

# 不同果肉色泽网纹甜瓜的农艺和生理特性研究

沈 波<sup>1</sup>, 谢小波<sup>2</sup>, 张跃建<sup>2</sup>, 陈颖君<sup>1</sup>, 倪 沙<sup>1</sup>, 张逸帆<sup>1</sup>

(1. 杭州师范大学 生命与环境科学学院, 浙江 杭州 310036; 2. 浙江省农业科学院 园艺研究所, 浙江 杭州 310021)

**摘 要:**以不同果肉色泽的网纹甜瓜“浙哈1号”、“浙网2025”和“绿蜜宝”为试材,研究其果实生长阶段农艺和生理性状的变化。结果表明:3个甜瓜品种的横径相近,差别主要在纵径长度,且果实生长中期细胞大小和排列存在差异。“绿蜜宝”、“浙哈1号”和“浙网2025”的固形物含量分别是11.97%、10.8%和10.2%。果实阳面果肉红色饱和度测定显示“浙哈1号”转色较早,着色时间最长。

**关键词:**网纹甜瓜;果肉色泽;农艺;生理性状

**中图分类号:**S 652.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)01-0007-04

网纹甜瓜(*Cucumis melon* L. var. *reticulatus* Naud.) 属葫芦科甜瓜属的一个变种,是厚皮甜瓜的一种类型。不仅具有较高的糖度和品质、独特的口感和风味,还拥有优美的网状裂纹,商品价值和经济效益高<sup>[1-2]</sup>。网纹甜瓜的果肉由于所含类胡萝卜素成分和含量的差异,其色泽可主要区分为绿肉、橙肉和白肉3种。已有的对80多个厚皮甜瓜品种的测定研究结果表明,果肉白色者,类胡萝卜素含量最少;果肉绿色者,除含少量类胡萝卜素外,还含有叶绿素;果肉桔红色者,类胡萝卜素含量较高,果肉颜色与色素的含量和组成有密切关系<sup>[3]</sup>。许建兰等<sup>[4]</sup>以红肉、黄肉、白肉3种不同果肉颜色的桃为材料研究表明,不同肉色桃的果实生长发育规律及生长过程中主要糖、酸含量变化等存在品种间的差异;与黄肉和白肉桃相比,红肉桃果实中类胡萝卜素含量与花色苷含量呈显著正相关,叶绿素a/b比值与花色苷含量呈极显著负相关<sup>[5]</sup>。杨祥燕等<sup>[6]</sup>以深黄色果肉的巴厘种和浅黄色果肉的卡因种菠萝为材料的研究表明, $\beta$ -胡萝卜素是造成2个品种菠萝果肉的类胡萝卜素积累量及外观色泽差异的主要因素之一。

网纹甜瓜是一种比较高档的甜瓜品种,近年来深受消费者欢迎。在商业栽培品种的选育和栽培措施制定时,应当选择外形和果皮、果肉颜色适宜的品种。不仅因为颜色是评价食品质量的首要直观标志之一,而且不同色泽果肉所含的类胡萝卜素成分,对人体有一定的保健功能。现以3种不同果肉色泽的网纹甜瓜为试材,研究其生长发育过程中的农艺和生理变化,探讨果肉外观

色泽差异形成的生理生化基础,为品种选育和栽培措施的改进提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以不同果肉色泽的网纹甜瓜“浙哈1号”(橙肉)、“浙网2025”(白肉)和“绿蜜宝”(绿肉)为试材。

### 1.2 试验方法

2008年7~9月在浙江省农业科学院试验基地播种、定植、授粉,单蔓整枝,1株1瓜。在盛花期选取相同或相近的结瓜部位(生长状况相对一致的植株),对盛开当日的结实花进行挂牌标识,每5d取样1次,每次10~15个果实,共计10次。

### 1.3 项目测定

1.3.1 横径和纵径测定 用游标卡尺非破坏性地测量果实的横径和纵径。横径以果实中膨胀最大处为准,纵径以果实两端为准。在开始结果后每隔5d测量1次,取平均值代表该果实该时期果径的大小。

1.3.2 鲜重的测定 将果实逐一用电子天平称重后,取其平均值,再将样品-75℃保存。

1.3.3 叶片叶绿素含量的测定 用叶绿素仪非破坏性地测定叶片(连接果实的那片叶子),每张叶片测15~20个点,取平均值代表该叶片该时期的叶绿素含量。

1.3.4 TSS含量测定 用滴管从果肉的提取液中取出1滴,置于糖度计中,测定甜瓜果肉中糖度的百分含量。

1.3.5 果实色差检测 用TC2PIIG色差自动检测计(北京光学仪器厂生产)采用“CIELAB”表色系统(Voss1992)测定果实阳面果肉a值(红色饱和度),单果重复10次。

1.3.6 甜瓜细胞切片观察 将生长中期的甜瓜果实中果皮切割成小块,分别放在FAA固定液中过夜处理。固定组织通过脱水、透明、透蜡、包埋、染色、封片制成永

**第一作者简介:**沈波(1965-),男,浙江象山人,博士,教授,现主要从事植物生理学研究。E-mail: bshen65@163.com。

**基金项目:**杭州市高校重点实验室科技创新资助项目(20070232H11)。

**收稿日期:**2011-09-26

久石蜡切片,镜检观察果皮细胞形态。

## 2 结果与分析

### 2.1 果实大小和重量的变化

由图1可知,网纹甜瓜果实发育过程中,横纵径具有基本一致的变化趋势。果实发育前期横纵径的增长速率都较快,果实膨大速度最快,中期果实膨大速度变慢。在果实发育前期,3个品种果实纵径的增长速率比横径大,即果实表现为先纵向生长,后横向生长。在中后期,纵径和横径的增长速率较小,在后期横纵径的增长基本停止。

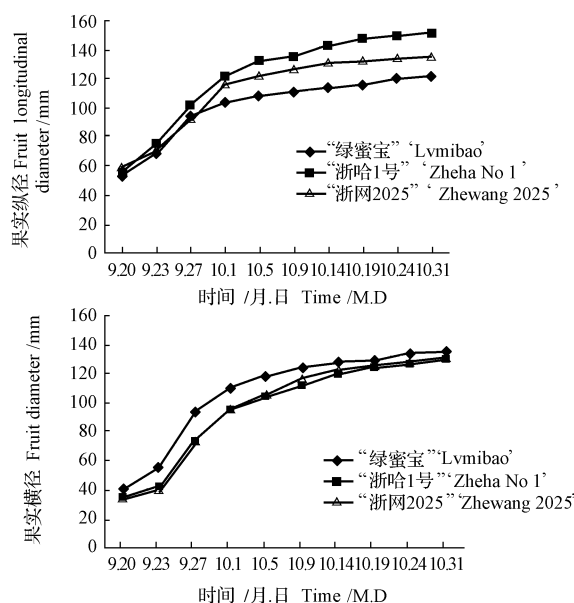


图1 不同网纹甜瓜果实生长阶段果实横径和纵径的变化

Fig. 1 Changes of diameter and longitudinal diameter of fruit in different netted melons during fruit development

由图2可知,3个品种果实的生长从9月23日起,基本呈快速增长的趋势,果实重量增加明显。相比较而言,“绿蜜宝”在生长中期略有停滞,后期增速低于“浙网2025”和“浙哈1号”。至果实成熟时,“浙哈1号”重量最大,平均果重为1 313 g,其次是“绿蜜宝”1 286 g,“浙网2025”为1 215 g。

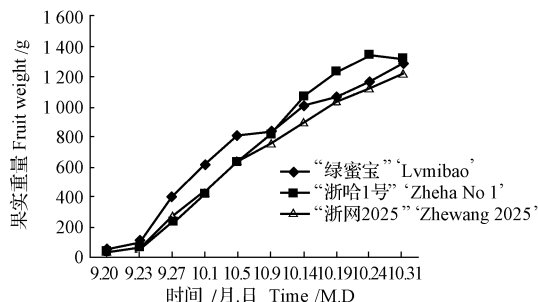


图2 不同网纹甜瓜果实生长阶段果实重量的变化

Fig. 2 Changes of fruit weights in different netted melons during fruit development

### 2.2 网纹甜瓜发育过程中叶绿素含量的变化

由图3可知,3个品种的叶片叶绿素含量的变化趋势基本一致。在前期和中期,叶绿素含量均保持较高含量,波动较少,但“浙哈1号”叶绿素含量最多,其次是“绿蜜宝”和“浙网2025”。在生长末期,叶绿素含量明显下降,3个品种叶片的叶绿素含量比初期减少近一半。

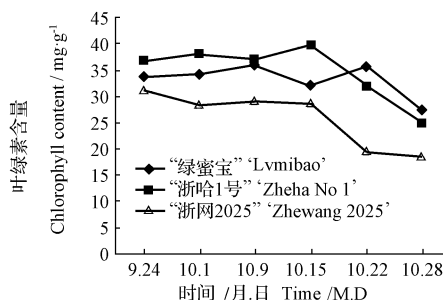


图3 不同网纹甜瓜果实生长阶段叶片叶绿素含量的变化

Fig. 3 Changes of chlorophyll contents in different netted melons during fruit development

### 2.3 总可溶性固形物(TSS)含量的变化

由图4可知,在授粉后24 d内,3个品种果实的固形物含量相对稳定,碳水化合物增加不明显。之后固形物含量呈现迅速增加的状态,相伴果肉的成熟,TSS含量快速上升,在果实成熟时达到最高峰。“绿蜜宝”、“浙哈1号”和“浙网2025”的固形物含量分别是11.97%、10.8%和10.2%。

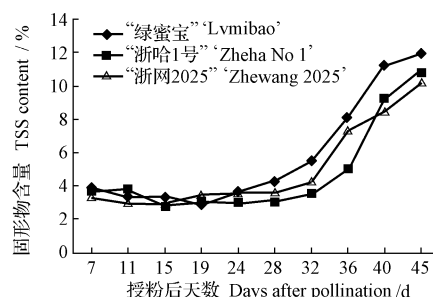


图4 不同网纹甜瓜授粉后果实TSS含量的变化

Fig. 4 Changes of TSS contents in different netted melons after pollination

### 2.4 果实色差变化

应用色差自动检测计测定果肉a值(红绿色差)的变化。由表1可知,随着果实发育进程,“浙哈1号”的a值(果实红色饱和度)在10月9~14日最早从“—”(绿)变“+”(红),较“浙网2025”提前10 d,表明“浙哈1号”转色较早,着色时间最长。“绿蜜宝”在整个果实发育阶段a值均呈负值,没有明显转色变化。成熟时“浙哈1号”、“浙网2025”和“绿蜜宝”3个品种的a值分别是22.21、0.74和-3.48,果肉颜色分别呈橙色、白色和绿色。这种变化主要是果肉中所含类胡萝卜素和叶绿素含量的动态变化引起<sup>[7-8]</sup>。

表 1 不同网纹甜瓜果实生长阶段果肉 a 值的变化

Table 1 Changes of a value of fruit in different netted melons during fruit development

| 品种                          | 日期 / 月一日      Date / M-D |        |        |        |         |         |         |         |        |
|-----------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|
|                             | 9—27                     | 10—1   | 10—5   | 10—9   | 10—14   | 10—19   | 10—24   | 10—31   | 11—5   |
|                             | Sept. 27                 | Oct. 1 | Oct. 5 | Oct. 9 | Oct. 14 | Oct. 19 | Oct. 24 | Oct. 31 | Nov. 5 |
| “绿蜜宝”<br>‘Lvmbao’           | —6.17                    | —5.48  | —4.35  | —4.87  | —3.49   | —3.53   | —3.45   | —3.68   | —3.48  |
| “浙哈 1 号”<br>‘Zheha No 1’    | —5.39                    | —5.14  | —3.28  | —0.45  | 5.07    | 6.87    | 15.08   | 18.37   | 22.21  |
| “浙网 2025”<br>‘Zhewang 2025’ | —7.27                    | —5.74  | —3.87  | —1.23  | —0.44   | —0.29   | 0.26    | 0.38    | 0.74   |

### 2.5 果肉组织切片观察

从果实发育中期果肉组织切片的观察来看(图 5),“浙网 2025”细胞排列规则,但细胞间隙较小,而“绿蜜宝”和“浙哈 1 号”的细胞呈不规则排列,大小不均,细胞间隙较大。

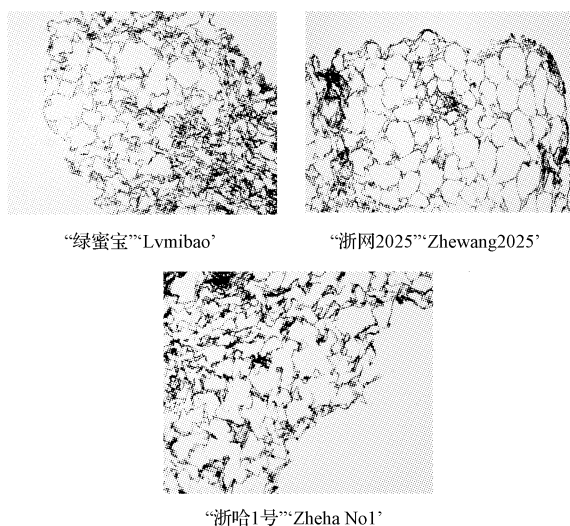


图 5 不同网纹甜瓜成熟过程中果肉的切片图

Fig. 5 Flesh section in different netted melons during fruit development

### 3 结论与讨论

该试验结果表明,“绿蜜宝”、“浙哈 1 号”和“浙网 2025”在果实发育中有一定的规律和差异。果实发育前期果实膨大速度最快,果实表现为先纵向生长,后横向生长;发育中期果实膨大速度变慢,发育后期果实膨大速度最慢,且在 3 个品种也变现出果实大小的差异,也可以说是果肉厚度的差异。在果形方面,3 个甜瓜品种的横径相近,差别主要在纵径长度,依次是“浙哈 1 号”>“浙网 2025”>“绿蜜宝”。Higashi 等<sup>[9]</sup>认为,不同基因型甜瓜果皮细胞的数量差别是引起果实大小的主要原因。在该试验中,“绿蜜宝”、“浙哈 1 号”和“浙网 2025”在果实生长中期有细胞大小和排列的差异,但对其发育动

态尚需进一步的研究。

果实中蔗糖等固形物含量的多少是决定网纹甜瓜品质的一个重要指标,不仅体现了网纹甜瓜的营养价值,也决定了果实的口感<sup>[10-12]</sup>;类胡萝卜素则是决定水果、蔬菜内在营养品质的重要指标,也是影响果实外观品质和花卉观赏价值的重要因素<sup>[13-14]</sup>。试验结果表明,TSS 含量在网纹甜瓜成熟阶段的变化并不是呈直线型的,而呈明显的转折上升趋势;在初期叶绿素含量较高,TSS 含量较低,果肉呈现绿色,主要是植株的生长阶段,此时的果实较小,形态相似,口感比较涩,没有甜味和清香味;在中期叶绿素含量维持在一定状态,TSS 含量增加,果肉转色呈现红色,但增长幅度都不大,处于缓慢增长时期,网纹出现,果实生长到一定形态;在后期 TSS 含量急剧增加,这也决定了甜瓜的品质。叶绿素含量出现最低值,说明植株的生长缓慢,主要是营养物质的积累,尤其是糖类等 TSS 的累积。

### 参考文献

- [1] 徐志红,徐永阳,刘君璞,等. 甜瓜种质资源遗传多样性及亲缘关系研究[J]. 果树学报,2008,25(4):552-558.
- [2] 马克奇,陈年来,王鸣. 甜瓜优质栽培理论与实践[M]. 北京:中国农业出版社,2001.
- [3] 李炜,蔺定运. 厚皮甜瓜果肉颜色与类胡萝卜素关系的研究[J]. 西北农业学报,1997,6(1):65-68.
- [4] 许建兰,马瑞娟,俞明亮,等. 不同果肉颜色桃果实发育阶段糖、酸和叶绿素含量变化[J]. 江苏农业科学,2010(4):131-133.
- [5] 许建兰,马瑞娟,俞明亮,等. 红肉桃果实发育过程中果肉色素含量的变化[J]. 江苏农业学报,2010,26(6):1347-1351.
- [6] 杨祥燕,蔡元保,孙光明. 菠萝果肉颜色的形成与类胡萝卜素组分变化的关系[J]. 果树学报,2010,2(1):135-139.
- [7] 高飞飞,尹金华,陈大成,等. 荔枝果皮叶绿素、类胡萝卜素、花色苷的形成规律及其对果色的影响[J]. 华南农业大学学报,2000,21(1):16-18.
- [8] 陶俊,张上隆,张良诚,等. 柑橘果皮颜色的形成与类胡萝卜素组分变化的关系[J]. 植物生理与分子生物学报,2003,29(21):121-126.
- [9] Higashi K, Hosoya K, Ezura H. Histological analysis of fruit development between two melon genotypes setting a different size of fruit[J]. J. Exp Bot, 1999,399:1593-1597.
- [10] Villanueva M J, Tenorio M D, Esteban M A, et al. Compositional changes during ripening of two cultivars of muskmelon fruits[J]. Food Chemistry, 2004,87:179-185.
- [11] Zhang M F, Li Z L. A comparison of sugar-accumulating patterns and relative compositions in developing fruits of two oriental melon varieties as determined by HPLC [J]. Food Chemistry, 2005,90:785-790.
- [12] 张明方,李志凌,陈昆松,等. 网纹甜瓜发育果实糖分积累与蔗糖代谢参与酶的关系[J]. 植物生理与分子生物学报,2003,29(5):455-462.
- [13] 惠伯棣. 类胡萝卜素化学及生物化学[M]. 北京:中国轻工业出版社,2005.
- [14] 陶俊,张上隆,徐建国,等. 柑橘果实主要类胡萝卜素成分及含量分析[J]. 中国农业科学,2003,36(10):1202-1208.

# 不同生防菌对黄瓜根际土壤微生物数量及土壤酶活性的影响

尹淑丽<sup>1,2</sup>, 麻耀华<sup>1,2</sup>, 张丽萍<sup>1,2</sup>, 张根伟<sup>1,2</sup>, 黄亚丽<sup>1,2</sup>, 梁然<sup>3</sup>

(1. 河北省科学院 生物研究所, 河北 石家庄 050081; 2. 河北省主要农作物病害微生物控制工程技术研究中心, 河北 石家庄 050081;

3. 鹿泉铜冶农业技术推广区域站, 河北 石家庄 050200)

**摘要:**采用盆栽试验的方法,于播种时穴施单一生防菌细菌 D、放线菌 317 和木霉菌,研究黄瓜不同生育时期根际土壤中微生物数量及酶活性的动态变化。结果表明:细菌 D 和放线菌 317 的施入利于细菌和放线菌数量的增加,同时有效控制土壤中真菌数量的增加;木霉菌的施入利于土壤中放线菌真菌数量的增加;3 个菌株对根际土壤中蔗糖酶、脲酶和过氧化氢酶都有促进的作用,在拉秧期各酶活达到最大值。拉秧期的结果表明,接种细菌 D 和放线菌 317 的处理可提高根际土壤中细菌的数量,降低真菌的数量,对放线菌数量的影响不明显;接种木霉处理可明显提高根际土壤中放线菌和真菌的数量,对细菌的数量影响不明显;3 个菌株处理细菌与真菌数量比约为对照的 1~2 倍,放线菌与真菌的数量比约为对照的 1~3 倍。细菌 D、放线菌 317 和木霉处理均可提高黄瓜根际土壤中过氧化氢酶、蔗糖酶及脲酶的活性。

**关键词:**生防菌;黄瓜根际;微生物数量;土壤酶活

**中图分类号:**S 642. 206<sup>+</sup>. 1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)01-0010-05

随着种植业结构的调整,日光温室和大棚面积不断增加,设施环境给蔬菜真菌病害的发生、发展提供了适宜的条件,致使其发生种类、数量及危害程度逐年增加,严重影响蔬菜的产量和品质。黄瓜枯萎病是一种严重危害黄瓜的土传性真菌病害<sup>[1]</sup>,其病原为镰孢菌属的尖

孢镰刀菌 *Fusarium oxysporum*,一般发病率为 20%~50%,严重时可达 80%以上。长期以来对其防治主要依赖于化学农药,施用化学农药虽有一定的效果,但对人畜健康的影响及其对生态环境的威胁日益受到社会的普遍关注,因此生物防治以其无污染、持效期长、环境兼容性好的特点在农业生产中愈来愈显得重要。

宋以星<sup>[2]</sup>利用芽孢杆菌 B1 在苗期防治黄瓜枯萎病菌,其防效达 70.10%。滕安娜<sup>[3]</sup>利用木霉防治黄瓜枯萎病菌,其效果显著。郭敏、王光华等<sup>[4-5]</sup>利用 2 株生防菌防治黄瓜枯萎病,明显且具有增效作用。段春梅<sup>[6]</sup>等施用由 3 种放线菌组成的放线菌剂可显著促进黄瓜生

**第一作者简介:**尹淑丽(1979-),女,硕士,助理研究员,现主要从事农作物生物防治等研究工作。E-mail: yslbaihelr@126.com。

**基金项目:**河北省自然科学基金资助项目(C110412);国家农业成果转化基金资助项目(2010GB2A200041)。

**收稿日期:**2011-11-03

## The Agronomic and Physiological Traits in Muskmelon Varieties with Different Flesh Color

SHEN Bo<sup>1</sup>, XIE Xiao-bo<sup>2</sup>, ZHANG Yue-jian<sup>2</sup>, CHEN Ying-jun<sup>1</sup>, NI Sha<sup>1</sup>, ZHANG Yi-fan<sup>1</sup>

(1. College of Life and Environmental Sciences, Hangzhou Normal University, Hangzhou, Zhejiang 310036; 2. Institute of Horticulture, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou, Zhejiang 310021)

**Abstract:** By using three species of different flesh color muskmelon 'Zheha No. 1', 'Zhewang 2025' and 'Lvmbao' as materials, the changes of the agronomic and physiological traits were measured during fruit development. The results showed that three melon varieties had same fruit diameter, but with different longitudinal diameter. Meanwhile, there were the differences in cell size and arrangement among three melon varieties. The TSS contents of 'Zheha No. 1', 'Zhewang 2025' and 'Lvmbao' were respectively 11.97%, 10.8% and 10.2%. Based a value of fruit measured in three melon varieties, 'Zheha No. 1' had early color-changed period, and long fruit coloration.

**Key words:** muskmelon; flesh color; agronomy; physiological traits