

9 种常见绿化树木滞尘量差异性比较

张家洋, 鲜靖苹, 邹 曼, 李 慧*

(新乡学院 生命科学与技术系, 河南 新乡 453003)

摘要: 为了揭示新乡城市绿化树种的滞尘规律, 选择 3 个功能区 9 种绿化树木对其叶片滞尘量进行分析。结果表明, 悬铃木、构树、紫叶李、女贞、国槐、凤尾兰、栾树、大叶黄杨和白蜡单叶滞尘量分别为 11.591、5.313、2.841、2.146、1.698、1.517、1.325、1.142、0.635 mg, 其中, 悬铃木与构树、紫叶李具有显著性差异, 与其他树种具有极显著性差异, 白蜡与构树具有显著性差异。国槐、凤尾兰、紫叶李、大叶黄杨、构树、栾树、女贞、悬铃木和白蜡叶片单位面积滞尘量分别为 0.385、0.321、0.310、0.241、0.166、0.128、0.097、0.088、0.054 mg/cm²。国槐、凤尾兰、紫叶李叶片单位面积滞尘能力较强, 悬铃木、女贞、白蜡相对较弱, 大叶黄杨、构树、栾树居中。树种和功能区对树木叶片单位面积滞尘量有极显著影响。

关键词: 绿化树木; 滞尘; 新乡市

中图分类号: S688 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2012)11-0121-05

Difference Analysis on Dust Detention of 9 Common Afforestation Trees

ZHANG Jia-yang, XIAN Jing-ping, ZOU Man, LI Hui*

(School of Life Science and Technology, Xinxiang University, Xinxiang 453003, China)

Abstract: In order to reveal the dust detention laws of city green trees in Xinxiang, 9 afforestation trees were selected from three functional districts, and the amount of dust detention was analysed. The results indicated that the amount of unifoliate dust detention of *Platanus hispanica*, *Papermulberry*, *Prunus cerasifera*, *Ligustum lucidum*, *Sophora japonica* Linn., *Yucca gloriosa*, *Koelreuteria paniculata*, *Buxus megistophylla*, *Fraxinus chinensis* was respectively 11.591 mg, 5.313 mg, 2.841 mg, 2.146 mg, 1.698 mg, 1.517 mg, 1.325 mg, 1.142 mg and 0.635 mg, and unit area dust detention of *Sophora japonica* Linn., *Yucca gloriosa*, *Prunus cerasifera*, *Buxus megistophylla*, *Papermulberry*, *Koelreuteria paniculata*, *Ligustum lucidum*, *Platanus hispanica* and *Fraxinus chinensis* was respectively 0.385 mg/cm², 0.321 mg/cm², 0.310 mg/cm², 0.241 mg/cm², 0.166 mg/cm², 0.128 mg/cm², 0.097 mg/cm², 0.088 mg/cm² and 0.054 mg/cm². The capture of particulate pollution by *Sophora japonica* Linn., *Yucca gloriosa* and *Prunus cerasifera* was the best, but *Platanus hispanica*, *Ligustum lucidum*, and *Fraxinus chinensis* gave the worst results, *Buxus megistophylla*, *Papermulberry* and *Koelreuteria paniculata* were in the intermediate level. As far as unifoliate dust detention, in comparison to *Papermulberry* and *Prunus cerasifera*, *Platanus hispanica* had striking difference, and significant difference was found between *Platanus hispanica* and the other, between *Fraxinus chinensis* and *Papermulberry*. Trees and the functional district had significant effect on the amount of unit area dust detention.

Key words: afforestation trees; dust detention; Xinxiang city

收稿日期: 2012-06-11

基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2009BADB2B0601)

作者简介: 张家洋 (1977-), 男, 河南信阳人, 讲师, 硕士, 主要从事环境生态学研究。E-mail: zhangjiayang007@yahoo.com.cn

* 通讯作者: 李 慧 (1958-), 女, 山东单县人, 教授, 本科, 主要从事环境生物学研究。E-mail: 13526543844@163.com

随着社会发展和城市的进步,人类对自然的破坏越来越严重,造成人与自然之间的矛盾也日益突出,工业生产及城市人为活动使生态环境恶化,空气污染加剧,有害气体及粉尘增多。城市绿化树木是城市森林生态系统的重要组成部分,也是改善环境的重要载体,不但有调节气候、杀菌、吸毒等方面的功能,而且对阻滞、吸附粉尘起着不可代替的作用。近年来,国内外许多学者开展了城市绿化树种的滞尘效益研究,一方面是关于树种的滞尘机制研究^[1-6],另一方面是关于时间(季节)变化对不同树木叶片滞尘量的影响^[7-10]研究。另外,还有许多学者对华北地区^[3,11-13]、东北地区^[14-15]、华东地区^[5,16-23]、华南地区^[24-26]、西南地区^[27]部分城市,以及华中地区武汉市^[28]、西北地区银川市^[29]分别开展了不同形式的植物滞尘效应研究,而针对中原地区尤其是豫北工业城市新乡市常见绿化树木滞尘规律的研究鲜见报道。鉴于此,通过对新乡城市污染状况进行调查,选择 3 个功能区 9 种绿化树木对其滞尘规律进行分析,以期新乡市大气环境治理提供理论参考。

1 材料和方法

1.1 植物材料

根据新乡市功能分区状况设立采样点,在每个功能区选取常见道路绿化树木 9 种,树木的胸径和高低尽量保持一致,生长状况见表 1。3 个功能区包括工业区(GYQ)、文教区(WJQ)和闹市区(NSQ),其位置分别位于化工路、新乡学院校园和平原路。

表 1 所选树木生长状况

名称	胸径/cm	树高/m	简称
悬铃木 <i>Platanus hispanica</i>	12.30~13.45	14.11~15.75	XL
国槐 <i>Sophora japonica</i> Linn.	7.50~10.50	9.50~11.20	GH
紫叶李 <i>Prunus cerasifera</i>	5.50~6.70	2.70~3.60	ZY
女贞 <i>Ligustrum lucidum</i>	6.50~6.90	8.00~8.35	NZ
白蜡 <i>Fraxinus chinensis</i>	6.40~8.20	7.55~10.10	BL
栾树 <i>Koelreuteria paniculata</i>	7.50~10.30	8.50~11.30	LS
大叶黄杨 <i>Buxus megistophylla</i>	3.20~3.70	3.00~4.10	DY
构树 <i>Papernulberry</i>	6.70~8.50	8.50~10.35	GS
凤尾兰 <i>Yucca gloriosa</i>	—	1.20~1.40	FW

1.2 样品采集、处理与测定

于 2011 年秋季的雨后第 4 天(10 月 2 日,8:50—11:40)在各采样点选择生长健康的绿化树种,同一树种胸径、树高、生长情况等基本保持一致,在各采样点对每个树种采集 3~4 株,采样位置选择

树冠外围东南西北 4 个方向,同时考虑树冠垂直方向梯度变化,上、中、下部位兼顾,多点采样,采集过程中尽量避免抖动,以免叶片上的灰尘脱落,将采集后的叶片小心封存于自封塑料袋中并带回实验室处理。具体过程:(1)将样品用蒸馏水浸泡 4 h,浸洗下叶片上附着物,用镊子将叶片小心夹出,用已烘干且称质量(m_1)的滤纸过滤浸洗液,将滤纸于 70 ℃下烘 24 h,再以德国赛多利斯万分之一天平称质量(m_2),2 次质量之差即采集样品上所附着的降尘颗粒物质量,每个样品平行测定 3 组滞尘量。(2)分别采集各试验树种的叶片 10~60 片,在室内用打孔器打孔。将 10~60 个小圆片称质量,根据小圆片质量和面积与全部叶质量和面积的比例关系,计算出全部叶面积(s)。并计算单叶滞尘量和单位面积滞尘量,公式如下:单位面积滞尘量= $(m_2 - m_1)/s$,单叶滞尘量=测试树种所有叶片滞尘量/叶片数目。

1.3 数据处理

原始数据的统计、分析及图表制作采用 Excel、SPSS 17.0 和 Word 2003 软件完成。

2 结果与分析

2.1 各树木叶片单叶滞尘量分析

对新乡市常见绿化树木单叶滞尘量在功能区上的差异性进行分析(表 2),结果表明,工业区和闹市区各树木的单叶滞尘量位居文教区之上,具体地说,工业区的悬铃木、国槐、白蜡、栾树、大叶黄杨单叶滞尘量居各功能区首位,闹市区的紫叶李、女贞、凤尾兰、构树单叶滞尘量居各功能区首位,不同功能区相同树种叶片单叶滞尘量变化幅度大,工业区的悬铃木单叶滞尘量(15.908 mg)是文教区(3.267 mg)的 4.87 倍,闹市区的紫叶李(4.690 mg)是文教区(1.403 mg)的 3.34 倍,工业区的大叶黄杨(2.006 mg)是文教区(0.541 mg)的 3.71 倍。单叶面积(X)是不同种类树木单叶滞尘量(Y)存在较大差异的重要影响因素之一,对 3 个功能区各树种单叶滞尘量与单叶面积作线性关联分析($Y=8.808X+0.931, R^2=0.715$),结果表明相关性极显著($P<0.01$)。各种树木单叶滞尘量平均值大小顺序依次为:悬铃木>构树>紫叶李>女贞>国槐>凤尾兰>栾树>大叶黄杨>白蜡。利用单因素 ANOVA 对各种树木单叶滞尘量的差异性进行分析,结果表明,悬铃木单叶滞尘量与构树、紫叶李具有显著性差异($P=0.01<0.05$),与其他树种具有极显著性差异($P=0.001<0.01$),白蜡与构树具有显著性差异($P=0.043<0.05$)。

表 2 不同功能区各树木的单叶滞尘量 mg

树种简称	GYQ	NSQ	WJQ	平均值
XL	15.908	15.600	3.267	11.591
GH	2.034	1.504	1.557	1.698
ZY	2.431	4.690	1.403	2.841
NZ	2.536	2.725	1.179	2.146
BL	0.786	0.668	0.450	0.635
LS	1.610	1.306	1.060	1.325
DY	2.006	0.880	0.541	1.142
FW	1.753	1.923	0.875	1.517
GS	4.417	8.275	3.248	5.313
平均值	3.720	4.175	1.509	3.134

2.2 各树木叶片单位面积滞尘量分析

城市不同功能区污染程度对植物截留粉尘影响显著^[7-8],对新乡城市 3 个功能区各种常见树木叶片单位面积的滞尘量进行了测定(表 3),结果表明,多数树木叶片单位面积滞尘量空间分异明显,工业区的悬铃木、国槐、白蜡、大叶黄杨单位面积滞尘量居各功能区首位,闹市区的紫叶李、女贞、构树、凤尾兰居各功能区首位,工业区和闹市区的栾树相当。部分树种叶片单位面积滞尘量空间变异较大,如悬铃木、大叶黄杨,工业区分别是文教区的 4.42 和 4.24 倍;凤尾兰、构树叶片单位面积滞尘量,闹市区是文教区的 4.32 和 4.28 倍。利用单因素 ANOVA 对各树种叶片单位面积滞尘量的差异性进行分析,结果表明,悬铃木、国槐、紫叶李、大叶黄杨在 3 个功能区之间差异显著,而女贞仅在闹市区和文教区之间有显著性差异,白蜡仅在工业区和文教区之间有显著性差异。对 3 个功能区各种树木叶片单位面积滞尘量平均值进行比较,结果表明,国槐、凤尾兰和紫叶李较高,大叶黄杨、构树和栾树居中,女贞、悬铃木和白蜡较低。单因素多重分析结果表明,树种和功能区对树木叶片单位面积滞尘量有极显著影响($P<0.001$)。

表 3 不同功能区各树木叶片单位面积滞尘量 mg/cm²

树种简称	GYQ	NSQ	WJQ	平均值
XL	0.137±0.016a	0.095±0.027b	0.031±0.005c	0.088
GH	0.637±0.088a	0.344±0.059b	0.174±0.009c	0.385
ZY	0.251±0.040b	0.531±0.072a	0.148±0.020c	0.310
GS	0.117±0.033b	0.308±0.074a	0.072±0.020bc	0.166
NZ	0.106±0.030ab	0.121±0.033a	0.064±0.009b	0.097
BL	0.064±0.006a	0.053±0.005ab	0.046±0.011b	0.054
LS	0.149±0.012a	0.149±0.012a	0.086±0.007b	0.128
DY	0.458±0.015a	0.157±0.012b	0.108±0.014c	0.241
FW	0.368±0.039a	0.484±0.115a	0.112±0.127b	0.321

注:同行不同字母表示差异显著($P<0.05$)。

3 结论与讨论

一般来说,树木叶片滞尘以几种方式同时进行:一是停着或滞留,降尘随机落在叶表面,叶片光滑的多为停着,如白蜡等,这种滞留很容易被风刮起;二是附着,叶片宽大、粗糙、有绒毛,如构树等,这种方式滞尘比较稳定;三是粘着,粘着的灰尘要在大雨冲击下才能被部分清洗,这种方式最稳定,因此,以粘着和附着为主的叶片滞尘能力较强^[1-3,7]。

本研究结果表明,单叶滞尘量与单叶面积之间存在一定的正相关关系,因此,单叶面积较大可能是导致供试树木悬铃木、构树单叶滞尘量多的重要原因之一,另外,单叶滞尘量与植物叶面毛被密度也相关^[5,30]。张莉^[8]研究表明,女贞全年单叶滞尘量大于悬铃木。俞学如^[30]对南京市道路绿化树种研究表明,几种绿化树木全年平均单叶滞尘量排序为构树>悬铃木>大叶黄杨>女贞。而本研究结果得出悬铃木>构树>女贞>大叶黄杨,结论不一致,原因可能是本研究时间仅定在秋季,代表性有所欠缺。黄慧娟^[31]研究保定市常见绿化树种环境效应,结果表明,雨后第 7 天,道路旁的悬铃木单叶滞尘量大于校园的,与本研究结果相似,但国槐单叶滞尘量道路旁高,校园低,而本研究结果表明,校园略大于闹市区的道路旁。

一般认为,树木滞尘能力通过单位面积滞尘量来体现。本研究发现,悬铃木、女贞、白蜡滞尘能力相对较差,国槐、凤尾兰和紫叶李较强,大叶黄杨、构树、栾树居中,原因可能是国槐叶片表面自由能高,凤尾兰和紫叶李叶片表面结构粗糙,但是滞尘能力大小最终受多种因素影响,与树种叶面气孔数量、毛被密度、叶表面结构、叶片表面润湿性和表面自由能有关。有学者研究显示^[30],植物滞尘量随着气孔数量的增加而增加,在 200 倍的电镜下,悬铃木每个视野有 10 个气孔密度,构树有 40 个,在 400 倍的电镜下,悬铃木每个视野有 18 个气孔密度,大叶黄杨有 24 个;叶面毛被密度也是影响植物滞尘的重要因素,悬铃木主要是分支毛,虽然枝杈多,但总体数量少,构树上表皮主要以刚毛为主,相对较稀疏,下表皮多为棉毛且长而密,交织在一起,能较好地固定粉尘^[30];大叶黄杨虽气孔数量相对较多,但它和女贞、白蜡都具有蜡质表层或光滑的叶表面,影响滞尘能力的发挥^[5];叶面接触角的大小是反映润湿性的主要指标,叶片接触角较大时,由于叶片表面表皮细胞

突起,角质层折叠,导致颗粒物与叶片表面的亲和力较小^[1],反之,叶片表面的微观结构凸凹不平,具有沟状组织等,滞留的粉尘不易从叶面脱落^[4];叶片表面自由能主要表现为分子间色散力的作用,而极性分量对表面自由能的贡献相对较小^[2]。王会霞等^[4]研究表明,叶片滞尘量与接触角呈显著负相关,与表面自由能呈显著正相关,悬铃木、国槐、栾树叶片正面对接触角大于 90°,其色散分量占表面自由能的 90%以上,而大叶黄杨和女贞叶片正面对接触角小于 90°,其色散分量占表面自由能的 80%以下,这表明各种树木滞尘能力大小受多个内部因素的影响,有促进的也有限制的,最终决定于各自贡献的分量。

李海梅等^[5]、王月菡^[7]和俞学如^[30]研究不同树木滞尘能力,结果分别为,大叶黄杨>女贞>悬铃木,悬铃木>大叶黄杨>女贞>白蜡,构树>大叶黄杨>悬铃木>女贞,而本研究却得出大叶黄杨>构树>女贞>悬铃木的结论。还有学者研究显示^[8],女贞滞尘能力在相对清洁的校园和公园大于交通繁忙的公路旁,这与本研究结论相反,原因可能是该学者在交通繁忙的公路旁采集到的是女贞的新叶片(因女贞为常绿树种,春夏换新叶),具体原因有待进一步研究,悬铃木在污染区滞尘能力强,与笔者观点相同。李瑞雪等^[13]对石家庄市不同样点大叶黄杨叶片的滞尘量进行研究,结果表明,在晴朗或多云微风条件下,滞尘能力大小排序为北二环地区>西郊>东郊>火车站附近>博物馆周边。史晓丽^[32]对不同地点树种滞尘能力进行比较发现,道路旁国槐、白蜡、构树、紫叶李和大叶黄杨 21 d 的滞尘总量分别是校园的 1.722、1.763、1.732、2.196、1.410 倍。本研究的大多数树种在污染区单位叶面积滞尘量也大于清洁区的,两者研究结果相似。

不同植物类型的滞尘能力有较大差异,郑少文等^[12]认为,落叶乔木的滞尘量大于灌木;王蓉丽等^[21]认为,不同类型园林植物的综合滞尘能力为常绿乔木>常绿灌木>落叶灌木>落叶乔木;黄慧娟^[31]认为,常绿乔木的平均滞尘能力最强,其次为落叶乔木,再次为常绿灌木,最后是落叶灌木;周晓炜等^[33]研究显示,针叶植物>灌木>藤本>落叶乔木;杨瑞卿等^[22]认为灌木>常绿乔木>落叶乔木;王月菡^[7]、张莉^[8]和俞学如^[30]都认为灌木滞尘能力最强,乔木滞尘能力较弱。本研究结果表明,灌木滞尘能力大于乔木,同部分学者结论一致,但是由于所选择测试树种乔木多,灌木很少,代表性不够,另外,由于灌木的高

度比乔木矮,对地面飞尘的拦截能力强,有些乔木(如悬铃木)的单位面积滞尘量虽然不高,但它树冠高大,枝叶茂盛,总叶面积较大,所以全树滞尘量相对较大。

本研究仅对 2011 年秋季不同树种叶片单叶滞尘量和单位面积滞尘量进行了比较,虽然能从一个方面反映不同树种的滞尘能力,但离全面反映不同树种不同季节在阻挡、截留与吸滞尘埃方面的差异还有一定距离。由于灌木靠近地面,更能有效地吸附街路表面扬尘,而高大的乔木主干分枝位置较高,能起到滞留、过滤外界降尘的作用。因此,在城市绿化中应选择适合该城市发展的滞尘能力强的植物,与乔灌木进行合理搭配与设计,再适当地配些彩叶树种装饰以提高审美效果也是必不可少的^[34]。另外,在城市绿化中如果能让多株树木群体形成片林或森林,其阻挡、截留、吸滞尘埃的能力将大大强于孤立树木,这可能是今后研究的重点。

参考文献:

- [1] Koch K, Bhushan B, Barthlott W. Multifunctional surface structures of plants: An inspiration for biomimetics[J]. Progress in Materials Science, 2009, 54: 137-178.
- [2] Shen Q, Ding H G, Zhong L. Characterization of the surface properties of persimmon leaves by FT-Raman spectroscopy and wicking technique[J]. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 2004, 37: 133-136.
- [3] 高金晖. 北京市主要植物种滞尘影响机制及其效果研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2007.
- [4] 王会霞, 石辉, 李秧秧. 城市绿化植物叶片表面特征对滞尘能力的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(12): 3077-3082.
- [5] 李海梅, 刘霞. 青岛市城阳区主要园林树种叶片表皮形态与滞尘量的关系[J]. 生态学杂志, 2008, 27(10): 1659-1662.
- [6] 张新猷, 古润泽, 陈自新, 等. 北京城市居住区绿地的滞尘效益[J]. 北京林业大学学报, 1997, 19(4): 12-17.
- [7] 王月菡. 基于生态功能的城市森林绿地规划控制性指标研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2004.
- [8] 张莉. 南京常见道路绿化树种的环境效益研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2007.
- [9] Woodruff T J, Grillo J, Schoendorf K C. The relationship between selected cause of post neonatal infant mortality and particulate air pollution in the United States[J]. Environmental Health Perspectives, 1997, 105(6): 608-612.
- [10] Arden P C, Richard L V, Lovett E G, et al. Heart rate variability associated with particulate air pollution[J]. American Heart Journal, 1999, 138(5): 890-899.
- [11] 冯朝阳, 高吉喜, 田美荣, 等. 京西门头沟区自然植被

- 滞尘能力及效益研究[J]. 环境科学研究, 2007, 20(5):155-159.
- [12] 郑少文,邢国明,李军,等. 北方常见绿化树种的滞尘效应[J]. 山西农业大学学报:自然科学版, 2008, 28(4):383-387.
- [13] 李瑞雪,张明军,张永芳. 石家庄大叶黄杨叶片滞尘量及滞尘颗粒物的粒度[J]. 城市环境与城市生态, 2009, 22(1):15-19.
- [14] 柴一新,祝宁,韩焕金. 城市绿化树种的滞尘效应——以哈尔滨市为例[J]. 应用生态学报, 2002, 13(9):1121-1126.
- [15] 陈玮,何兴元,张粤,等. 东北地区城市针叶树冬季滞尘效应研究[J]. 应用生态学报, 2003, 14(12):2113-2116.
- [16] 刘艳琴. 南京市城市森林抑菌—滞尘效益研究[D]. 南京:南京林业大学, 2006.
- [17] 朱天燕. 南京雨花台区主要绿化树种滞尘能力与绿地花境建设[D]. 南京:南京林业大学, 2007.
- [18] 刘坚. 扬州古运河风光带生态绿地建设及环境效益研究[D]. 扬州:扬州大学, 2006.
- [19] 姜红卫. 苏州高速公路绿化减噪吸硫滞尘效果初探[D]. 南京:南京农业大学, 2005.
- [20] 吴中能,于一苏,边艳霞. 合肥主要绿化树种滞尘效应研究初报[J]. 安徽农业科学, 2001, 29(6):780-783.
- [21] 王蓉丽,方英姿,马玲. 金华市主要城市园林植物综合滞尘能力的研究[J]. 浙江农业科学, 2009(3):574-576.
- [22] 杨瑞卿,肖扬. 徐州市主要园林植物滞尘能力的初步研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(20):8576-8578.
- [23] 韩敬,陈广艳,杨银萍. 临沂市滨河大道主要绿化植物滞尘能力的研究[J]. 湖南农业科学, 2009(6):141-142.
- [24] 邱媛,管东生,宋巍巍,等. 惠州城市植被的滞尘效应[J]. 生态学报, 2008, 28(6):2455-2462.
- [25] 吴耀兴,康文星,郭清和,等. 广州市城市森林对大气污染物吸收净化的功能价值[J]. 林业科学, 2009, 45(5):42-48.
- [26] 戴锋,刘剑秋,方玉霖,等. 福建师范大学旗山校区主要绿化植物的滞尘效应[J]. 福建林业科技, 2010, 37(1):53-58.
- [27] 刘光立. 垂直绿化及其生态效益研究[D]. 雅安:四川农业大学, 2002:63.
- [28] 余曼,汪正祥,雷耘,等. 武汉市主要绿化树种滞尘效应研究[J]. 环境工程学报, 2009, 3(9):1133-1139.
- [29] 宋丽华,赖生渭,石常凯. 银川市几种针叶绿化树种的春季滞尘能力比较[J]. 中国城市林业, 2008, 6(3):57-59.
- [30] 俞学如. 南京市主要绿化树种叶面滞尘特征及其与叶面结构的关系[D]. 南京:南京林业大学, 2008:1-41.
- [31] 黄慧娟. 保定常见绿化树种滞尘效应及空气污染对其光合特性影响的研究[D]. 保定:河北农业大学, 2008.
- [32] 史晓丽. 北京市行道树固碳释氧滞尘效益的初步研究[D]. 北京:北京林业大学, 2010:1-49.
- [33] 周晓炜,亢秀萍. 几种校园绿化植物滞尘能力研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(24):10431-10432.
- [34] 朱勇,高文,张英,等. 昆明居住小区彩叶植物应用研究[J]. 云南农业大学学报:自然科学版, 2010, 25(2):239-245.

(上接第 113 页) 07-14 果型较小,同时由于叶片少,叶面积小,雌花结位高,可以用于晚熟栽培,也可以密植。

参考文献:

- [1] 沈波,谢小波,张跃建. 不同果肉色泽网纹甜瓜的农艺和生理特性研究[J]. 北方园艺, 2012(1):7-10.
- [2] 那伟民. 甜瓜保护地栽培新技术丛书[M]. 北京:金盾出版社, 2002.
- [3] 张立敏. 我国东部地区厚皮甜瓜栽培技术的形成与发展[J]. 种子世界, 2006(12):49-50.
- [4] 李瑞国,刘晓霞,朱慧敏,等. 早春日光温室厚皮甜瓜品种比较实验初报[J]. 西南园艺, 2006, 34(5):49-50.
- [5] 王益明,孔维. 温室大棚甜瓜丰产关键栽培技术[J]. 安徽农学通报, 2012, 18(2):45-47.
- [6] 陈志刚,王薇,邹志国,等. 薄皮甜瓜新品种“农大二号”选育报告[J]. 吉林农业大学学报, 2006, 28(6):631-633.
- [7] 汪舜卿. 大棚甜瓜高产栽培技术[J]. 现代农业科技, 2010(13):130.
- [8] 袁培祥,陈强建,王志红,等. 厚皮网纹甜瓜无公害栽培技术[J]. 河南农业科学, 2006, 35(7):97-98.
- [9] 王久兴. 甜瓜病虫害及防治原色图册[M]. 北京:金盾出版社, 2009.
- [10] 史宣杰,常高正,徐迅超. 厚皮甜瓜的栽培技术[J]. 河南农业科学, 2000, 29(11):38.
- [11] 马艳红. 日光温室甜瓜生产高效栽培几项关键技术[J]. 农业工程技术(温室园艺), 2011(7):50-51.
- [12] 丁建卫,向俊生,钱荣辉,等. 甜瓜不同品种比较试验[J]. 现代园艺, 2012(3):6.
- [13] 林碧英,高山,林峰,等. 厚皮甜瓜基质栽培品种比较试验[J]. 福建农业科技, 2006(5):38-39.
- [14] 杨晓华,王云飞,李进林,等. 早春设施栽培哈密瓜品种比较试验初报[J]. 上海农业学报, 2006, 22(4):144-146.
- [15] 黄庆芝. 温室春季栽培甜瓜品比试验[J]. 天津农业科学, 2011, 17(4):150-152.
- [16] 智海英,马海龙,岳青,等. 薄皮甜瓜早熟新品种世纪甜的选育[J]. 山西农业科学, 2011, 39(3):225-226.