

## 立柱栽培对不同叶菜产量的影响

王正<sup>1,2</sup>, 刘明池<sup>1,3</sup>, 刘海河<sup>2,4</sup>, 季延海<sup>1,3</sup>, 张彦萍<sup>2</sup>, 武占会<sup>1,3</sup>

(1. 北京市农林科学院 蔬菜研究中心, 北京 100097; 2. 河北工程大学 农学院, 河北 邯郸 056038; 3. 农业部都市农业(北方)重点实验室, 北京 100097; 4. 河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071001)

**摘要:**以常见的 10 种叶菜类蔬菜为试材,通过立柱基质栽培形式,探究此形式对种植不同叶菜品种单位面积产量的影响,从而初步筛选出适宜高产品种。结果表明:定植到收获 45 d 生长期,立柱不同层次之间叶菜产量存在差异,自上而下逐层产量主要呈现 2 种变化规律,先增加后降低和逐层递减趋势;立柱栽培形式下,小白菜、“京研”快菜、香菜、茴香、苔菜产量优于其它品种,小白菜和“京研”快菜产量分别达到 14.15 kg/m<sup>2</sup> 和 11.08 kg/m<sup>2</sup>,香菜和茴香可以通过增大种植密度来提高单位面积产量,苔菜生长较快,叶长较大,鲜重约为小白菜的 38%,对应干物重达到 92%。生菜产量最低,“奶生一号”和“橡生三号”品种间没有显著差异。

**关键词:**立体栽培;叶菜;产量

**中图分类号:**S 636.604<sup>+</sup>.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)03-0039-05

蔬菜是人们日常饮食中必不可少的食物之一,可提供人体所必需的多种维生素和矿物质等营养物质。据国际物质粮农组织统计,人体必需的维生素 C 的 90%、维生素 A 的 60% 来自蔬菜。此外,蔬菜中含有多种人体活动不可缺少的营养元素。叶菜类蔬菜深受我国消费者喜爱,我国是叶菜类蔬菜生产种类和品种最为丰富的国家,叶菜类蔬菜约占蔬菜生产的 1/3。不同叶菜类蔬菜的种植方式有所不同,主要分为大田露地种植、保护地种植和植物工厂三大类。多数叶菜类蔬菜以前 2 种植方式为主,绿叶蔬菜以日光温室、塑料大棚等保护地生产为主,以生菜为代表的叶菜近年来工厂化生产发展较快,有人工补光立架式和日光型植物工厂 2 种植方式。

据统计,截止到 2013 年 1 月 4 日,全世界有 70.57 亿人,我国约占 20%,我国耕地面积约占世界耕地资源数量的 8.6%。然而,随着社会发展,可耕种土地被商业化高楼建筑替代,同时,土地沙漠化、水土流失等生态问题依然发生,为我国农业可持续发展带来巨大挑战。传

统农业栽培形式受到整体产业结构和经济水平的影响,导致综合效益较低<sup>[1]</sup>。设施农业作为资源高效利用型产业,不但可以充分利用自然资源实现周年均衡生产,而且还可实现在盐碱地、岛屿、家庭阳台等非可耕地上进行生产,大幅度地提高土地资源、水资源和光热资源利用率<sup>[2]</sup>。农业生产面临用地日益减少的严峻形势,人们对单位面积的产量要求越来越高,采用立体栽培可大大提高单位面积的产量,以便更有效的利用温室大棚空间和太阳能。立体栽培研究中大多数蔬菜为叶菜类,这些蔬菜具有较好的耐弱光性,且喜欢冷凉的气候条件<sup>[3]</sup>,采用立体栽培后不仅产量提高,而且其质量也更好,立体栽培后其通风、透光性非常的好,大大减少了病虫害的发生,更加的干净卫生,可以进行完全的绿色无公害生产。叶菜类蔬菜生长速度快,周期短,采用无土栽培方式种植,菜叶洁净、病虫害少、品质好,近几年叶菜类蔬菜无土栽培面积发展呈不断上升趋势<sup>[4]</sup>。设施园艺作物立体栽培不仅扩大了土地的栽培面积,也能提高叶菜单位面积产量<sup>[5]</sup>。采用立体式无机基质形式进行蔬菜栽培,有效利用单位面积空间,提高单位面积蔬菜的产量,实现园艺高产、优质、高效的可持续发展,在我国发展设施园艺具有重要的现实和战略意义。

该研究旨在对 10 种常见叶菜采用无土栽培空间立柱栽培形式,对其产量进行初步探索,筛选出单位面积产量较高的品种,为盐碱地、岛屿、家庭阳台等空间珍贵的非可耕地叶菜种植提供较经济实用的栽培方案。同时,采用立体式无机基质形式进行蔬菜栽培,有效利用

**第一作者简介:**王正(1989-),男,硕士研究生,研究方向为设施蔬菜无土栽培。E-mail:wangzhezhenqi@163.com.

**责任作者:**武占会(1971-),男,博士,研究员,现主要从事设施蔬菜无土栽培领域等研究工作。E-mail:wuzhanhui@nercv.org.

**基金项目:**国家科技支撑计划资助项目(2014BAD05B05-04);北京市农林科学院设施蔬菜无土栽培科技创新团队建设资助项目(2013-2015)。

**收稿日期:**2015-10-13

单位面积空间,提高单位面积蔬菜的产量,实现园艺高产、优质、高效的可持续发展,在我国发展设施园艺具有重要的现实和战略意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料均由北京京研益农科技发展中心培育,共10种叶菜,分别为:生菜“奶生一号”、生菜“橡生三号”、“翠香”油麦菜、香菜、雪里蕻、茴香、“京研”快菜、小白菜、大叶芥菜、苔菜。

### 1.2 试验方法

试验于2015年4—5月在北京市农林科学院蔬菜研究中心连栋温室立柱区完成。试验初选10种叶菜采用72孔穴盘常规育苗,待幼苗展开第2片真叶定植于立柱钵基质,每柱7个钵,每层间距40 cm,在每个钵突出的4个盆瓣处定植蔬菜,栽培钵规格为40 cm×40 cm,栽培基质为草炭蛭石混合基质,每种叶菜进行4根立柱重复,每根立柱由上而下共7层,每层分4穴,每穴茴香5棵、香菜10棵,其它叶菜品种每穴均种植1棵。立柱采用顶部喷淋供水方式,逐层往下渗流,每次浇水以底层渗出为准,整个生长期追肥2次,浇水时溶解于水中灌入基质,叶菜幼苗定植后每7 d进行1次调查,到收获时,对其干鲜重进行调查统计。

### 1.3 项目测定

株高:用皮尺测量基质表面到叶菜最高点的垂直高度;叶片数:叶片长度大于2 cm记为1片;鲜重:取叶菜地上部以1/1000电子天平称量;干重:先在通风干燥箱105℃下杀青20 min,75℃下烘至恒重,再在1/1000电子天平称量。

## 2 结果与分析

### 2.1 立柱栽培对叶菜生长的影响

初选10种叶菜4月17日定植,定植后第10天开始每7 d对其生长指标进行测量并记录。叶菜从定植到收获整个生长期共45 d。栽培环境相同的条件下,不同叶菜生长变化差异较大,由图1可以看出,10种叶菜株高对定植时间的延长呈逐渐上升趋势,苔菜生长有明显变

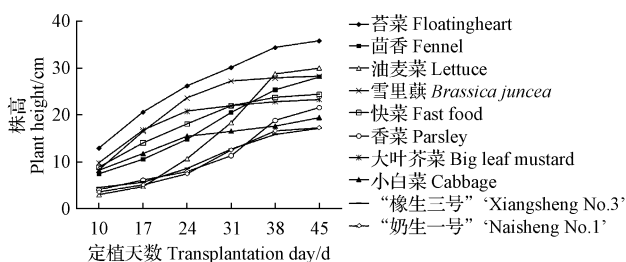


图1 不同叶菜生长变化趋势

Fig.1 Different leaf vegetables growth trends

化,株高增长最快,株高最高;2种生菜都生长缓慢,株高变化不明显,株高最矮。苔菜和小白菜株高变化比较均匀,其它叶菜在定植10~38 d间株高增长较快,之后7 d生长逐渐减缓。

### 2.2 立柱栽培对叶菜叶片生长变化的影响

随着栽培天数的增加,初选叶菜生长过程中,株增高,叶片长宽均逐渐变大,叶片数量也逐渐增多。由图2可以看出,不同叶菜品种的叶片数量增长程度有一定差异,收获时,小白菜叶片数量最多,平均值为14.5片,比其它品种增加较快;茴香平均6片最少。叶菜叶片数量从多到少依次为:小白菜>雪里蕻>油麦菜>快菜>“奶生一号”>苔菜>“橡生三号”>大叶芥菜>香菜>茴香。

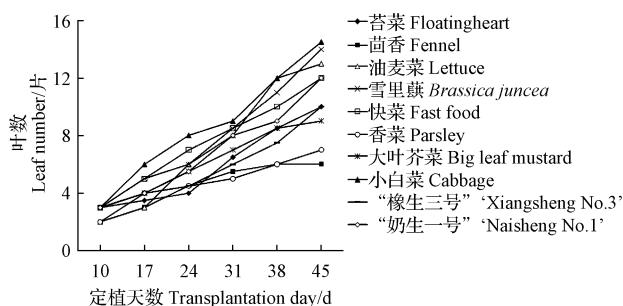


图2 不同叶菜叶片生长变化趋势

Fig.2 Different leaf vegetables leaf growth trends

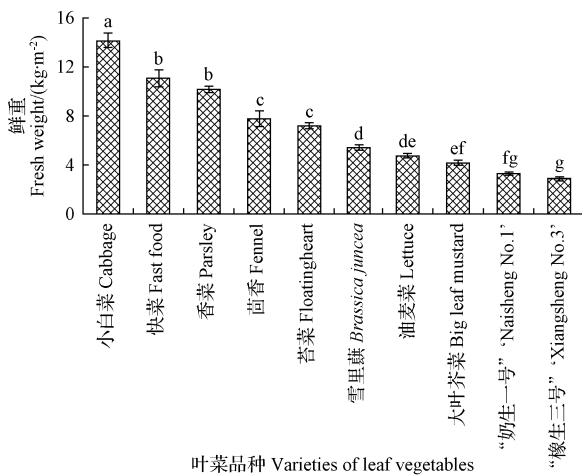
试验初选10种叶菜通过立柱基质栽培,叶菜各生长指标随着定植时间逐渐增大,株高和叶片数量增长程度差异较大,主要由于不同品种的生长特性有关,也与试验栽培过程中,叶菜生长环境因子有一定关系,主要受温度影响较大,温室夏季白天平均温度28~32℃。生菜和油麦菜生长缓慢,因为生菜和油麦菜属冷凉性蔬菜,主要是春、秋两季露地栽培。生菜幼苗生长适宜温度12~20℃,结球期白天的适宜温度为17~25℃,25℃以上对其生长影响不良<sup>[6]</sup>。油麦菜适宜生长温度为18~25℃。

### 2.3 立柱栽培对叶菜单位面积鲜重的影响

从定植到收获,不同叶菜单位面积总产量差异较大。由图3可知,从高到低依次为:小白菜>快菜>香菜>茴香>苔菜>雪里蕻>油麦菜>大叶芥菜>“奶生一号”>“橡生三号”。立柱栽培形式下,小白菜产量高达14.15 kg/m<sup>2</sup>,显著高于其它所有初选品种,快菜和香菜产量也较高,分别达到11.08 kg/m<sup>2</sup>和10.16 kg/m<sup>2</sup>,与其它叶菜产量差异显著。茴香和苔菜分别为7.77 kg/m<sup>2</sup>和7.19 kg/m<sup>2</sup>,其它5种叶菜单位面积产量均低于5.50 kg/m<sup>2</sup>。生菜产量最低,“奶生一号”和“橡生三号”没有显著差异,分别为3.30 kg/m<sup>2</sup>和2.85 kg/m<sup>2</sup>。

## 2.4 立柱栽培对叶菜单位面积干重的影响

由图4可见,不同叶菜品种单位面积干物质重量从高到低依次为:快菜>香菜>小白菜>茴香>苔菜>雪里蕻>油麦菜>大叶芥菜>“橡生三号”>“奶生一号”。与其地上部鲜重变化不完全一致,主要原因是由于叶菜不同种类之间植株含水量差异较大,小白菜鲜重显著高于其它种类,干重显著小于快菜且差异达到显著水平,略小于香菜,稍高于茴香和苔菜,与其三者之间无显著差异。



注:图中不同小写字母表示不同叶菜种类之间存在差异显著( $\alpha=0.05$ )。下同。

Note: Different lowercase letters show significant differences between different leaf vegetables in figure ( $\alpha=0.05$ ). The same below.

图3 不同叶菜单位面积鲜重

Fig. 3 Different leaf vegetables fresh weight per unit area statistics

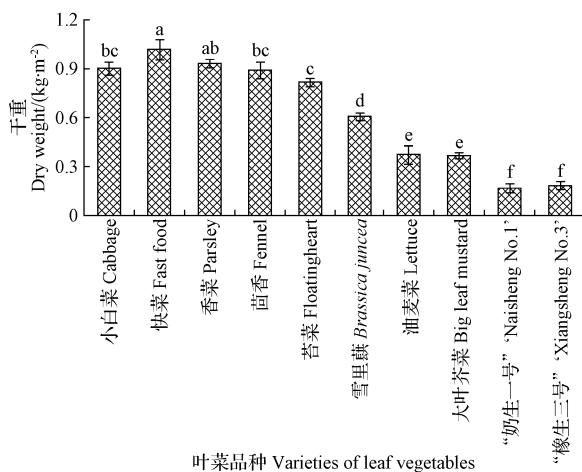


图4 不同叶菜单位面积干重

Fig. 4 Different leaf vegetables dry weight per unit area statistics

## 2.5 立柱不同层次对叶菜产量的影响

立柱栽培形式下,各种叶菜不同层间,叶菜生长产量差异较大。由图5可知,排除最顶层产量,不同品种产量从下往上依次记为1~7层,逐层呈现2种规律:先增高后下降和逐层产量增加。生菜、油麦菜、香菜、雪里蕻、小白菜、苔菜符合前者规律,茴香、快菜、大叶芥菜趋势符合后者,原因主要跟叶菜品种对水肥需求量有关。整体观察叶菜最高产量在4~6层出现,立柱栽培形式上层光照比较充足,下层光线收到遮挡,从而影响叶菜光合作用,其次不同层次之间水肥分布不均匀,主要受此形式栽培供水方式影响,上层相对含水量较大,下层相对较小,从而影响其生长。

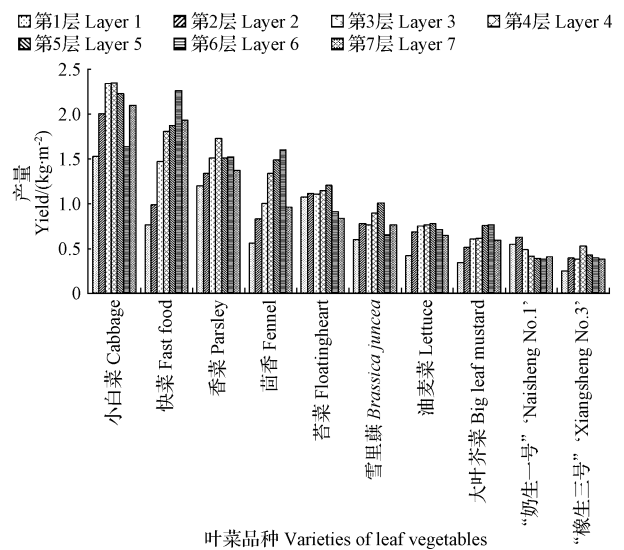


图5 立柱栽培不同层次对叶菜产量的影响

Fig. 5 Influence of different levels leaf vegetables yield on pillar cultivation

## 3 结论与讨论

蔬菜产量主要表现在鲜重值,干物重也是决定品种产量的重要指标之一。立体栽培形式筛选单位面积产量较高的叶菜品种,通过该试验初步筛选5个高产品种:小白菜、快菜、香菜、茴香、苔菜。快菜和小白菜平均单株鲜重较高,香菜和茴香通过增大种植密度而提高单位面积产量,苔菜生长较快,叶长较大,苔菜鲜重约为小白菜的38%,对应干物重达到其92%,由此,苔菜相对含水量较少,有机物含量较高。影响蔬菜产量的因素较多,基质水分状况是影响植物气体交换、植物蒸腾速率和水分利用率的重要环境指标<sup>[7-9]</sup>。此外,气候环境也通过影响基质含水量变化间接影响作物生长状况,DORIA等<sup>[10]</sup>研究发现,栽培地气候波动导致蒸散量的变化影响作物对灌溉的需求,从而影响作物生长发育。霍海霞等<sup>[11]</sup>指出,环境的变化会导致水分对蔬菜生长发

育的影响,往往与施肥、温度、空气湿度、光照条件等栽培条件有关,ZWART等<sup>[12]</sup>、NAZEER等<sup>[13]</sup>在研究小麦对高温和渗透压下的反应中提到温度过高导致水分蒸发减少加剧干旱,从而影响作物生长发育。因此,研究灌溉对蔬菜生长发育的影响不能脱离一定的环境条件。于此,该试验不能否定其它蔬菜种类不适宜此形式高产栽培,因为试验时间和季节环境对其叶菜生长影响较大,还有待下一步筛选工作。

立体栽培集城市绿化、观光农业以及农业生产上的应用,具有广阔的发展空间<sup>[14]</sup>。立体栽培可于室内,也可于室外,还可以是屋顶、墙壁,可用于生产,也可用于家庭,可用于种花,也可用于栽培瓜果蔬菜,只要有水有电的地方就能进行立体化栽培,可以缓解土地资源贫乏,通过立柱栽培形式可以明显提高空间利用效率,增加单位面积产量,叶菜生长指标随着定植时间逐渐增大,株高和叶片数量增长程度差异较大,主要与不同叶菜的生长特性有关,也受温度影响,通过该试验已初步筛选出适宜夏季立柱高效栽培的叶菜。

蔬菜生长过程中,影响生物量累计的因素较多,水分是最重要的因子之一。基质水分状况直接影响叶菜根系,间接影响地上部的生长。然而,基质水分的蒸发和叶片蒸腾作用受温度影响较大,因此研究灌溉对蔬菜生长发育的影响不能脱离生长环境条件。于此,建议在夏季温度比较高的环境条件,小白菜、快菜、香菜、茴香、苔菜适合基质栽培,采用立柱立体空间栽培能明显增加其产量收益。

立柱栽培环境下,同一种类不同层之间产量存在差异,受光照影响较为明显,最高产量层均出现在立柱上半部分,上层光照不受影响比较充足,下层受到遮挡,相对较弱;此外受此形式栽培供水方式影响,顶部喷淋供水施肥逐层渗流,从而导致不同栽培层之间水肥分布不均匀,基质含水量上层较高,最顶层达到饱和,基质通透性较差,也不利于叶菜生长,下层基质水肥亏缺,从而影响其生长。水分不仅是设施蔬菜产量形成的重要限制因子,在一定程度上也限制作物对养分吸收利用<sup>[15]</sup>。研究表明,亏缺灌溉和过量灌溉均不利于作物生物量的积累,适宜的灌水量不仅可以提高植物的生物量,同时也利于作物有效利用养分,提高作物产量<sup>[16-17]</sup>。因此,在初步筛选叶菜品种条件下,采用立柱栽培明显提高叶菜单位面积产量,是叶菜高产高效栽培的发展方向。根据不同叶菜对水肥喜好需求,精确其水肥供应量将对叶菜高效、大规模生产具有积极地推动作用。近年来,关于国内外保护地栽培中设施内蔬菜灌溉指已有广泛研究<sup>[18]</sup>,但以往的研究多以果菜类蔬菜如黄瓜、番茄

等<sup>[19-21]</sup>为主,而在叶菜蔬菜栽培中的研究颇少。进一步对叶菜水肥精准管理进行研究,不仅对继续提高叶菜产量有很重要的意义,还对蔬菜节水省肥栽培、高效高产种植有重要战略意义。

### 参考文献

- [1] 黄丹枫. 叶菜类蔬菜生产机械化发展对策研究[J]. 长江蔬菜, 2012(2):1-6.
- [2] 张志斌. 中国设施园艺高新技术的发展探讨[J]. 内蒙古农业大学学报, 2007, 28(3):252-255.
- [3] 张霞, 王冰. 蔬菜竖式栽培生产技术与开发[J]. 科学种养, 2013(12):25-26.
- [4] 吴菊. 几种常见叶菜类蔬菜的无机基质栽培试验[J]. 浙江农业科学, 2009(4):664-665.
- [5] 薛霞霞. 设施园艺作物的立体栽培模式[J]. 内蒙古农业科技, 2005(6):24-26.
- [6] 吴思逢. 生菜栽培技术[J]. 四川农业科技, 2007(9):34.
- [7] SADRAS V O, MILROYS P. Soil-water thresholds for the response of leaf expansion and gas exchange, a review [J]. Field Crops Res, 1996, 47:253-266.
- [8] TURNER N C. Adaptation to water deficit: a changing perspective. Aust [J]. Plant Physiol, 1986(13):175-190.
- [9] TURNER N C, SCHULTZ E D, GOLLAN T. The responses of stomata and leaf gas exchange to vapor pressure deficit and soil water content. II. In the mesophytic herbaceous species *Helianthus annuus* [J]. Oecologia, 1985, 65:348-355.
- [10] DORIA R O, MADRAMOOTOO A C A. Estimation of irrigation requirements for some crops in South Quebec using crop water[J]. Irrig and Drain, 2012, 61:1-11.
- [11] 霍海霞, 牛文全, 汪有科. 设施蔬菜灌溉技术研究进展与展望[J]. 节水灌溉, 2012(4):22-29.
- [12] ZWART S J, BASTIAANSEN W G M, de FRAITURE C, et al. A global benchmark map of water productivity for rain fed and irrigated wheat [J]. Agricultural Water Management, 2010, 97:1617-1627.
- [13] NAZEER H S, GARY M, PAULSEN. Response of wheat to combined high temperature and osmotic stress during maturation. II[J]. Plant Journal of Biological Sciences, 2000, 3(10):1639-1643.
- [14] 赵根. 都市型农业新模式立体栽培[J]. 北京农业, 2006(3):3.
- [15] 李梅玲. 潮汐灌溉小白菜穴盘栽培的水分管理研究[D]. 上海:上海交通大学, 2014.
- [16] 贺忠群, 邹志荣, 陈小红, 等. 温室黄瓜节水灌溉指标的研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2003, 31(3):77-80.
- [17] 张辉, 张玉龙, 虞娜, 等. 温室膜下滴灌灌水控制下限与番茄产量、水分利用效率的关系[J]. 中国农业科学, 2006, 39(2):425-432.
- [18] CHAVES M M, FLEXAS J, PINHEIRO C. Photosynthesis under drought and salt stress: Regulation mechanisms from whole plant to cell[J]. Annals of Botany, 2009, 103:551-560.
- [19] 刘明池, 张慎好, 刘向莉. 亏缺灌溉时期对番茄果实品质和产量的影响[J]. 农业工程学报, 2005, 21(增刊 2):92-95.
- [20] 贺忠群, 邹志荣, 陈小红, 等. 温室黄瓜节水灌溉指标的研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2003, 31(3):77-80.
- [21] 邓绍文, 文俊. 节水灌溉的迫切性及其评价指标与分析[J]. 云南农业大学学报, 2004, 19(4):423-427.

# 银川地区新品种“紫提 988”葡萄设施栽培技术

陈景蕊

(宁夏葡萄酒与防沙治沙职业技术学院, 宁夏 永宁 750199)

**摘 要:**“紫提 988”是“红地球”葡萄的芽变品种,从陕西引进种条后按 0.5 m×1.5 m 株行距在日光温室内直插建园。扦插前在定植沟内填入秸秆+秸秆发酵剂+牛粪进行土壤改良。扦插成活后采用“厂”字形整形和修剪,并加强水肥管理,实行水肥一体化。通过控制温度、湿度、光照等条件,达到设施促早、稳产栽培的目的。

**关键词:**紫提葡萄;设施栽培;环境调控

**中图分类号:**S 663.128 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)03-0043-03

“紫提 988”为“红地球”葡萄的芽变品种,在陕西礼泉表现品质优良,上色好,颜色靓丽,丰产稳产,将此品种引入宁夏银川进行设施栽培,以达到丰富银川地区设施葡萄栽培品种,提高设施栽培葡萄品质的目的。该试验采用设施促早栽培技术,提早葡萄上市期,提高经济效益。

**作者简介:**陈景蕊(1964-),女,本科,副教授,现主要从事果树栽培教学等研究工作。E-mail:chenjingrui2008@126.com.

**基金项目:**宁夏高等学校科学研究资助项目(NGY2013179)。

**收稿日期:**2015-10-08

## 1 “紫提 988”生物学特性

果穗平均质量 1 000 g,最大 3 540 g。果粒椭圆形,紫红色,果粉厚,单粒平均质量 14 g,最大 26 g,大小均匀,含可溶性固形物 13.9%,最高可达 20%。果实生育期 100 d 左右<sup>[1]</sup>。果实耐贮运,宜鲜食。抗性和适应性强。

“紫提 988”葡萄树势强,长势旺,叶片多 5 裂片,叶柄呈红色,新梢顶部叶片呈白绿色,成龄叶片深绿色,叶片长 19 cm,宽 21 cm,叶脉红色。一年生枝条半木质化前为红色。冬芽饱满,花芽分化最低节位,在新梢第 1 节,适于短梢修剪,冬芽成熟快,一个芽眼常发生双生

## Influence of Different Leaf Vegetables Yield on Columns Cultivation

WANG Zheng<sup>1,2</sup>, LIU Mingchi<sup>1,3</sup>, LIU Haihe<sup>2,4</sup>, JI Yanhai<sup>1,3</sup>, ZHANG Yanping<sup>2</sup>, WU Zhanhui<sup>1,3</sup>

(1. Vegetable Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097; 2. College of Agronomy, Hebei Engineering University, Handan, Hebei 056038; 3. Key Laboratory of Urban Agriculture (North), Ministry of Agriculture, Beijing 100097; 4. College of Horticulture, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001)

**Abstract:** Taking 10 kinds of common leaf vegetables as test materials, through a pillar media cultivation mode, the influence of leaf vegetables yield per unit area was explored to screen high-yield varieties on this mode preliminarily. The results showed that though 45 days naturally growth to harvest, leaf vegetables yield were differences between different levels on the same pillar, from top to bottom layered production mainly had two kinds of change rule, the first increase after reduction and step by step a downward trend. On the cultivation experiment mode, Chinese cabbage, ‘Jingyan’ fast vegetable, coriander, fennel, floatingheart production were better than the other varieties, Chinese cabbage and fast vegetable yield was 14.15 kg/m<sup>2</sup> and 11.08 kg/m<sup>2</sup> respectively, coriander and fennel increased the yield per unit area by increasing the planting density, floatingheart grew faster, leaf length was larger than others, the floatingheart fresh weight was about 38% of Chinese cabbage, corresponding to its dry weight reached 92%. Yield of lettuce was the lowest, there was no significant difference between the ‘Naisheng No. 1’ and ‘Xiangsheng No. 3’ varieties.

**Keywords:** stereoscopic cultivation; leaf vegetables; yield