

罗永华,黄伟,张俊花,等.不同灌溉量对甘蓝光合特性、水分利用效率和产量的影响[J].江苏农业科学,2014,42(7):155-158.

不同灌溉量对甘蓝光合特性、水分利用效率和产量的影响

罗永华¹,黄伟²,张俊花²,刘晨³,王忠君²

(1.河北北方学院食品科学系,河北宣化 075131; 2.河北北方学院园艺系,河北宣化 075131;

3.河北省张家口市农业行政执法支队,河北张家口 075000)

摘要:研究了不同灌溉量对甘蓝光合特性、水分利用效率和产量的影响。结果表明,甘蓝苗期处理 4 的叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素含量均高于对照,但差别不明显;莲座期处理 4 的叶绿素 a 含量较对照高 18.08%,类胡萝卜素含量较对照高 23.35%;结球期处理 4 的叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素的含量均高于其他处理,光合速率也高于其他处理,经济产量较对照高 8.8%;在灌溉等量水的情况下,结球中后期处理 2 的叶绿素含量降低,光合作用减弱,经济产量低于对照;处理 5 由于未浇水,其叶绿素合成受阻,结球期光合速率和蒸腾速率最低,产量也最低。地膜覆盖条件下,浇 3 次水(处理 2)和不浇水(处理 5)都不利于产量形成,也达不到节水和高产的目标;而只在甘蓝结球前期浇 1 次水(处理 4),有利于结球期叶片叶绿素的合成和光合速率的提高,并能保持适宜的蒸腾速率和较高的水分利用效率,从而形成最高的经济产量。

关键词:甘蓝;灌溉量;光合速率;水分利用效率;产量

中图分类号: S635.07 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)07-0155-03

冀西北坝上地区属于高寒半干旱区,该区水资源匮乏,人均水资源、地下水资源分别为我国平均值的 20%、5%,在作物生长季节 5—9 月份,该地的降水量占全年的 88.1%,而且降水与作物的耗水基本上同步^[1]。此外,严酷的自然环境、脆弱的生态经济条件、日益下降的土地生产能力已经限制了该区经济的可持续发展^[2]。近些年来,由于蔬菜产业的快速发展,人们以经济效益最大化作为产业优化的目标,而置社会和生态环境效益于不顾,其结果是水资源利用取得了一时一地的经济效益^[3],但却最终造成了区域生态环境的日益恶化^[4]。因此,提高水资源的利用效率,发展节水灌溉农业,从而促进经济建设的发展,使水资源环境得以可持续发展势在必行。目前,有关不同水分条件对作物光合特性的研究已有大量报道^[5-10],但有关对冀西北坝上地区甘蓝(*Brassica oleracea* L.)进行不同灌溉量处理后光合特性变化的研究还未见报道。因此,本试验通过对甘蓝进行不同灌溉量处理,研究其光合特性和产量的变化,以期对冀西北坝上地区水资源的合理开发和高效利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验选用冀西北坝上地区主栽甘蓝品种中甘 11,由张北县农业局提供。

1.2 试验设计

试验于 2013 年 6—9 月在河北省张北县馒头营乡科技园

区进行,试验地土壤为草甸栗钙土,0~20 cm 土层含有机质 26.9 g/kg、全氮 1.09 g/kg、碱解氮 109 mg/kg、速效磷(P_2O_5) 9.49 mg/kg、速效钾(K_2O) 121 mg/kg,pH 值 7.6。甘蓝于 6 月 19 日进行露地播种育苗,7 月 19 日定植,9 月 19 日收获;高畦栽培,处理覆盖地膜,对照不覆膜,畦高 12 cm,畦面宽 60 cm。每畦定植 2 行幼苗,株距 33 cm,行距 45 cm。小区面积 84 m²,随机区组排列,设 3 次重复。定植前每小区施等量的底肥。为防沟渠渗漏,以后每次均使用水龙带浇水。

试验设 5 个处理:处理 1(对照)、处理 2,分别于苗期、结球前期和结球中期各浇 1 次水,共浇 3 次;处理 3,分别在甘蓝结球前期、结球中期各浇 1 次水,共浇 2 次;处理 4,只在甘蓝结球前期浇 1 次水;处理 5,在甘蓝浇定植水后不浇水。所有处理在定植时的浇水量相同,甘蓝每个处理每个生长期每次浇水量均为 191 m³/hm²,以利于幼苗成活。

1.3 测定内容与方法

采用美国 CID 公司生产的 CI301-PS 光合仪测定甘蓝叶片的光合速率和蒸腾速率;参照张宪政的方法^[11]测定甘蓝叶片的叶绿素含量。以上测定内容所取叶样均为不同时期完全展开的相同叶位的叶片,光合速率测定时间为晴天上午 10:00—11:00。采用烘干法测定定植前和收获时 0~60 cm 土层的含水量。收获时统计小区产量。

2 结果与分析

2.1 不同时期甘蓝叶片叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素及叶绿素 a+叶绿素 b 的变化

由图 1 可知,在甘蓝的整个生长期内,每个处理叶绿素 a、叶绿素 b 的变化趋势是一致的,呈先升高后下降的趋势,并且于结球前期达到了最高值;类胡萝卜素在甘蓝整个生长期虽然也呈现出先升高后下降的趋势,但其达到最高值的时期是在莲座期,这就有利于保护叶绿素 a 和叶绿素 b 免受光能的伤害^[12]。

收稿日期:2014-03-07

基金项目:河北省科技支撑计划(编号:11220701D);河北北方学院创新人才培养基金(编号:CXRC1309);河北北方学院优秀学术创新团队建设项目(编号:CXTD1307)。

作者简介:罗永华(1975—),男,内蒙古赤峰人,硕士,讲师,从事蔬菜品质及营养检测等方面的研究。E-mail:nlkxyyy@163.com。

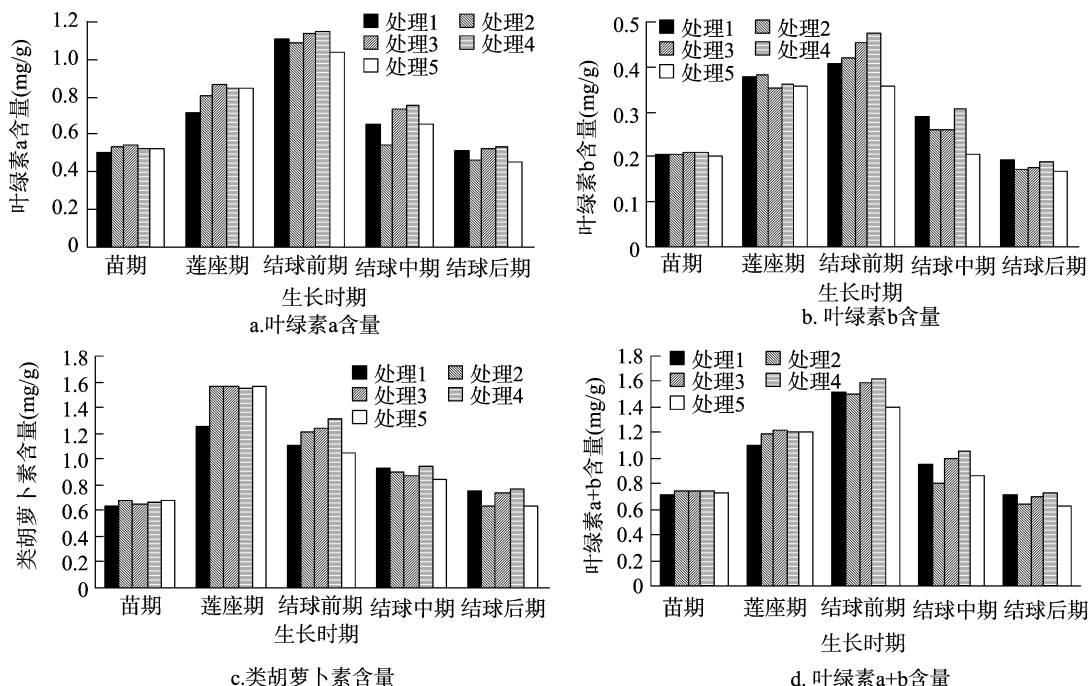


图1 不同生长时期甘蓝叶片的叶绿素a、叶绿素b、类胡萝卜素及叶绿素a+b含量

由图1还可以看出,在苗期,处理1(对照)的叶绿素a、叶绿素b、类胡萝卜素含量均不高于其他处理,但各处理之间差别不明显;莲座期处理1的叶绿素a、类胡萝卜素含量明显低于其他处理,其中处理2、处理3、处理4、处理5的叶绿素a含量分别比对照高11.96%、20.58%、18.08%、18.36%,处理2、处理3、处理4、处理5的类胡萝卜素含量分别比对照高24.54%、24.62%、23.35%、23.75%;处理2的叶绿素a含量低于处理3、处理4、处理5,这可能是由于处理2在苗期已经浇过1次水,再加上自然降水,使其土壤含水量过高所造成的;此外,处理2、处理3、处理4、处理5之间的叶绿素b、类胡萝卜素含量没有明显的差别。

进入结球期后,由于处理5仍然没有进行灌水,自然降水已经不能满足甘蓝快速生长对水分的需要,土壤含水量在一定程度上限制了甘蓝叶球的迅速生长,也抑制了叶片中叶绿素的生物合成,因此由图1可以看出,处理5的叶绿素a含量明显低于其他处理;处理4的叶绿素a、叶绿素b、类胡萝卜素含量在结球期的各个阶段都是最高的,这是由于处理4只在结球前期灌1次水,从而为甘蓝的后期生长提供了适宜的土壤水分,也有利于叶绿素的合成;处理2、处理3在结球中期、结球后期的叶绿素b、类胡萝卜素含量低于对照和处理4,这与处理2、处理3在接受自然降水的同时,在结球期灌了2次水,外加处理2苗期的1次灌水,造成了土壤含水量过高,从而降低了植株根系的活力,使得叶绿素的合成受到一定程度的影响有关。

2.2 不同时期甘蓝叶片光合速率的变化

图2表明,甘蓝定植后的整个生长期各处理的光合速率均呈单峰曲线:随着生长时期的推进,光合速率逐渐升高,在结球前期、结球中期出现峰值,结球后期随着植株的衰老和外界温度的降低,光合速率又逐渐下降。

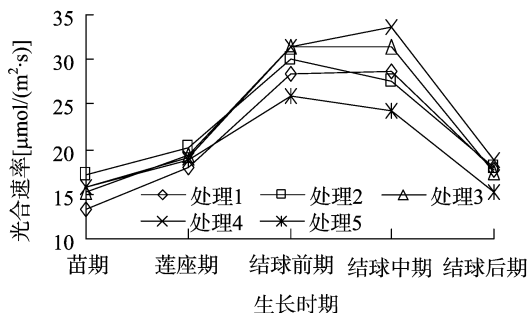


图2 不同时期甘蓝叶片光合速率的变化

由图2还可以看出,在苗期,覆膜处理的光合速率都高于处理1(对照),其中处理2最高,较对照高出28.67%,这可能是由于覆盖地膜使甘蓝定植后的缓苗时间缩短,提前进入正常的生长;在莲座期,各处理间的光合速率差别不明显,处理1和处理2在苗期结束时灌了1次水,处理1的光合速率有所提高,而处理2的光合速率虽有所提高,但是与处理3、处理4、处理5差别不明显,可见在苗期结束时的灌水对处理2是不必要的。

由图2还可以看出,进入结球期后,各处理在结球前期、结球中期的光合速率差别较明显;在结球后期,随着叶片的衰老及环境温度和光照强度的降低,各处理间的光合速率差别不明显。处理5在整个生长期都没灌水,在一定程度上造成了土壤水分的亏缺,进而影响了地上部叶片的光合速率,致使其光合速率在结球期内最低;处理4在结球期比其他处理的光合速率都高;处理2、处理3在结球期虽然灌了2次水,但是其光合速率也低于处理4,处理2在结球中期的光合速率甚至还低于对照,说明地上部叶片的光合速率与土壤的含水量不是成正比的,只有在土壤含水量适合植株生长时,植株的光合速率才最强。

2.3 不同时期甘蓝叶片蒸腾速率的变化

图 3 表明,甘蓝在定植后的整个生长期,随着植株的生长,各处理的蒸腾速率呈现先上升后下降的趋势,在植株生长的旺盛期,蒸腾速率也达到了最大值;到了结球后期,由于植株的衰老,其蒸腾作用也下降;但是在植株生长的不同时期,不同的土壤水分条件使植株表现出了不同的蒸腾速率。

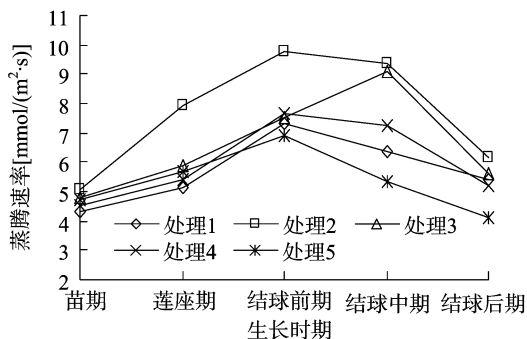


图3 不同时期甘蓝叶片蒸腾速率的变化

由图 3 还可以看出,处理 2 在整个生长期的蒸腾速率一直表现为最高,其中莲座期、结球前期、结球中期分别比对照(处理 1)高 54.39%、33.74%、48.34%;处理 2 的蒸腾速率高峰比其他处理出现的早,这样处理 2 的高蒸腾强度就会维持较长时间,从而造成大量的奢侈耗水,这可能是由于处理 2 在整个生长期的土壤含水量充足,蒸腾所需的水分供应充足,造成叶肉细胞水势与其周围空气水势差增大,导致水分大量散失;处理 3 在结球中期的蒸腾速率较对照高 43.76%;处理 4 的蒸腾速率在整个生长期基本与对照相当;处理 5 的蒸腾速率从结球前期开始低于其他处理,在结球中期、结球后期分别比对照低 15.32%、24.3%,这是由于在只接受自然降水的情况下,处理 5 的土壤含水量少,导致土壤水势降低,不能及时补充叶肉细胞因蒸腾所散失掉的水分;在结球后期,对照、处理 2、处理 3、处理 4 的蒸腾速率没有明显的差别,这是由于此期间外界环境条件(如温度的降低、光强的减弱和空气湿度的增高等)成为抑制植株蒸腾的主导因子。

2.4 不同处理甘蓝的产量和水分利用效率

从表 1 可以看出,处理 5 的经济产量和生物产量均最低,且其生物产量与其他处理间差异显著($P < 0.05$),而经济产量虽与处理 2 差异不显著,但与其他处理间存在显著的差异($P < 0.05$);处理 5 的生物产量和经济产量分别比处理 1(对照)低 7.5%、10.2%;生物产量最高的是处理 3,处理 4 次之,对照与处理 2 之间生物产量没有明显的差别;虽然处理 4 的生物产量排第 2 位,但是其经济产量却最高,且与其他处理间达到显著性差异,处理 4 的经济产量比对照提高了 8.8%。

从表 1 中不同处理的水分利用效率来看,浇水次数多的处理水分利用效率低,处理 3 的水分利用效率最高,但与处理 4 间差异不显著,且二者均高于其他处理;对照(处理 1)的水分利用效率最低,处理 3、处理 4 分别比对照提高 25.0%、24.1%。

3 讨论与结论

试验结果表明,处理 4 从甘蓝定植后到莲座期结束,没有进行水分处理,地膜覆盖的保墒效应得到了体现,苗期覆膜处

表 1 收获时甘蓝产量和水分利用效率比较

处理	生物产量 (kg/hm ²)	经济产量 (kg/hm ²)	水分利用效率 [kg/(hm ² ·mm)]
1	77 850.15c	54 688.65c	313.65d
2	77 982.90c	49 534.95d	350.85c
3	83 615.70a	57 674.10b	391.95a
4	80 767.65b	59 490.90a	389.25ab
5	71 982.90d	49 112.55d	378.45b

注:表中数字为 3 次重复的算术平均值;同列数据后标有不同小写字母者表示差异显著($P < 0.05$)。甘蓝从定植到收获期的降水量为 197.5 mm。

理的光合速率均高于对照(处理 1);莲座期各处理间的光合速率差别不明显;进入结球前期,处理 1、处理 2、处理 3、处理 4 均进行了灌水,使各处理之间的光合速率产生了差别,处理 2、处理 3 的叶绿素含量与光合速率均低于处理 4,这与王志伟等研究日光温室甜瓜节水灌溉土壤水分上限指标的结果^[13]相一致,但与张铭光等研究土壤湿度对墨兰叶片生长和光合速率的影响^[14]有些不一致,其原因可能是各自的试验地条件不同。

试验结果还表明,虽然处理 2 与处理 1 灌同样多的水,但在结球中后期,处理 2 的叶绿素含量降低,使其光合作用减弱,降低了甘蓝生长后期的生产能力,因而其经济产量低于处理 1。处理 5 由于未浇水,其叶绿素合成受阻,使其结球期光合速率和蒸腾速率最低,因而导致产量最低。因此,在冀西北坝上地区采用地膜覆盖种植甘蓝,只在结球前期灌 1 次水(处理 4),能改善甘蓝的光合特性,增加产量,可达到少灌 2 次水的目的,这与张天年等研究甘薯需水规律的结论^[15]是一致的。

覆盖地膜后,如果在植株生长的盛期仍然大量灌水,会促进叶片的旺长,不利于产品器官的形成,并且随着灌水量的增加,耗水量也增加,土壤水分虽有利于蒸腾,但水分利用效率降低,造成奢侈灌水。因此,适度的水分亏缺不一定会使产量显著降低,反而会使水分利用效率显著提高^[16],本研究也支持了这种观点。

由此可见,土壤水分含量过高或过低都会使甘蓝结球期叶片的叶绿素含量、光合速率和水分利用效率降低,最终导致产量降低,因此只有适时适量的灌溉,才能达到高产和节水的目的。

参考文献:

- [1] 杨福存. 坝上蔬菜栽培的理论与技术[M]. 北京:气象出版社, 2003:46-54.
- [2] 黄伟,张俊花,李文红,等. 冀西北坝上半干旱区南瓜油菜间作的水分效应[J]. 生态学报,2011,31(14):4072-4081.
- [3] 高华山,黄伟,高海琴,等. 冀西北农牧交错区蔬菜节水栽培技术[J]. 中国蔬菜,2008(1):52-53.
- [4] 周维博,李佩成. 干旱半干旱地域灌区水资源综合效益评价体系研究[J]. 自然资源学报,2003,18(3):288-293.
- [5] 张俊花,黄伟,张立峰,等. 冀西北坝上地区水分处理对地膜覆盖萝卜光合特性的影响[J]. 干旱地区农业研究,2008,26(5):60-64,89.
- [6] 王威豪,叶燕萍,罗永明,等. 水分胁迫下乙烯利浸种对甘蔗苗期光合性状和分蘖的影响[J]. 作物杂志,2008(1):50-54.

尚霄丽, 张建鹏, 李晓慧, 等. 不同类型肥料对西瓜叶片生长、膨瓜速度及产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(7): 158–159.

不同类型肥料对西瓜叶片生长、膨瓜速度及产量的影响

尚霄丽¹, 张建鹏¹, 李晓慧², 李 涵¹, 管志涛¹

(1. 濮阳职业技术学院生物工程系, 河南濮阳 457000; 2. 河南省农业科学院园艺研究所, 河南郑州 450002)

摘要:以无籽西瓜品种黑帝为试验材料, 研究了施用控释肥、有机-无机复合肥、复合肥(对照)对西瓜叶面积、膨大速度及产量的影响。结果表明, 施用控释肥在西瓜生长后期显著促进了叶片的生长, 叶片面积为 0.031 m^2 ; 明显提高了西瓜膨大速度, 日平均体积、日平均膨瓜量分别为 $39\ 766$ 、 $2\ 711\text{ cm}^3/\text{d}$; 提高了西瓜产量, 为 $58\ 292.0\text{ kg}/\text{hm}^2$, 较对照增加13%。

关键词:肥料; 叶面积; 西瓜; 膨大速度; 产量

中图分类号: S651.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)07-0158-02

化肥是植物的粮食, 是重要的农业生产资料, 在农业增产中起着重要的作用^[1]。但是目前施用化肥存在两大问题: 一是化肥用量较大, 利用率非常低; 二是施用不合理造成对环境的污染, 而且有时会导致农产品品质降低。随着化肥存在的问题日益凸显, 专用复合肥料、纳米肥料、商品有机肥、高效肥料等环保肥料逐渐增多, 特别是在20世纪90年代后期, 新型肥料——控释肥料在国内外农业生产中的应用非常广泛, 因此有关控释肥的研究越来越受到重视^[2]。多年的生产实践证明, 控释肥料可延长养分释放速率, 提高肥料养分利用率, 使用控释肥的多数作物可以减少肥料用量和施肥次数。因此, 一次性的施肥技术不但改变了传统作物栽培的施肥技术模式, 而且具有省工、省肥、增效等多重效果^[3]。本试验以无籽西瓜黑帝为试验材料, 研究了施用控释肥、有机-无机复合肥、复合肥3种不同类型肥料对西瓜叶片生长、膨瓜速度及产量的影响, 以期对西瓜栽培过程中合理施肥奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试西瓜品种为黑帝, 由河南省农业科学院园艺研究所选育。

收稿日期: 2013-10-24

基金项目: 国家农业科技成果转化资金(编号: 2011GB2D000004)。

作者简介: 尚霄丽(1982—), 女, 河南濮阳人, 博士, 讲师, 主要从事园艺植物遗传育种教学和研究。E-mail: xiaoli820218@163.com。

供试肥料: 控释肥(氮: 磷: 钾 = 17: 9: 19), 山东金正大生态工程股份有限公司生产; 有机肥(氮: 磷: 钾 = 11: 7: 4), 河南莲花有机肥有限公司生产, 以市售硫酸钾(K_2O 50%)、尿素(含氮 46.4%)、磷酸氢二铵(含 46.3%、 P_2O_5 46%)补充养分至氮: 磷: 钾 = 17: 9: 19; 普通复合肥(氮: 磷: 钾 = 17: 9: 19), 河南心连心有限公司生产。

1.2 试验设计

试验安排在河南省濮阳职业技术学院的试验基地, 供试土壤为沙土地, 土层土壤 pH 值 8.25、有机质含量 0.477%、碱解氮 45.6 mg/kg、有效磷 6.1 mg/kg、有效钾 73 mg/kg。2012年4月1日播种育苗, 4月13日定植, 采用小拱棚加地膜覆盖栽培, 三蔓整枝, 以第三雌花坐果, 栽植密度 $7\ 500\text{ 株}/\text{hm}^2$ 。整地时底肥为 $3\ 000\text{ kg}/\text{hm}^2$ 腐熟的鸡粪、 $600\text{ kg}/\text{hm}^2$ 过磷酸钙。

试验设3个处理: $900\text{ kg}/\text{hm}^2$ 控释肥(T_1), $900\text{ kg}/\text{hm}^2$ 总养分含量相同的有机、无机复混肥(T_2), 单施 $900\text{ kg}/\text{hm}^2$ 总养分含量相同的复合肥(对照), 每个处理设3次重复, 随机区组设计。小区面积 36 m^2 ($3\text{ m} \times 12\text{ m}$), 共9个小区。控释肥于坐瓜哇时作为基肥一次性施入; 有机肥和常规复合肥总量的一半作为基肥施入, 剩余一半在伸蔓期、膨瓜期作为追肥施入。

1.3 测定项目与方法

用刻度尺测定西瓜坐瓜节位前一张叶的最大叶长和叶宽, 叶片的最大叶面积用叶长和叶宽的乘积进行推算。

果实的纵径、横径用刻度尺进行测定, 体积按以下公式进

[7] 韩 娟, 贾志宽, 任小龙, 等. 模拟降雨量下微集水种植对玉米光合速率及水分利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(1): 81–85, 101.

[8] 刘文君, 张俊花, 黄 伟, 等. 不同土壤水分条件下萝卜幼苗叶片生理特性研究[J]. 北方园艺, 2009(4): 66–68.

[9] 张俊花, 黄 伟, 张立峰, 等. 冀西北坝上地区萝卜地膜覆盖节水栽培技术研究[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(6): 60–63.

[10] 黄 伟, 朱 桓, 张俊花, 等. 辣椒施用保水剂效果研究[J]. 北方园艺, 2010(20): 19–21.

[11] 张宪政. 植物叶绿素含量测定——丙酮乙醇混合液法[J]. 辽宁农业科学, 1986(3): 26–28.

[12] 傅 伟, 王天铎. 净光合速率与气孔导度相互关系的电学类比分析和模拟研究[J]. 植物学报, 1994, 36(7): 511–517.

[13] 王志伟, 郁继华, 郭晓冬. 日光温室甜瓜节水灌溉土壤水分上限指标研究[J]. 华中农业大学学报, 2004, 35(增刊2): 198–202.

[14] 张铭光, 潘瑞炽, 叶庆生. 土壤湿度对墨兰叶片生长和光合速率的影响[J]. 华南师范大学学报: 自然科学版, 1994(2): 71–75.

[15] 张天年, 王文颇, 吴旭银, 等. 甘薯需水规律的研究(I)——甘薯的蒸腾量与耗水量[J]. 河北农业技术师范学院学报, 1994, 8(3): 12–17.

[16] 陈亚新, 康绍忠. 非充分灌溉原理[M]. 北京: 水利电力出版社, 1995: 34–36.