种植植密度处理(从大到小依次为 D1, D2, D3)对烤烟下、中、上部位叶片光合特性的影响。结果显示:(1) 叶片净光合速率(Pn)中、下部叶以 D2 处理最高, 上部叶以 D3 处理最高;(2) 蒸腾速率(Tr)以 D1 处理最高;(3) 单叶水分利用率(WUE)中、下部叶以 D2 处理在中后期较高, 上部叶以 D3 处理较高;(4) 气孔限制值(Ls) D3 处理最低, D1 和 D2 处理差异不显著。综上表明, D2 处理(18150 株·hm⁻²)可减小 Pn 的下降率, 延缓光合功能的衰退, 光合作用和蒸腾作用达到最为协调的状态, 有较高的单叶水分利用率(WUE)。

关键词: 种植密度; 烤烟; 光合特性

doi: 10.3969/j.issn.1004-5708.2012.06.008

中图分类号: S572.01

文献标识码: A

文章编号: 1004-5708(2012)06-0038-05

Effects of planting density on tobacco leaf photosynthetic characteristics

SHI Xiang-dong¹, ZHU Ming-yang¹, ZHAO Hui-na², XUE Xiao-ping²

1 National Tobacco Physiology and Biochemistry Research Center, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2 Guizhou Tobacco Research Institute, Guiyang 550000, China

Abstract: Effects of three planting densities, i. e. D1, D2 and D3 in descending order, on photosynthetic characteristics of tobacco leaves at all stalk positions were studied in field experiments using K326. Results indicated that 1) for leaf net photosynthetic rate (Pn), D2 (18150 plants per hectare) led to the highest level in the middle and lower leaves, while D3 in upper leaves; 2) for transpiration rate (Tr), D1 led to the peak point; 3) for water use efficiency, D2 showed higher level in the late growth period in middle and lower leaves, and D3 in upper leaves; and 4) for limiting value of stomata (Ls), D3 led to bottom level, and no significant difference were found between D1 and D2. In conclusion, D2 treatment could lower decrease scale of Pn, delay decline of photosynthesis, result in higher WUE, and thus optimal photosynthetic characteristics.

Keywords: planting density; flue-cured tobacco; photosynthetic characteristics

种植密度是影响许多作物生长发育和产量的重要因子之一^[1-2], 它能够通过影响植株营养状况、作物冠层的光截获和光分布特征, 进而影响植株个体活力、不同

叶位叶片光合速率和群体光合碳同化能力, 直至群体干物质生产能力^[3]。关于种植密度对植物生育期光合特性的研究在小麦、玉米、大豆、棉花等开展的比较多^[4-11], 并取得了许多有价值的进展, 例如, 周建群等^[7]对种植密度对超级杂交中稻产量和群体质量的影响研究表明, 在低密度下群体产量随密度的增加而迅速提高; 由适宜密度达到最高点后, 进一步增大密度, 产量便开始下降。高阳等^[8]对单作和间作对玉米和大豆群体辐射利用率及产量的影响研究表明, 间作种植能够通过提高光合有效辐射来增加作物产量。

基金项目: 国家烟草专卖局重大专项“浓香型特色优质烟叶开发”(合同号: Ts-01-2011005)

作者简介: 时向东(1966—), 副教授, 主要从事烟草栽培生理研究, Tel: 0371-63558589, E-mail: yancaoshixd@163.com

通讯作者: 朱命阳(1986—), 在读硕士研究生, 研究方向为烟草栽培生理, E-mail: zhumingyang860928@163.com

收稿日期: 2011-12-30

烤烟是我国叶用型经济作物,种植密度是协调烤烟个体与群体矛盾,平衡产量和质量关系的重要因素之一,因此种植密度对烤烟的影响一直是我国科研工作者研究的热点之一。但是前人关于烤烟种植密度的研究多集中在对生长发育以及烤后烟叶产质量、主要化学成分等的影响上,研究的部位也比较单一^[12-13],而关于不同密度下烤烟大田生长过程中各部位叶片光合特性随生育期变化涉及较少。本研究旨在探讨种植密度对烤烟不同部位叶片生育期光合特性的影响,为进行烤烟群体结构优化设计以及发挥烤烟群体和个体效应的最大潜能提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验地设在贵州省贵阳市开阳龙岗烤烟良种繁育基地进行大田试验, E107°06'40.8", N26°52'24.8", 海拔 1130 m。供试品种为 K326。试验地为黄壤, pH6.54, 有机质 53.5 g·kg⁻¹, 硝态氮 14.26 mg·kg⁻¹, 有效磷 31.01 mg·kg⁻¹, 有效钾 111.97 mg·kg⁻¹。

当地烤烟种植习惯采用固定行距(100 cm), 调整株距控制密度, 当地种植规格为 100 cm × 55 cm, 密度为 18150 株·hm⁻²。本实验设 D1、D2、D3 3 个密度处理, 分别为 100 cm × 50 cm(19995 株·hm⁻²)、100 cm × 55 cm(18150 株·hm⁻²) 和 100 cm × 74 cm(13500 株·hm⁻²)。随机区组设计, 3 次重复, 共 9 个小区, 每小区面积为 66 m²。

施肥要求每亩施农家肥 250 kg, 油枯 25 kg。所用有机肥需发酵充分, 起垄前一次性施用。同时每亩再增施 5 kg 纯氮的烤烟专用复合肥(贵州赤天化集团遵义大兴复肥有限责任公司生产, N: P₂O₅: K₂O = 1: 2:

2.5) 将 70% 纯氮的烤烟专用复合基肥, 栽前作底肥施用, 移栽后 10~20 d 30% 纯氮烤烟专用追肥。每个处理均于 5 月 9 日移栽, 7 月 6 日开始第 1 次采收。以后各小区按成熟标准进行采收。

1.2 光合参数的测定

选取每个小区长势均匀一致, 能够代表小区生长状况的烟株 12 株, 每株自下而上标记第 5 叶位(下部叶)、第 11 叶位(中部叶)、第 17 叶位(上部叶)。采用美国 Li6400 便携式光合测定系统测定净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)和气孔限制值(Ls), 单叶水分利用率(WUE) = Pn/Tr。人工控制 CO₂ 浓度 400 μmol·mol⁻¹, 25℃, 光照强度 1000 μmol·m⁻²·s⁻¹。测定日期选在 5 月 9 日, 每隔 15 d 一次, 即 5 月 24 日、6 月 8 日、6 月 23 日、7 月 8 日、7 月 23 日、8 月 7 日、8 月 22 日, 测定时间选在 8:00~10:00, 测定重复 3 次。

1.3 统计分析

采用 Excel2000 绘图软件和 spss 统计分析软件。

2 结果与分析

2.1 种植密度对净光合速率(Pn)的影响

从表 1 可见, 不同密度处理在不同部位之间有明显不同的变化趋势, 下部叶、中部叶、上部叶 Pn 分别在 6 月 8 日、6 月 23 日和 7 月 8 日表现出密度效应, 这是由于不同叶位叶片之间的竞争引起的。此外, 从表 1 也可以看出不同密度处理 Pn 的差异显著性随生育期推移而扩大, 表明种植密度对烤烟光合功能的影响主要在烟株生育中后期。综上所述, 在烟叶的整个生育期中, 净光合速率(Pn)在中下部叶以 D2 处理最高, 上部叶以 D3 处理最高。

表 1 不同种植密度下不同部位叶片生育期的净光合速率(Pn) (μmol CO₂·m⁻²·s⁻¹)

部位	密度	24/5	08/6	23/6	08/7	23/7	07/8	22/8
下部叶	D1	11.71b	6.26c	21.54b	14.60a	8.02c		
	D2	11.98a	7.28b	22.58a	14.35a	8.95a		
	D3	12.02a	7.54a	21.65b	12.47b	8.57b		
中部叶	D1		20.93a	20.54b	19.70b	12.56b	11.77a	18.60c
	D2		19.99b	21.89a	19.98a	14.42a	11.47a	20.28a
	D3		20.81a	19.05c	19.46c	14.40a	9.40b	19.68b
上部叶	D1			11.42a	16.71c	13.98c	11.38b	19.58c
	D2			11.04a	17.59b	14.92b	11.37b	20.21b
	D3			8.68b	18.53a	16.04a	12.84a	21.47a

注: 同列中不同字母表示各处理间在 0.05 水平上显著差异。

2.2 种植密度对蒸腾速率(Tr)的影响

从表2可知,不同种植密度处理在不同部位的变化趋势是不同的,但同一部位的变化趋势比较一致,下部叶片的Tr总体上随测定时间的推迟而下降,反映叶片的蒸腾速率随着生育期的推进而下降,这是由于中、上部叶的生长对下部叶产生了“包围”效应;中、上部叶片的Tr总体上随测定时间的进行而上升,均在7月23日左右达到最高值,之后随测定时间而下降,其

中,随着种植密度的增加,上、中、下部叶片的变化幅度均表现出D1>D2>D3。中、下部叶变化幅度较小,上部叶的Tr变化幅度明显大于中、下部叶片的Tr,个别差值达4.36 mmolH₂O m⁻²·s⁻¹。不同密度处理在各个部位叶片均表现出相似的显著性差异,D1处理在各个部位均显著高于D2和D3处理。以上结果表明,在烟叶的整个生育期过程中,D1处理的叶片具有最大的蒸腾速率。

表2 不同种植密度下不同部位叶片生育期的蒸腾速率(Tr) (mmolH₂O·m⁻²·s⁻¹)

部位	密度	24/5	08/6	23/6	08/7	23/7	07/8	22/8
下部叶	D1	6.42a	2.38a	2.78a	3.04a	5.60a		
	D2	6.46a	2.23b	2.47c	2.93a	4.65b		
	D3	6.11b	2.35a	2.56b	2.48b	4.08c		
中部叶	D1		5.74a	2.54a	3.89a	6.12a	4.17a	4.32b
	D2		5.17b	2.41b	3.64b	5.87b	3.54b	4.61a
	D3		5.11b	2.15c	3.54c	5.24c	3.06c	4.32b
上部叶	D1			2.06a	3.46a	6.41a	4.46a	4.32c
	D2			1.47b	3.53a	5.83b	3.04b	4.46b
	D3			1.51b	3.23b	5.12c	3.03b	4.59a

2.3 种植密度对单叶水分利用率(WUE)的影响

WUE代表叶片消耗单位水分所能够固定的CO₂量。从表3可知,不同种植密度处理不仅在中、下部位的变化趋势比较一致,而且同一部位的变化趋势也比较一致,均在6月23日左右达到最大值,之后均随生长时期的延长而下降。D2处理的中、下部叶片在整个生育期均表现出较高的WUE,且D2处理在整个生育期的中、后期,均显著大于D1处理和D3处理,而过低

密度的D3处理和过高密度的D1处理的中、下部叶WUE均较低,但D3>D1。不同种植密度处理的上部叶WUE均呈现出随测定时间的推迟而下降的趋势,并且降低的幅度为:D1>D2>D3,并且,D3处理的叶片在整个生育期的中后期均表现出较高的WUE,且均显著大于D1和D2处理,表明低密度处理有利于提高上部叶片的WUE。

表3 不同种植密度下不同部位叶片生育期的WUE (mmolCO₂·mol⁻¹H₂O)

部位	密度 Density	24/5	08/6	23/6	08/7	23/7	07/8	22/8
下部叶	D1	1.82c	2.65c	7.74c	4.92c	1.46c		
	D2	1.87b	3.33a	9.19a	5.33a	1.94b		
	D3	1.97a	3.24b	8.42b	5.25b	2.11a		
中部叶	D1		3.65c	8.03c	5.08c	2.07c	2.82c	4.31b
	D2		3.86b	9.17a	5.61a	2.45a	3.28a	4.37b
	D3		4.03a	8.92b	5.34b	2.36b	2.98b	4.52a
上部叶	D1			5.55c	4.84c	1.17c	2.91b	4.54b
	D2			6.57a	5.03b	2.57b	3.75a	4.55b
	D3			5.99b	5.72a	3.14a	3.82a	4.65a

2.4 种植密度对气孔限制值(Ls)的影响

Ls反映了植物叶片对大气CO₂相对利用效率的大小,气孔限制也会对蒸腾速率产生一定影响,进一步影响叶片的水分利用率。从表4可知,不同种植密度处理不仅在不同部位的变化趋势比较一致,而且同一部位的变化趋势也比较一致,不同种植密度处理在下

部叶Ls值均随生长时4期的延长而下降,这主要是由于中、上部叶的生长对下部叶产生了“包围”效应,不同种植密度处理在中、上部叶均随生长时期的延长而上升,在整个生育期中,D2处理和D3处理均显著高于D1处理,D2处理和D3处理之间差异不显著。

表4 不同种植密度下不同部位叶片生育期的Ls

(%)

部位	密度	24/5	08/6	23/6	08/7	23/7	07/8	22/8
下部叶	D1	0.27b	0.24a	0.18b	0.24b	0.19b		
	D2	0.3a	0.26a	0.21a	0.29a	0.24a		
	D3	0.31a	0.26a	0.22a	0.31a	0.24a		
中部叶	D1		0.2b	0.18b	0.23b	0.24c	0.3b	0.16c
	D2		0.23a	0.21a	0.27a	0.26b	0.33a	0.22b
	D3		0.21b	0.22a	0.29a	0.30a	0.35a	0.25a
上部叶	D1			0.2b	0.23b	0.24c	0.48b	0.2b
	D2			0.23a	0.26a	0.28b	0.52a	0.22b
	D3			0.24a	0.26a	0.31a	0.51a	0.24a

3 讨论

研究结果表明不同种植密度处理对于不同部位叶片的影响是不同的,总体上适宜的种植密度处理(本实验为18150株·hm²处理)可以减小Pn的下降率,延缓光合功能的衰退。研究表明,种植密度对光合功能的影响主要发生在烟株生育中后期,主要是因为烟株生育前期,个体较小,种植密度引起的养分和光照胁迫较小;而在后期胁迫程度增大,叶片衰退加快,密度效应逐渐显现出来。这与前人研究不谋而合,于振文等^[14]认为适当降低种植密度能有效提高小麦开花后植株的生理活性,延长叶片衰老速率缓降期,推迟迅降期。肖艳松等^[15]研究表明,密度过大或过小都会导致烤烟产量与质量之间的不协调,只有种植密度适当,才有利于提高烤烟单位面积产量,促进生长发育,提高烤烟产量与质量。因此,只有在合理的群体密度和良好的个体生长发育环境,才能到达合理的群体生长势,才能充分发挥优良品种的潜力和良种特性,才能使群体效应发展达到理想水平;最终实现烟叶优质适产的目标。

蒸腾作用是作物重要的生理活动之一,它既促进了作物体内的水分传输与物质输送,减弱其温度的变化幅度,又保证作物进行光合作用的需要,对作物的生

命活动极为重要。叶片的光合作用与蒸腾作用是两个同时进行的过程。气孔作为气体交换的门户,调节Pn和Tr的变化,Pn和Tr的变化决定着叶片水分利用率(WUE)的变化,而WUE的大小可以反映植物对逆境适应能力的强弱^[16],也是衡量植物水分消耗与物质生产间关系的重要综合性指标^[17]。Ls反映了植物叶片对大气CO₂相对利用效率的大小,气孔限制也会对蒸腾速率产生一定影响,进一步影响叶片的水分利用率。本研究结果表明,在整个生育期中,WUE对不同部位叶片的影响是不同的,综合观察,在适宜的种植密度(本实验为18150株·hm²)下,可以减小Pn的下降率,光合作用和蒸腾作用达到最为协调的状态,有着较高的WUE。因此,从光合指数的角度看,在烤烟生产中,适宜的种植密度不仅能够协调Pn和Tr之间的关系,也能够带来较高的WUE值,增强烟株逆环境的适应能力,为叶片的内在质量形成提供重要的依据。

4 结论

种植密度为18150株·hm²时,可以降低叶片净光合速率(Pn)的下降率,延缓光合功能的衰退,使光合作用和蒸腾作用达到最为协调的状态,有较高的单叶水分利用率(WUE),是贵州省贵阳市烟区最适宜的种植密度。

参考文献

- [1] 龚亚菊, 杨敏杰. 不同栽培密度对水培黄瓜产量的影响 [J]. 蔬菜, 2000(3): 33-34.
- [2] 葛民根. 小型西瓜种植密度、整枝及留瓜方式试验 [J]. 浙江农业科学, 2003(2): 59-60.
- [3] 张永丽, 肖凯, 李雁鸣. 种植密度对杂种小麦 C6-38/Py85-1 旗叶光合特性和产量的调控效应及其生理机制 [J]. 作物学报, 2005, 31(4): 498-505.
- [4] 张中东, 王璞, 何雪峰, 等. 不同密度对农大 486 群体结构的影响 [J]. 耕作与栽培, 2004(2): 19-20.
- [5] 杨建松, 张邦琨, 龚雪琴. 乌蒙山区不同玉米品种群体结构的分布利用与增产潜力研究 [J]. 种子, 2007, 3(3): 70-73.
- [6] 吴建明, 梁和, 陆国盈, 等. 密度和肥料对高油玉米生理性状的影响 [J]. 西南农业学报, 2005, 18(4): 392-396.
- [7] 周建群, 吴朝辉. 种植密度对超级杂交中稻产量和群体质量的影响 [J]. 湖南农业科学, 2009(8): 18-20, 23.
- [8] 高阳, 段爱旺, 刘祖贵, 等. 单作和间作对玉米和大豆群体辐射利用率及产量的影响 [J]. 中国生态农业学报, 2009, 17(1): 7-12.
- [9] 董印丽, 杨太新. 种植密度对掖单 19 玉米生理特性和产量的影响 [J]. 河北职业技术师范学院学报, 2001, 15(2): 14-16.
- [10] 闫晓艳, 邱强, 石一鸣, 等. 杂交大豆高产种植方式及合理群体结构的研究 [J]. 吉林农业科学, 2007, 32(5): 3-8.
- [11] 耿涛, 戴路, 许占伟. 棉花高密度种植群体结构的研究 [J]. 新疆农业科学, 2003, 40(5): 269-272.
- [12] 刘国顺, 汪耀富, 韩富根, 等. 旱地烟草种植密度与水分利用关系的研究 [J]. 河南农业大学学报, 1998, 32(增刊): 75-78.
- [13] 上官克攀, 杨虹琦, 罗桂森, 等. 种植密度对烤烟生长和烟碱含量的影响 [J]. 烟草科技, 2003(8): 42-45.
- [14] 于振文, 岳寿松, 沈成国, 等. 不同密度对冬小麦开花后叶片衰老和粒重的影响 [J]. 作物学报, 1995, 21(4): 412-418.
- [15] 肖艳松, 李晓燕, 李圣元, 等. 种植密度对旱地烤烟生长发育及产量、质量的影响 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(9): 3723-3724.
- [16] 刘金祥, 麦嘉玲, 刘家琼. CO₂ 浓度增强对沿阶草光合生理特性的影响 [J]. 中国草地, 2004, 26(3): 13-18.
- [17] 刘瑞显, 郭文琦, 陈兵林, 等. 干旱条件下花铃期棉花对氮素的生理响应 [J]. 应用生态学报, 2008, 19(7): 1475-1482.

《烟草科技》2012年第11期目次

• 烟草工艺

两种干燥工艺下叶丝加工质量的对比分析

..... 王宗英, 彭军仓, 徐磊, 等

利用热时模型研究贮存时间和环境温度对卷烟感官质量的影响

..... 顾文博, 余苓, 张朝平, 等

数字图像分析法在片烟结构测定中的应用

..... 徐大勇, 余娜, 邓国栋, 等

• 设备与仪器

烟丝承压预膨胀装置的设计与应用

..... 陶轶静, 简龙晖, 侯幼平, 等

HAUNI 松散回潮滚筒含水率控制系统的改进

..... 董伟, 李坤, 王健, 等

YJ19 卷烟机紧头位置自动调整机构的改进

..... 李少平, 范磊, 王秋领, 等

卷烟包装机组下烟通道的设计改进

..... 何平, 刘伟忠

• 烟草化学

通风稀释对卷烟燃烧温度及主流烟气中主要有害成分释放量的影响

..... 庞永强, 黄春晖, 陈再根, 等

模糊评判与欧氏距离法在烟叶化学成分评价中的应用

..... 胡钟胜, 陈晶波, 周兴华, 等

烤烟的燃烧特性及动力学分析

..... 夏鸣, 李金广, 乔国宝, 等

烟叶部位对卷烟主流烟气 7 种有害成分释放量的影响

..... 彭斌, 赵乐, 孙学辉, 等

LC-MS/MS 同时检测烟草中的 6 种杀菌剂

..... 杨飞, 边照阳, 唐纲岭, 等

6-O-乙酰基-2,3,4-三-O-异戊酰基- α -D-吡喃葡萄糖的合成及热裂解

..... 郑赛晶, 薄飞, 方嵩, 等

新烟碱类化合物的合成

..... 王涛涛, 李丹丹, 彭业芳, 等

马来酰肼残留在卷烟燃烧过程中的转移行为

..... 张洪非, 唐纲岭, 楼小华, 等

• 烟草农学

典型烤烟产区初烤烟叶表面细胞形态特征分析

..... 过伟民, 张艳玲, 蔡宪杰, 等

基于地统计学的曲靖植烟土壤主要养分丰缺评价

..... 李强, 周冀衡, 张一扬, 等

丛枝菌根真菌对植烟土壤磷含量及烟株养分吸收的影响

..... 姚娟, 王茂胜, 王丰, 等