

# 西葫芦不同节位叶片的形态解剖学数量性状研究

于龙凤<sup>1</sup>, 李富恒<sup>1</sup>, 安福全<sup>2</sup>, 谭大海<sup>1</sup>, 张 达<sup>1</sup>

(1. 东北农业大学 生命科学学院 黑龙江 哈尔滨 150030 2. 五常市职教中心, 黑龙江 哈尔滨 150200)

**摘 要:** 在自然条件下, 对西葫芦幼苗不同节位叶片的形态解剖结构进行了研究。结果表明: 节位由上至下, 叶片上、下表皮细胞密度及气孔密度呈下降趋势, 表皮细胞及气孔大小呈上升趋势, 上部叶片栅栏组织厚度与下部叶片栅栏组织厚度之间存在极显著差异, 栅栏组织厚度与海绵组织厚度比值在 0.84~0.88 之间。不同节位之间西葫芦单叶重、叶长及叶面积之间具有极显著相关性。

**关键词:** 西葫芦; 节位; 解剖结构; 叶片

**中图分类号:** S 642.6; Q 944.56 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)05-0005-04

叶片是植物进行同化和蒸腾作用的主要器官, 叶片的生长与发育状况直接影响作物的光合作用, 关系到作物产量和品质的形成, 最终影响到作物的经济效益。

西葫芦 (*Cucurbita pepo* L.) 是葫芦科南瓜属的一个栽培种, 叶片较大, 单叶互生, 略呈掌状分裂, 叶柄较长, 在我国栽培普遍。近年来, 有关低温弱光对西葫芦幼苗生长、生理生化<sup>[1]</sup> 以及西葫芦光合特性<sup>[2-4]</sup> 研究较多, 高温强光季节遮光处理对西葫芦幼苗的形态特征及光合生理特性的影响<sup>[5]</sup> 以及西葫芦主要性状相关性分析<sup>[6-7]</sup> 也有报道。但有关西葫芦幼苗形态解剖结构方面的研究鲜有报道。因此, 试验以西葫芦为试材, 从不同节位西葫芦叶片的形态解剖学数量性状入手, 研究西葫芦叶片的发育情况, 以期为提高西葫芦的产量及品质提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

西葫芦 (*Cucurbita pepo* L.): 品种为早青一代。

### 1.2 方法

1.2.1 栽培方法 试验于 2008 年在东北农业大学园艺实验站进行。选取籽粒饱满、大小一致的种子浸种催芽, 种子用温水浸种 5~6 h, 催芽温度 25℃, 胚根刚长出再降至 20℃, 1~2 d 出齐芽后, 播种于 10 cm×10 cm 的

塑料营养钵中, 出 4~5 片真叶后定植到直径为 30 cm 的花盆中, 正常管理。待叶片长到 10 叶一心时, 取整齐一致的 5 株植株分别对不同节位叶片 (心叶除外, 由下至上依次为 2、4、6、8、9、10 节位) 进行形态解剖结构数量性状的观测。

1.2.2 制片方法 叶片表皮采用印迹观察法<sup>[8]</sup>。叶片横切采用石蜡制片法: 将叶片中部至边缘的一部分叶片, 切成 5 mm×5 mm 小块, FAA 固定, 系列酒精脱水, 石蜡包埋, AO 切片机切片, 厚 8~10 μm, 番红-固绿染色。光学显微镜观察并进行显微摄影。

1.2.3 数据测量、计算与分析 对非气孔区的表皮细胞进行测量以计算表皮细胞的大小, 气孔的大小包括 2 个保卫细胞和中间的开口。细胞、气孔密度换算为 1 mm<sup>2</sup> 内的细胞、气孔个数。数据用 SPSS 分析软件进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同节位叶片的形态指标

测量了不同节位叶片的叶干重、叶面积和叶长等形态指标, 结果见表 1。由表 1 可以看出, 西葫芦单叶干重随节位上升渐呈下降趋势, 第 2 节位较第 4 节位叶片叶重稍有下降, 这与第 2 节位叶片叶面积较第 4 节位叶片叶面积小有关。且各节位单叶干重之间均存在极显著差异。单叶叶面积、叶长随节位上升数值变化趋势与单叶干重的变化趋势相同。不同节位单叶面积之间存在极显著差异, 除第 2、第 4 节位之间叶长差异不显著外, 第 4~10 节位叶长之间存在极显著差异。

西葫芦叶干重、叶长及叶面积相关性分析表明 (表 2), 西葫芦叶干重与叶长存在极显著的线性相关关系 ( $r=0.983$ ), 叶干重与叶面积以及叶长与叶面积之间都存在极显著的线性相关关系, 相关系数分别为 1.000、0.983, 也就是说, 西葫芦单叶干重、叶长及叶面积之间具有极显著相关性。

**第一作者简介:** 于龙凤 (1971-), 女, 博士, 现主要从事植物发育学方面的研究工作。E-mail: yulongfeng2222@163.com。

**通讯作者:** 李富恒 (1962-), 男, 教授, 现主要从事植物发育学方面的研究工作。E-mail: lifuheng1963@126.com。

**基金项目:** 黑龙江省自然科学基金资助项目 (C2005-32); 中国博士后科学基金资助项目 (LRB04-217); 东北农业大学科研启动基金资助项目。

**收稿日期:** 2008-12-22

表 1 西葫芦不同节位叶片形态指标比较

Table 1 The comparison of morphological indexes among different node leaves of *Cucurbita pepo* L.

节位 Node	叶干重 Leaf weight/ g	叶面积 Leaf area/ cm <sup>2</sup>	叶长 Leaf length/ cm
2	0.58Aa	73.76Aa	9.40Aa
4	0.68Bb	86.48Bb	9.50Aa
6	0.53Cc	67.40Cc	8.90Bb
8	0.46Dd	58.50Dd	8.50Cc
9	0.14Ee	17.80Ee	5.10Dd
10	0.04Df	5.09Ff	3.30Ee

注 a 表示 5% 显著水平, A 表示 1% 显著水平。

Note: ‘a’ stand for 5% significant level ‘A’ stand for 1% significant level.

2.2 不同节位叶片表皮细胞的形态特征和数量性状

通过制片观察, 西葫芦不同节位叶片上、下表皮细胞形状不同, 上部幼嫩叶片上、下表皮细胞呈规则形状, 细胞大小几乎是等直径, 细胞壁镶嵌很紧; 随着节位向

表 3 西葫芦不同节位叶片表皮细胞的解剖特征比较

Table 3 The comparison of anatomical characters among epidermal cell in different node leaves of *Cucurbita pepo* L.

节位 Node	UE				LE			
	DDOC	DOC/ $\mu$ m	SD	SS/ $\mu$ m	DDOC	DOC/ $\mu$ m	SD	SS/ $\mu$ m
2	2 640Aa	1.99Aa	760Aa	1.62Aa	3 320Aa	1.63Aa	1 080Aa	1.41Aa
4	2 760Ab	1.87Bb	600Bb	1.63Aa	3 920Bb	1.49Bb	1 200Ab	1.55Bb
6	3 480Bc	1.71Cc	520Bc	1.87Bb	4 880Cc	1.34Cc	1 200Ab	1.61BCbc
8	3 600Bd	1.68Cc	560Bbc	1.75Cc	5 840Dd	1.28Cc	1 200Ab	1.66Cc
9	6 800Ce	1.49Dd	840Ad	1.49Dd	10 520Ee	0.84Dd	1 720Bc	1.41Aa
10	13 600Df	0.74Ee	1 960Ce	0.96Ee	14 160Ff	0.71Ee	2 044Cd	0.84Dd

由表 3 可以看出, 由节位 2~10, 随着节位的上移, 上、下表皮细胞密度呈上升趋势, 且不同节位之间细胞密度存在极显著差异, 上、下表皮细胞直径呈下降趋势, 上、下表皮细胞除了 6、8 节位差异不显著外, 其余节位之间存在极显著差异。上、下表皮气孔密度随节位上升呈增加趋势, 上表皮气孔密度除第 4 节位与第 6、8 节位之间及节位 2 与节位 9 之间差异不显著外, 其余各节位之间均存在极显著差异; 下表皮气孔密度除节位 2、4、6、8 之间不显著外, 其余各节位之间均存在极显著差异; 上表皮气孔长除第 2、4 节位不显著外, 其余各节位之间均存在极显著差异; 下表皮气孔长除节位 2、9 之间及节位 4、6、8 之间差异不显著外, 其它各节位之间存在显著性差异。由于上部叶片比较小且幼嫩, 所以表皮细胞直径、气孔长较小, 细胞密度及气孔密度较大。从整株来看, 均表现为叶片上表皮细胞直径及气孔大小大于下表皮细胞直径及气孔大小, 上表皮细胞密度及气孔密度小于下表皮细胞密度及气孔密度。

从叶片横切面对表皮细胞的观察表明, 叶片为异面叶, 上、下表皮均为一层细胞构成, 细胞排列紧密, 不含叶绿体。表皮细胞连接紧密, 中间有气孔(图 1, 7)。上、下表皮均有表皮毛, 着生表皮毛处的表皮细胞向上突起, 表皮毛周围的表皮细胞较大(图 1, 6)。

2.3 不同节位叶片叶肉细胞的形态特征和数量性状

西葫芦叶片的叶肉组织发达, 分化为栅栏组织和海

下移, 上、下表皮细胞形状表现出差异, 均呈现不规则形状, 上表皮渐呈现出波浪形状, 下表皮不规则形状较明显, 细胞壁波浪状镶嵌很紧。上、下表皮均有气孔, 气孔类型为无规则型(图 1, 1~4)。

表 2 西葫芦叶重、叶长及叶面积相关性比较

Table 2 The comparison of correlation for leaf weight, leaf length and leaf area of *Cucurbita pepo* L.

	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	y
x <sub>1</sub>	1		
x <sub>2</sub>	0.983 **	1	
y	1.000 **	0.983 **	1

注: \*, \*\* 分别表示 0.05、0.01 的差异显著水平。x<sub>1</sub>: 叶重; x<sub>2</sub>: 叶长; y: 叶面积。

Note: \*, \*\* stand for 5% and 1% significant level respectively. x<sub>1</sub>: Leaf weight; x<sub>2</sub>: Leaf length; y: Leaf area.

绵组织。大多数栅栏组织由 1 层柱状细胞构成, 幼嫩叶片少数由 2 层细胞构成, 细胞较长, 含叶绿体较多, 排列整齐紧密。栅栏组织在维管束处间断, 在维管束鞘外呈弧形排列。海绵组织由多层细胞构成, 含叶绿体较少, 细胞形状不规则, 节位由下至上细胞排列由疏松到致密(图 1, 5~7)。栅栏组织厚度由下至上依次约为 798、790、787、771、769、765  $\mu$ m, 且除节位 4、6 之间栅栏组织

表 4 西葫芦不同节位叶片叶肉细胞的解剖特征比较

Table 4 The comparison of anatomical characters among mesophyllous cell in different node leaves of *Cucurbita pepo* L.

节位 Node	PT			ST			TPT/ TST
	CL	Th/ $\mu$ m	AC	CL	Th/ $\mu$ m	AC	
2	1	798a	C	4	973Aa	L	0.82Aa
4	1	790ab	C	4	942ABa	L	0.84Ab
6	1	787ab	C	4	899BCb	L	0.88Bc
8	1	771b	C	4	883Cbc	L	0.87Bc
9	1	769b	C	4	877Cbc	L	0.88Bc
10	1	765b	C	4	867C c	L	0.88Bc

注: UE: 上表皮; LE: 下表皮; PT: 栅栏组织; ST: 海绵组织; C: 细胞层数; DDO: 细胞分布密度, 单位: 个 $\cdot$ mm<sup>-2</sup>; DOC: 细胞直径; SD: 气孔分布密度, 单位: 个 $\cdot$ mm<sup>-2</sup>; SS: 气孔大小; AC: 细胞排列; Th: 厚度; TPT/TST: 栅栏组织厚度/海绵组织厚度; C: 紧密; L: 疏松。a 表示 5% 显著水平, A 表示 1% 显著水平。

Notes: UE: upper epidermis; LE: lower epidermis; PT: palisade tissue; ST: spongy tissue; CL: cell layers; DDOC: distributive density of oil cells; DOC: diameter of oil cells; SD: Stomata density; SS: Size of stomata; AC: the arraying of cells; Th: thickness; TPT/TST: thickness of palisade tissue/ thickness of spongy tissue; C: compact; L: loose ‘a’ stand for 5% significant level ‘A’ stand for 1% significant level.

厚度差异不显著外, 其余各节位之间存在显著差异, 海绵组织厚度依次约为 973、942、899、883、877、867  $\mu\text{m}$ , 除节位 6、8、9 之间差异不显著外, 其余各节位之间差异显

著。栅栏组织和海绵组织厚度比依次为 0. 82、0. 84、0. 88、0. 87、0. 88、0. 88(表 4), 除节位 6、8、9、10 之间比值差异不显著外, 其它节位之间差异显著。

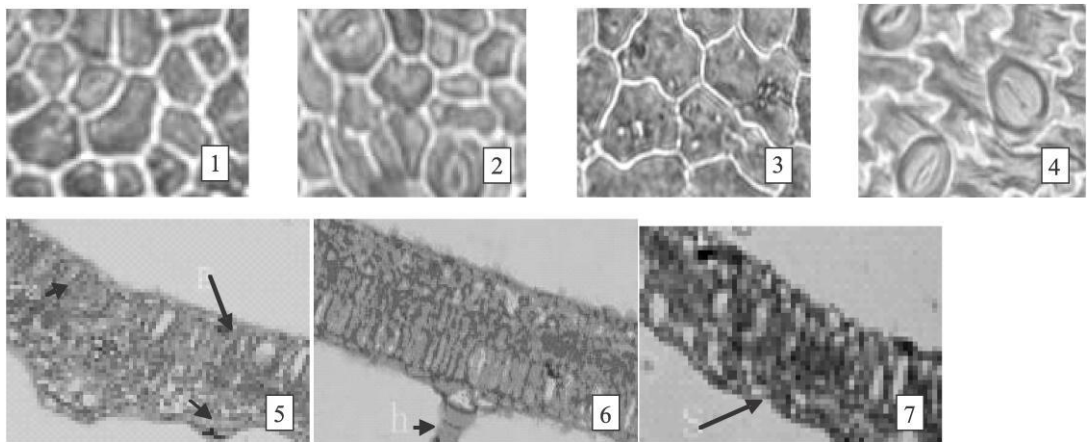


图1 光镜下叶的显微特征

注 E: 表皮; h: 表皮毛; Sp: 海绵组织; Pa: 栅栏组织; S: 气孔。1. 上部叶片上表皮( $\times 100$ ); 2. 上部叶片下表皮( $\times 100$ ); 3. 下部叶片上表皮( $\times 100$ ); 4. 下部叶片下表皮( $\times 100$ ); 5. 上部叶片横切( $\times 40$ ); 6. 中部叶片横切, 示表皮毛( $\times 40$ ); 7. 下部叶片横切( $\times 40$ )。

Fig 1 The characters of leaf under LM.

Note: E: Epidermis; h: Epidermal hair; Sp: Sponge tissue; Pa: Palisade tissue; S: Stomata. 1. Upper epidermis of upper leaf( $\times 100$ ); 2. Lower epidermis of upper leaf( $\times 100$ ); 3. Upper epidermis of lower leaf( $\times 100$ ); 4. Lower epidermis of lower leaf( $\times 100$ ); 5. Cross section of upper leaf( $\times 40$ ); 6. Cross section of central leaf showing epidermal hair( $\times 40$ ); 7. Cross section of lower leaf( $\times 40$ ).

3 讨论

叶片是进行光合作用、蒸腾作用最重要的器官。幼苗作为胚后发育的一个重要时期, 其结构具有多样性和保守性特征<sup>[9,10]</sup>, 对发育与演化研究具有重要意义。试验对西葫芦幼苗形态特征及解剖结构观察发现, 西葫芦单叶干重、叶长及叶面积之间具有极显著相关性, 也就是说, 较大的叶面积是由较大的单叶重和较长的叶长构成的。研究还表明, 具有较大的细胞直径以及气孔长就有较小的细胞密度及气孔密度, 上部叶片细胞直径及气孔长较小, 细胞密度及气孔密度较大, 而且栅栏组织 1~2 层, 下部叶片栅栏组织为 1 层。一般认为, 叶肉细胞越小, 单位面积内叶肉细胞的表面积越大, 光合速率越高, 这是因为细胞表面积与体积比的增大及叶肉细胞阻力减少的缘故<sup>[11]</sup>。周可涌, 卢川北对甘蔗研究认为: 叶肉细胞面积的扩大有利于增加光和能力。随着节位下降, 叶肉细胞逐渐增大。也就是同一体积的细胞, 如果细胞变小, 细胞数目就增多, 结果细胞总比表面积增大, 这才可能真正增加光合膜的面积。

气孔是植物体内外进行气体和水分交换的通道, 气孔密度和气孔口的大小与植物的生长有直接的关系。西葫芦不同节位的叶片, 它们的气体交换存在明显差异, 在相同的外界环境条件下, 不同节位叶片的气体交换率的差异是由于叶片生理特性的差异所致, 上位叶较

高的气体交换率表明其生理活性和光合作用的能力都较强<sup>[12]</sup>。

陈碧珍<sup>[13]</sup>认为组织比(栅栏组织厚/海绵组织厚)和栅厚/叶厚两者的比值是反映叶肉结构与光能利用的水平, 比值越高, 其光能利用率越高。研究表明上部叶片栅栏组织厚/海绵组织厚大于下部叶片, 这说明上部叶片接受光合能力较强。

参考文献

[ 1 ] 陈贵林, 乜兰春, 李建文, 等. 低温胁迫对西葫芦嫁接苗光合特性的影响[ J ]. 上海农业学报, 2000, 16( 1 ): 42-45.  
[ 2 ] 康恩祥, 陈年来, 谭雪莲. 低温弱光逆境对西葫芦幼苗生理指标的影响研究[ J ]. 甘肃农业科技, 2006( 6 ): 14-17.  
[ 3 ] 高志奎, 刘彦民, 何俊萍, 等. 西葫芦光合作用特性[ J ]. 园艺学报, 1996, 23( 3 ): 305-306.  
[ 4 ] 刘慧英, 王洪礼, 吕国华, 等. 日光温室不同光温环境对西葫芦光合效率日变化的影响[ J ]. 石河子大学学报( 自然科学版 ), 2001, 5( 3 ): 201-204.  
[ 5 ] 秦舒浩, 李玲玲. 遮光处理对西葫芦幼苗形态特征及光合生理特性的影响[ J ]. 应用生态学报, 2006, 17( 4 ): 653-656.  
[ 6 ] 杜占芬, 闫立英. 西葫芦主要性状的相关分析[ J ]. 河北农业大学学报, 2002, 25: 128-130.  
[ 7 ] 齐红岩, 山春, 李天来, 等. 不同品种金皮西葫芦生长发育规律及产量分析[ J ]. 北方园艺, 2002( 1 ): 38-39.  
[ 8 ] 胡文新, 彭少兵, 高荣芳, 等. 国际水稻研究所新株型水稻的气孔特性[ J ]. 中国农业科学, 2002, 35( 10 ): 1286-1290.  
[ 9 ] 谷安根, 陆静梅, 王立军. 维管植物演化形态学[ M ]. 长春: 吉林科学

出版社 1993: 58-61.

[10] 谷安根, 王立军. 子叶节区理论与被子植物演化形态学的进展[M].

长春: 吉林科学技术出版社 2000: 12-15.

[11] 郑丕尧, 潘波. 黑麦不同叶位叶片、叶鞘叶肉细胞形态及其功能的研究[J]. 作物学报, 1993, 19(1): 29-34.

[12] 罗俊, 张华. 能源甘蔗不同叶位叶片形态、光合气体交换及其与产量关系[J]. 应用与环境生物学报 2006 12(6): 754-760.

[13] 陈碧珍. 烤烟不同品种叶片结构的解剖观察. 福建农学院学报[J]. 1993, 22(2): 241-246.

## The Studies of Quantitative Character for Morphology and Anatomy in *Cucurbita pepo* L. Different Nodes Leaves

YU Long-feng<sup>1</sup>, LI Fu-heng<sup>1</sup>, AN Fu-quan<sup>2</sup>, TAN Da-hai<sup>1</sup>, ZHANG Da<sup>1</sup>

(1. College of Life Sciences, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China; 2. The Wuchang Occupation Schooling Center of Heilongjiang Province, Harbin, Heilongjiang 150200, China)

**Abstract:** The anatomic structures of *Cucurbita pepo* L. seedling leaves in different nodes under the natural condition were studied. The result showed that as the node from top to bottom, the density of epidermal cell and stoma became lower and the size of epidermal cell and stoma had a tendency of increase. There were extremely conspicuous differences of palisade tissue thickness between sup leaves and subjacent leaves, and the thickness proportionality of palisade tissue and spongy tissue was between 0.84~0.88. There were conspicuous correlations among leaf weight, leaf length and leaf area of different node.

**Key words:** *Cucurbita pepo* L.; Node; Anatomic structure; Leaf

## 黑龙江农情 ( 第三期 )

近期黑龙江省普遍降雨,旱情得到较大缓解,但抗春旱保春种的任务依然艰巨。有关农业专家提出抗旱保种建议意见,各地要结合实际采取有力措施大力宣传推广实施。

1. 水田区农田要抓紧整地,在返浆前平整好田面,整修好排灌工程,同时打好备用抗旱井。插秧时缺水,采用节水栽培技术,可在本田开窄沟栽秧,行间覆膜,实行间歇湿润灌溉,

丰水期恢复正常灌水。严重缺水地区或地块,可考虑修订水田生产计划,调整水田面积,改种大豆、玉米等旱田作物。注意不能破坏田间排灌工程,必要时可用于抗旱灌水和雨季排解内涝。避免使用除草剂,免得影响下茬种植。播前可深松,便于增温放寒和蓄纳雨水。

2. 旱田要按农技部门和质量技术监督部门编制的抗旱耕法安排田间作业。播前整地要

抢早,提倡以松代翻,原垄灭茬。播种要催芽座水,播期要“掏腰窝”,力争早扎根、快出苗。

3. 因干旱不能正常出苗,进而不能有效利用光热资源,造成生育期延迟时,有必要准备生育期稍短的备用品种,落雨后及时补种或毁种。

转发:黑龙江省农业委员会;黑龙江省人民政府农情办(二〇〇八年四月一日)