

烤烟不同时期叶片生长规律研究

刘良教¹, 李立¹, 王翠¹, 李建勇¹, 唐春闰², 曾德武¹

(1. 长沙市烟草公司浏阳分公司, 湖南浏阳 410302; 2. 长沙市烟草公司, 湖南长沙 410003)

摘要 [目的]研究烤烟叶片的生长规律。[方法]以烤烟 G80 为试验材料, 利用 2014—2016 年烤烟育苗、大田栽培的试验数据, 分析烤烟不同时期、不同部位叶片生长规律。[结果]烤烟新生叶片全日生长量不断加速, 依次成为全株生长速度最快的叶片, 然后, 依次进入不可逆转的生长减速。各叶位叶片长度和宽度最快生长期均在从主要依靠功能叶片输入有机物生长向主要依靠自身光合作用合成有机物生长期出现。指出烤烟叶片生长过程中长度和宽度增加、叶面积增加、干物质增加最快时期和光合生产率最高时期依次出现, 烤烟不同品种、不同部位叶片因外形不同和同一叶片不同时期因外形变化叶面积校正系数不同。[结论]该研究可为烤烟叶片生长规律进一步研究提供参考。

关键词 烤烟; 叶位; 叶片; 生长规律

中图分类号 S572 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)22-0025-04

Study on Leaf Growth Rhythm of Flue-cured Tobacco

LIU Liang-jiao, LI Li, WANG Cui et al (Liuyang Branch, Changsha Tobacco Company, Liuyang, Hunan 410302; 2. Changsha Tobacco Company, Changsha, Hunan 410003)

Abstract [Objective] The aim is to study leaf growth rhythm of flue-cured tobacco. [Method] Using flue-cured tobacco G80 as test materials, growth rhythm of different parts leaf was analyzed during different growth period based on data of flue-cured tobacco breeding and field cultivation during 2014-2016. [Result] Young flue-cured tobacco growth accelerated to increase, they became the leaves which grew fastest successively. Then, the growth of them decelerated irreversibly. Leaf length and width grew fastest when flue-cured tobacco growth depending function leaves input organic compounds converted into depending photosynthesis to synthesize organic compounds. In the process of growing, the order of maximum growth period was leaf length and width increasing, leaf area increasing and dry matter increasing, photosynthesis productivity. The correction coefficient of leaf area was different because of shape change caused by different variety and different parts of leaf, growth period of same leaf. [Conclusion] The research can give reference for further studying leaf growth rhythm of flue-cured tobacco.

Key words Flue-cured tobacco; Leaf position; Leaf; Growth rhythm

烤烟生长过程的每个特征都是遗传与环境共同作用的结果, 烟株上每片叶片的生长特征, 除了受肥料、土壤、气候等环境因素的影响外, 还和烤烟自身生长特性密切相关。前人对烤烟叶片的生长规律和生长机理已有深入研究, 对烤烟叶片不同时期、不同部位在不同环境下生长规律进一步拓展分析研究, 仍有很大空间。

在长期对烤烟田间生长观察和参考相关文献的基础上, 截取 2014—2016 年浏阳烤烟栽培试验中不同时期、不同生长阶段测量的烤烟叶片长度和宽度进行分析, 并得出相关结论, 旨在为烤烟栽培提供理论参考。

1 材料与方

1.1 试验材料 烤烟品种 G80。

1.2 试验方法 试验地点分别设在浏阳市沙市基地单元中州村、秧田村, 在 2014—2016 年烤烟育苗和大田多项栽培试验获得的数据中, 截取其中叶片长度和宽度数据, 并结合烤烟苗期和大田期观察, 参考部分烟株根、茎、叶称重和部分烤后烟叶进行化学成分分析, 对烤烟不同时期、不同部位叶片生长规律进行分析。并对 3 年内从播种到采收完毕每 10 d 一次连续测量结果的平均值和 10 d 内多次测量的结果平均值进行总结和说明。

2 结果与分析

2.1 烤烟不同时期、不同部位叶片的生长规律 烤烟漂浮

育苗中, 二片子叶几乎同时发生, 第 1、2 片真叶出叶时间相差 2~3 d^[1]。由表 1 可知, 尽管生根期后包裹在烟蕊的叶片由于测量困难而没有显示, 但苗期和大田期大量观察以及测量的数据仍然显示: 从第 3 片真叶开始, 烤烟新叶发生速度, 呈现随个体增长和生育期推进而加快趋势, 叶序也从接近二叶一轮对生过渡到接近三叶一轮对生。

初生的 2 片子叶最快生长期在子叶肉眼可见到展开变绿, 主要靠子房供应营养生长期出现。由于子房的营养有限, 子叶生长最快时期很短, 一般为 2~3 d。随后, 叶片生长平缓降速, 直至衰亡^[2]。子叶生长最快时期内的生长量占定长叶片生长量较小, 约为定长叶片长度 1/7 左右, 叶片长度和宽度生长量主要依靠叶片伸展后自身光合作用提供营养完成。子叶展开后, 光合产物的输出主要供应根、茎生长, 输往生长点的比例较少, 生长点(烟蕊)的生物量也小。从第 1 片真叶出现到顶叶展开, 由于下层叶片有更多的营养输出, 光合产物输往生长点(烟蕊)的比例也逐渐增加, 生长点(烟蕊)新生的叶片数量增加, 生长点(烟蕊)的生物量占全株生物量的比重增加, 新生叶片生长速度也呈现由下往上逐渐加快的趋势。

各叶位叶片长度和宽度最快生长期均在从主要依靠功能叶片输入有机物生长向叶片展开后主要依靠自身光合作用合成有机物生长期出现。在叶片展开后, 因蒸腾作用显著增强、叶片含水率减少等原因生长速度显著下降。下层功能叶片越大, 对上层叶片营养输出强度越大。随下层功能叶片有机物输出强度增加, 被包裹部分的新生叶片从叶片进入到快速生长期时间缩短, 包裹在烟蕊外围的快速生长时

基金项目 长沙市烟草专卖局(公司)资助项目(2014-2017)。

作者简介 刘良教(1966—), 男, 湖南浏阳人, 助理农艺师, 从事烟草栽培方面的研究。

收稿日期 2017-06-21

表 1 2014—2016 年湖南浏阳烤烟叶片每 10 d 叶片的生长状况

Table 1 Leaf growth rhythm of flue-cured tobacco every 10 days in Liuyang, Hunan, during 2014 - 2016

叶序 Leaf position	01 - 12		01 - 22		02 - 02		02 - 12		02 - 22		03 - 02		03 - 12		03 - 22	
	叶长 Length	叶宽 Width														
1	0.2	0.1	0.6	0.4	0.9	0.5	1.2	0.7	1.3	0.7						
2	0.2	0.1	0.5	0.3	0.8	0.5	1.1	0.6	1.2	0.6						
3			0.2	0.1	1.0	0.6	3.3	1.7	4.6	2.4	4.8	2.5	4.8	2.5	4.9	2.5
4					0.6	0.3	4.6	2.4	6.2	3.3	6.6	3.4	6.8	3.5	6.9	3.5
5							3.2	1.6	7.2	3.8	10.3	5.2	8.6	4.1	9.6	4.4
6							1.6	0.9	4.4	2.4	12.8	5.7	9.2	5.4	10.6	5.6
7							0.4	0.2	1.4	0.7	4.6	2.2	9.2	4.1	10.4	4.7
8											1.8	1.0	5.9	3.0	13.8	4.9
9													1.3	0.6	4.5	1.8
10															1.6	0.6
叶序 Leaf position	04 - 02		04 - 12		04 - 22		05 - 02		05 - 12		05 - 22					
	叶长 Length	叶宽 Width														
5	9.4	4.3														
6	11.0	4.9	11.4	4.9	11.2	4.8										
7	12.1	5.2	15.6	6.7	16.6	7.2										
8	15.7	5.7	19.7	7.4	22.3	8.1										
9	9.6	3.7	21.6	10.1	35.5	17.7	41.9	20.0	43.4	20.5	43.6	20.8				
10	3.7	1.8	18.5	9.6	37.8	20.4	47.4	23.8	50.6	25.0	51.2	25.0				
11	1.3	0.6	15.2	8.8	35.1	21.0	51.1	28.5	55.8	30.7	56.6	30.8				
12			11.6	6.7	33.0	20.1	52.4	31.5	59.6	35.0	66.4	37.0				
13			7.7	3.7	25.0	13.8	50.5	29.6	62.1	35.5	63.6	36.0				
14			3.8	1.5	28.0	14.5	51.6	33.0	65.3	38.2	70.2	40.0				
15					10.6	5.1	37.9	22.4	65.8	36.0	73.5	38.2				
16					7.7	2.7	38.9	21.8	62.3	34.0	67.0	36.2				
17					5.7	2.0	35.9	18.4	63.4	32.5	67.8	35.2				
18					3.5	1.1	31.5	16.5	60.3	29.0	64.4	30.9				
19					2.1	0.7	28.6	13.0	56.8	25.8	63.5	29.2				
20							21.5	8.5	55.3	25.8	63.6	29.3				
21							15.6	6.0	51.3	22.0	63.6	28.6				
22							7.8	3.1	48.9	22.0	62.0	28.5				
23							6.8	2.3	40.0	16.0	55.2	23.2				
24							5.2	1.5	36.6	14.1	54.3	21.7				
25									33.7	13.5	49.6	23.5				
26									31.3	11.4	44.0	18.0				
27									23.4	8.7	40.4	17.1				
28									21.5	6.5	37.5	12.2				
叶序 Leaf position	06 - 02		06 - 12		06 - 22		07 - 02		07 - 22							
	叶长 Length	叶宽 Width														
12	66.1	36.6														
13	64.5	37.0														
14	71.2	39.5														
15	75.0	38.8	75.8	39.0												
16	67.7	36.8	67.5	36.6												
17	69.0	35.2	69.6	35.2												
18	66.0	31.3	67.1	31.5												
19	65.3	30.0	66.0	30.3	67.0	31.2										
20	66.0	29.6	69.0	31.0	69.7	31.4										
21	66.3	30.2	68.2	37.0	70.2	32.2	71.2	32.2								
22	65.2	30.3	67.2	31.8	68.2	32.7	70.5	32.9								
23	60.0	27.0	61.6	27.5	63.2	28	64.5	27.5	66.0	28.0						
24	60.5	25.0	62.5	26.0	64.6	27.3	66	27.5	65.7	27.0						
25	59.2	26.2	62.8	28.6	65.1	28.8	66.4	28.6	67.2	28.4						
26	53.6	21.0	56.0	23.0	58.4	24.2	60.5	24.6	62.6	24.8						
27	51.7	22.0	55.8	22.6	57.2	22.8	60.6	23.2	62.2	23.4						
28	46.3	16.0	47.7	16.5	49.0	17.0	50.9	16.6	51.6	16.6						

期日生长量显著增加,快速生长时间延长,快速生长期内生长期占定长叶片总生长量上升。从子叶最快生长时间为萌发时的 2~3 d,生长长度约为定长叶片长度 1/7 左右。到上二棚和顶叶,尽管快速生长期比中部叶短,快速生长期过后,

生长速度比中部叶下降平缓,但定长叶片的 50% 以上一般都在 7~10 d 的快速生长期内完成。

由于下层叶片的营养推动作用,烤烟新生叶片前期生长中,长度和宽度的增加都显著地呈现由慢到快、速度逐渐增

加的梯度变化更多,一直延续到该叶片生长速度成为全株生长最快的叶片。随后,随着叶片生理进程推进,该叶片生长速度持续下降,着生在该叶片上面的叶片,生长速度超越该叶片成为全株生长速度最快的叶片。这样,从下到上各叶位叶片依次生长加速,依次成为全株生长速度最快的叶片,然后,依次生长减速。叶片生长进入过熟期后,长度和宽度均趋减小,叶面积逐渐萎缩。

成熟期各叶位叶片都发生外形上的变化,这种外形上的变化以上部叶最强,中部叶次之,下部叶最小。表现为叶尖变锐,叶基部拉长,叶片靠近叶基部生长量更大,外形上由趋近椭圆形向趋近菱形转变。

从下二棚叶片到上二棚叶片,部分叶片生长速度、叶片定长、叶片宽长比呈现出与叶位相关的变化不一致的现象,显示生长环境对这部分叶片生长影响超过因节位变化而造

成的影响。如:部分叶片可能因所受更强光照或更强风力作用或叶片交叉造成外力作用而在生长方向上发生变化。

2.2 烤烟叶片一天中白天与晚上、1 d 及 6 d 生长状况 由表 2 可知,团棵期烤烟各叶片单日内生长量夜晚显著高于白天,晴日烟株生长旺盛的蕊叶和上层叶片一般都能保持较少的生长量,而下层叶片生长量很小,部分叶片甚至因失水而发生轻微萎缩。从下到上不同叶位叶片单日生长量显著呈现从低到高、再从高到低的梯度变化。从下层衰老叶片向上层幼嫩叶片,随叶位上移生长量显著增加,在某片叶位达到最大值后,随叶位上移,日生长量显著减小。与单日生长量相比,烤烟 6 d 生长量最大叶片位置向上推移了一位,显示烤烟不同叶位日生长量在不断发生变化,在一定时期内,上面叶片在日生长量和叶长上不断超越下部叶片。旺长期由于生长速度显著加快,最大叶片位置上移速度显著增加。

表 2 2015 年湖南浏阳不同时间烤烟叶片生长状况

Table 2 Leaf growth rhythm of flue-cured tobacco at different time in Liuyang, Hunan, in 2015

叶序 Leaf position	05 - 02 7:00		05 - 02 18:00		05 - 03 7:00		05 - 09 7:00	
	叶长 Length	叶宽 Width	叶长 Length	叶宽 Width	叶长 Length	叶宽 Width	叶长 Length	叶宽 Width
1	24.5	12.1	24.5	12.1	24.8	12.1	25.9	12.1
2	27.5	14	27.3	13.9	27.9	14.1	30.2	14.3
3	32.3	16.5	32.3	16.5	32.8	16.7	35.5	18
4	35	19.2	34.7	19.1	36.7	19.9	44	23.5
5	35.3	18.6	35.4	18.6	36.4	19.2	43.3	23.8
6	32.6	18.3	32.8	18.4	34.7	19.3	46.2	27.4
7	27.8	16.2	28.2	16.3	30.5	17.4	44.4	28.8
8	22.7	10.5	22.9	10.5	25.1	13.1	41.7	23.7
9	16.5	8.1	16.9	8.3	20.2	10.7	42.8	27.1
10	9.3	2.9	9.6	3.1	12.6	4.6	36.9	19.7
11	5.5	1.8	5.9	1.9	8.3	3.3	28.6	13.9
12	2.6	0.8	2.8	0.9	4.3	1.5	17.8	7.2

2.3 不同环境下烤烟叶片生长特征 气候、土壤、栽培条件对不同时期、不同叶位叶片生长特点影响显著。低温、肥料或水分胁迫等逆境可能使烤烟新生叶片发生进程放缓,但新生叶片发生进程快于功能叶片生长进程,上、下叶位叶片长度梯度变小。推测低温或缺氮使功能叶片蛋白质合成量减少,水分胁迫使叶细胞含水量减少,有机物和矿物质运输困难,叶片生长受阻,靠近生长点部分因较强的生长优势而使这些因素对烤烟新生叶片发生速度影响较小。低温或缺氮使功能叶片因蛋白质合成减少扩展生长受限时,叶片有更多剩余光合产物促进茎和根系生长。而这些生长更倾向于茎的伸长生长和根系数量的增加,根、茎的加粗生长削弱,使团棵期或旺长期叶片生长因有机物和矿物质运输限制而减小。

烤烟上、下叶位叶片长度梯度较小或整体叶长较小时,将有更多叶片因长度较小而成为无效叶片。因而,推测低温、肥料或水分胁迫等逆境引起烤烟轻度早花时,烟株全生育期发生的叶片总数量并没有明显减少,只是部分叶片因较小而较早衰亡或因较小而成为无效叶片被抹去。而严重早花造成的有效叶片减少则可能与叶原基因由下位叶供应的营养不足而没有发育成新叶有关。

在持续晴日生长条件下,烤烟功能期叶片生长可能受到抑制,烤烟生长更趋向根、冠比增加和叶片厚度增加,叶片有

有机物输出能力更强。在随后雨日中,能使新生的叶片获得更快的生长,叶片长度更快更大地超过下层功能叶片,叶片宽长比也更大。

移栽深度和施肥方法对烤烟叶片生长特点也有明显影响。烤烟生长最快的时期较多出现在烟株根系扩展到整个垄土层并大量吸收肥料时。垄土层较浅或施肥较浅可能使烤烟根系较早扩展到整个垄层并大量吸收养分,叶片合成有机物滞留烟株地上部分供应叶片生长,使烟株旺长期和现蕾期提前。浅栽或垄土层较浅及施肥较早、较浅时,烤烟大田前期生长更快,烟株靠近底层的叶片生长量更大,最大叶片更靠近下部^[2],可烤叶片略为下移。但上层叶片持续扩张动力不足,成熟更快,烘烤结束时间提前。土层浅,根系生长量少,还可能因根系吸收水分不足以维持蒸腾作用需要而限制叶片生长,整体定长叶片长度和叶片宽长比可能因供水不足而下降。垄土层较深、深栽或施肥较深、较迟时,则结果相反,可能使烤烟大田前期生长略迟,可烤叶片略为上移,烘烤结束时间推迟。

3 讨论

烤烟新生叶片生长所需的有机营养可分为 3 个阶段,即叶片生长初期完全依靠下部叶片输入阶段,从叶尖变绿时叶片生长绝大部分依靠下部叶片营养输入到叶片大部分变绿

完全依靠自身光合作用供应营养生长阶段;然后,进入叶片有机营养输出阶段。包裹在烟蕊外层的叶片,由于处于下层功能叶片营养输往生长点(烟蕊)的关口,有更强获取功能叶片输出的有机物能力,叶片较大而且同化作用较强,因而成为全株生长最快的叶片。随叶位上移,功能叶片长度和宽度增加,有机营养输出强度加大,被包裹在烟蕊内层的新叶的发生速度和生长速度加快。当被包裹在烟蕊的叶片较多且生物量较大时,将有更多的含氮化合物输入烟蕊内层叶片,相应增加了包裹在烟蕊外层的处于快速生长期的叶片获取的有机物中碳水化合物化合物的比重,推动其生长生理进程。同时,缩短了包裹在烟蕊外层叶片的快速生长期,一定程度上抵消了因功能叶片营养输出强度增加而延长其快速生长期的作用。另外,较大的叶片在展开进行光合作用后,又可能因生理进程推进,有机物输出中含氮化合物比重减少,进一步推动上层叶片生理进程,缩短上层叶片快速生长期,导致烤烟上二棚以上叶片快速生长时间缩短。对于上部叶在快速生长期过后,生长速度下降趋于平缓的原因,推测可能与打顶及上部叶含氮量显著升高有关。

烤烟被包裹的叶片,随叶位上移,获取的功能叶片输出的有机物中,蛋白质、氨基酸等含氮化合物比重呈梯度上升。使叶细胞密度和叶片厚度增加,叶片组织结构变细致,溶质的流动性下降。可能使烤烟叶片部位越往上,叶片展开前功能叶片对其有机物的输入和叶片展开后对根、茎和生长点(烟蕊)有机物输出强度减小^[3],有机物在叶片自身内积累的比例越大,从而结束腰叶以上各叶位叶片依次扩张趋势^[4]。同时,腰叶以上叶片由于新叶数量增加,依靠营养输入生长的叶片数量增加,功能叶片输出的营养分散,输出的营养中含氮化合物比例降低,碳水化合物比例上升,都是腰叶以上各叶位叶片没有延续下层叶片依次扩张的重要原因。

烤烟叶片相对生长速度在整个生育期一直随生育期推进和生长基数增加而下降,而绝对生长速度又随生长基数增加而增加^[5],因而,烤烟叶片绝对生长速度最大时期发生在有一定生长量而又较幼嫩时期。然而,由于在同一长度生长量和同一宽度生长量时,长度和宽度基数较大时期的叶片叶面积增长量显著高于长度和宽度基数较小时期的叶片,烤烟叶面积增长速度下降幅度显著小于叶片长度和宽度增长下降幅度,推测烤烟叶面积扩大最快时期在叶片长度和宽度生长最快时期略后出现。烤烟叶面积扩张最快时期内,叶绿素还未大量合成,光合作用还未达到高峰;但叶片同化作用较强,光合产物积累率较高,叶片生长主要体现在平面上扩张,水分含量较大,干物质含量较少。因而,这一时期都不是干物质积累最快时期。在这一时期后,随叶面积和叶绿素含量的增加,在光合强度增强和叶片同化作用较强的条件下,出现干物质积累最快时期。随后,随叶面积和叶绿素含量继续增加,出现光合生产率最高时期。但这一时期由于叶片同化作用降低,光合产物用于呼吸消耗和输出比例增加,叶片干

物质积累下降,叶片生长和干物质积累也更多体现在叶片水分减少、厚度增加方面,而不是叶面积的扩张。推测烤烟团棵期叶片干物质积累最快时期在叶片展开大部分变绿后出现,在成为全株长度最大叶片后进入光合生产率最高时期,因而,团棵期最大叶片也是有机物输出最多的叶片。在叶片光合生产率最高峰过后,随叶片衰老,叶片长度和宽度、叶面积、干物质积累日增长量和光合生产率均全面下降。

由于烤烟叶片生长过程中叶尖和叶缘生长速度下降更快,主脉生长更均匀和持久,快速生长期过后,叶片生长更多依靠主脉拉动的作用,引起烤烟叶片外形变化。这种外形上的变化结果是:叶片基部突出生长、叶尖拉长变锐,引起烤烟叶片外形上由趋近椭圆形向趋近菱形转变。从几何上分析,长方形、圆形和菱形3类不同形状中,以长方形面积校正系数最大,达100.0%;圆形次之,为78.5%;菱形最小为50.0%。因而,推测烤烟叶片生长过程中,中、后期外形上变化引起叶片宽长比和叶面积校正系数均趋下降^[6]。进一步推理:不仅烤烟云烟87等叶形趋近菱形品种叶面积校正系数要小于叶形趋近椭圆形的G80品种,而且同一烤烟品种中,叶形趋近菱形的上部叶叶面积校正系数要小于叶形趋近椭圆形的中部叶,中部叶叶面积校正系数又小于叶形更趋近椭圆形的下部叶^[7]。

4 结论

对烤烟不同生长环境下、不同叶位叶片生长模式构建,有助于准确判断和及时调节烤烟叶片生长。根据该研究原理推测:烤烟各叶位叶片在叶原基发展成叶片时可能差异很小,不同叶位叶片大小、厚度、细胞密度、细胞组织结构方面显著差异是由于不同时期、不同环境下生长过程中营养供应等方面影响的结果。由于该研究中重量方面、叶细胞化学成分、生理指标测量数据较少。如果能准确测量烤烟不同时期、不同叶位、不同生长阶段输入的有机物组成,输出的有机物组成及占自身合成的有机物的比例、输出的有机物中根、茎和各叶片不同成分差异和各自比重,将有助于对烤烟不同叶位叶片大小、厚度、细胞密度、细胞组织结构等方面进行生化原理构建,对烤烟不同时期、不同环境下叶片生长规律和生长机理进一步拓展。

参考文献

- [1] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [2] 李立,刘良教,段淑辉,等. 烤烟漂浮育苗和移栽改进方法研究进展[J]. 湖南农业科学,2014(18):9-11.
- [3] 刘良教,段淑辉,刘天波,等. 烤烟叶片不同类型的组织结构及相关因素对生长影响分析[J]. 农业开发与装备,2016(10):48-50.
- [4] 刘天波,刘良教,段淑辉,等. 烤烟生长营养推动的不同表现分析[J]. 农业开发与装备,2016(10):110-111.
- [5] 白宝璋,孔祥生,沈军队. 植物生理学[M]. 北京:中国农业出版社,1996.
- [6] 李建勇,刘良教,王翠,等. 烤烟叶片宽长比相关因素研究[J]. 安徽农业科学,2016,44(32):34-36,56.
- [7] 郑凤君,华南金秋,张立猛,等. 长宽法测定幼苗烟草叶面积的校正系数[J]. 中国烟草科学,2015,36(6):13-16.