

土壤水分对温室黄瓜结果期生长与生理特性的影响

张宪法 于贤昌* 张振贤

(山东农业大学园艺学院, 泰安 271018)

摘 要: 研究了土壤水分对温室结果期嫁接和未嫁接黄瓜生长与生理特性的影响。结果表明: 适宜的土壤水分有利于黄瓜植株生长和产量提高, 水分过高或过低均对生长发育不利; 叶片颜色、仰角与卷须可作为灌溉的形态指标; 叶片水势、细胞汁液浓度可作为灌溉的生理指标; 不同叶位叶片对土壤水分变化的敏感性不同, 可用下部功能叶片的形态与生理变化来判断灌溉时间与灌溉量; 嫁接与未嫁接黄瓜对土壤水分的反应规律相同, 但对水分的敏感程度存在明显差异。

关键词: 黄瓜; 温室; 土壤水分; 生理特性

中图分类号: S 642.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2002) 04-0343-05

黄瓜 (*Cucumis sativus* L.) 是我国北方冬春季节温室栽培的主要蔬菜, 也是耗水量最大的蔬菜之一^[1]。目前对蔬菜水分生理的研究很多^[2~7], 但土壤水分对温室黄瓜的影响报道很少。温室内环境条件与露地相差很大, 且生产中均采用了嫁接技术, 植株的吸水特性也会相应发生变化。因此, 研究不同土壤水分含量对温室黄瓜生长和生理特性的影响, 可为黄瓜温室生产的水分管理提供可靠的技术指标。

1 材料与方法

1.1 材料处理

试材为‘山农5号’(山东农业大学园艺学院培育)黄瓜自根苗和嫁接苗, 砧木为黑籽南瓜(产地为中国云南), 种子来源于山东农业大学园艺学院。

试验于2000年2~7月在山东农业大学园艺学院温室内进行, 对植株的生长、产量和器官形态与叶片水势和细胞汁液浓度进行测定。2000年8月至2001年1月进行重复试验, 并对植株叶片的光合作用和叶绿素含量等生理特性进行测定。黄瓜与黑籽南瓜分别于2000年2月26日和3月1日与同年8月22日和24日穴盘播种, 嫁接后移到营养钵中, 分别于3月31日、9月12日定植于塑料盆中。栽培土为自配中性壤土, 装土后称质量, 同时测定土壤相对含水量。每盆装土8.0 kg, 土壤相对含水量约为31.8%。

土壤相对含水量设5个处理: 90%、80%、70%、60%和50%。处理之间随机排列, 3次重复。每处理嫁接与未嫁接幼苗各半, 均15盆, 每盆1株。大小行排列, 株行距为30 cm × 75 cm。定植后浇透水, 根瓜坐住后用称重法控制土壤含水量。当含水量低于处理含水量的5%时进行浇水, 浇水量按高于处理含水量的5%控制。其它管理按常规方法进行。

1.2 测试内容与方法

结果期观察叶片数、叶面积、雌花数、坐瓜率、瓜形状、单瓜质量。每次灌水前观察叶片形态、颜色和卷须状态。分前期(4月27日~5月17日)、中期(5月17日~6月7日)和后期(6月7日~27日)统计单株产量。结瓜中期晴天取顶部下数第3功能叶用美国产LF6200便携式光合仪测定光合速率, 每处理测12片叶, 计平均值。结瓜期取不同叶位叶片(自新叶开始, 依次向下取2、4、6、8、

收稿日期: 2002-01-16; 修回日期: 2002-06-25

*通讯作者 Author for correspondence.

10 叶位叶片) 于晴天上午 10 时用小液流法测叶片水势。结果中期于晴天上午 10 时取不同处理不同叶位叶片(自新叶开始, 依次向下取 2、4、6、8、10 叶位叶片) 用阿贝折射仪测定细胞汁液浓度, 每处理测 8 片叶计平均值。于结瓜中期晴天下午用 SPAD 叶绿素仪测上部第 3 片功能叶的叶绿素含量, 每处理测 12 片叶计平均值。

2 结果与分析

2.1 土壤水分对黄瓜生长的影响

由表 1 可见, 嫁接黄瓜单瓜质量、叶片数、叶面积均随土壤含水量降低而减小, 90 % 最高, 50 % 最低; 随土壤水分升高, 畸形瓜所占比例逐渐下降, 表明水分亏缺导致畸形瓜增加; 坐瓜率以土壤相对含水量 70 % 的处理最高, 50 % 的最低, 水分过多或过少都不利于坐瓜率提高; 果实发育时间以土壤相对含水量 50 % 最长 (10 d), 60 % 的次之 (8 d), 其余处理差异甚小。未嫁接黄瓜与嫁接黄瓜基本相同, 但前者坐瓜率以土壤相对含水量 80 % 最高。与未嫁接黄瓜相比, 嫁接黄瓜的坐瓜率和单瓜质量均较高, 瓜数和雌花数多, 畸形瓜比例低, 果实发育快。

表 1 土壤水分对黄瓜生长发育的影响

Table 1 Effect of soil water on the growth and development of cucumber

	土壤水分 Soil water (%)	果实成 熟时间 Fruit de- velopment time (d)	雌花数 Number of female flower	坐瓜率 Fruit sett- ing perce- ntage (%)	单瓜质量 Single cuc- umber mass (g)	正常瓜 比例 Normal cucumber (%)	畸形瓜 比例 Unnormal cucumber (%)	叶片数 Leaf No.	叶面积 Leaf area (cm ²)
嫁接	90	7.5aA	25.0aA	57.0aA	180aA	93.0aA	7.0aAD	21.3aA	213.4aA
Grafted	80	7.5aA	25.0aA	58.4aA	176aA	91.5aA	8.5bB	21.1aA	198.8bB
	70	7.5aA	24.4aA	60.3bA	172aA	92.3aA	7.7cC	19.3aA	198.4bB
	60	8.0bB	23.6bA	56.1aA	174aA	87.6bB	12.4dD	17.5bB	170.4cC
	50	10.0cC	25.4aA	47.9cB	162bA	82.0cC	18.0eE	15.3cC	160.5dD
未嫁接	90	8.0aA	24.0aA	55.9aA	149aA	88.9aA	11.1aA	18.3aA	193.6aA
Non-grafted	80	8.0aA	24.0aA	56.1aA	147aA	84.6bB	15.4bB	17.0bB	193.6aA
	70	9.0bB	24.2aA	54.7aA	141aA	78.3cC	21.7cC	16.0bB	183.3bB
	60	10.5cC	24.6aA	48.9bB	130bA	70.1dD	29.9dD	15.2cC	162.4cC
	50	13.0dD	24.0aA	43.6cC	107cC	65.2eE	34.8eE	13.8dC	146.4dD

2.2 土壤水分对黄瓜产量的影响

由表 2 可见, 嫁接黄瓜前期产量随土壤相对含水量降低而降低, 表现为 90 % > 80 % > 70 % > 60 % > 50 %; 中期呈同样的趋势; 90 %、80 % 和 70 % 3 个处理单株总产量无显著差异, 但均极显著高于 60 % 和 50 % 的处理, 说明嫁接黄瓜对土壤含水量的适应范围较宽, 由此可以看出, 维持土壤相对含水量 70 % 即可满足嫁接黄瓜结果期对土壤水分的要求。

未嫁接黄瓜单株产量与总产量均随土壤含水量降低而降低, 与嫁接黄瓜显示相同的规律。80 %、70 %、60 %、50 % 与 90 % 含水量处理之间差异逐渐增加, 相互间差异极显著。但 80 % 与 90 % 之间的产量差异未达显著水平, 说明未嫁接黄瓜适度的土壤相对含水量为 80 %, 高于嫁接黄瓜的 70 %。

2.3 土壤水分对黄瓜形态的影响

叶片对环境变化十分敏感, 外界环境的变化首先在叶片上表现出来。由表 3 可见, 嫁接黄瓜叶片颜色随土壤含水量下降而加深, 土壤含水量越低, 叶色越深; 叶角随土壤含水量下降而变小, 每次灌水前均为土壤含水量 90 % 处理的叶角最大、50 % 处理最小, 说明土壤水分亏缺时, 叶片萎蔫, 仰角为负值; 土壤含水量 90 % 与 80 % 的处理卷须均上仰, 挺立饱满; 土壤含水量 70 % 的处理大部分时间挺立, 60 % 与 50 % 的处理大部分时间萎蔫, 说明叶片与卷须对土壤水分的变化比较敏感。

未嫁接黄瓜与嫁接黄瓜基本相同, 土壤含水量 90 % 与 80 % 的处理叶色差异不大, 70 %、60 %、50 % 的处理叶色逐渐加深, 50 % 的处理最深, 为深绿色, 表明叶绿素含量积累。仰角以土壤含水量 90 % 的处理最大, 50 % 的处理最小, 60 % 与 50 % 的处理有时为负值, 叶片萎蔫。土壤含水量 90 % 与 80 % 的处理卷须始终上仰, 70 % 略下垂, 60 % 与 50 % 的处理大部分时间下垂。

表 2 不同水分处理对黄瓜单株产量的影响

Table 2 Effect of different water treatments on yield of each cucumber plant

(g)

土壤水分 Soil water (%)	嫁接 Grafted				未嫁接 Non-grafted			
	前期 Early yield	中期 Middle yield	后期 Later yield	总产量 Whole yield	前期 Early yield	中期 Middle yield	后期 Later yield	总产量 Whole yield
90	544aA	1128aA	896aA	2568aA	483aA	814aA	700aA	1997aA
80	544aA	1124aA	900aA	2568aA	479aA	801aA	700aA	1980aA
70	535aA	1101aA	895aA	2531aA	459aA	766bB	645bB	1870bB
60	464bB	1050bB	811bB	2325bB	388bB	629cC	550cC	1567cC
50	343cC	965cC	661cC	1969cC	237cC	502dD	386dD	1115eE

表 3 土壤水分对黄瓜植株形态的影响

Table 3 Effect of soil water on the appearance of cucumber

	土壤水分 Soil water (%)	第 1 次 First time			第 2 次 Second time			第 3 次 Third time		
		叶色	叶仰角	卷须	叶色	叶仰角	卷须	叶色	叶仰角	卷须
		Leaf color	Leaf elevation	Tendrill	Leaf color	Leaf elevation	Tendrill	Leaf color	Leaf elevation	Tendrill
嫁接 Grafted	90	4	33 °	上仰 Up	5	38 °	上仰 Up	4	33 °	上仰 Up
	80	3	22 °	上仰 Up	3	35 °	上仰 Up	4	25 °	上仰 Up
	70	3	13 °	上仰 Up	3	27 °	下垂 Low	3	18 °	上仰 UP
	60	2	6 °	下垂 Low	3	14 °	下垂 Low	3	10 °	下垂 Low
	50	1	- 5 °	下垂 Low	2	- 2 °	下垂 Low	2	- 2 °	下垂 Low
未嫁接 Non-grafted	90	5	30 °	上仰 Up	5	32 °	上仰 Up	5	29 °	上仰 Up
	80	5	24 °	上仰 Up	5	24 °	上仰 Up	4	22 °	上仰 Up
	70	4	13 °	下垂 Low	3	17 °	上仰 Up	4	13 °	下垂 Low
	60	3	1 °	下垂 Low	3	2 °	下垂 Low	3	6 °	下垂 Low
	50	1	- 10 °	下垂 Low	1	- 8 °	下垂 Low	2	- 10 °	下垂 Low

注：叶色由深到浅分别用 1、2、3、4、5 代表；叶仰角指叶片与水平线间的角度；卷须上仰与下垂根据中下部卷须的状态而定。

Note: The leaf color from dark to dim was showed by 1, 2, 3, 4, 5 respectively; The leaf elevation means the angle between leaf and horizontal line; Up and down of tendrill has been decided by the condition of middle and down tendrill.

2.4 土壤水分对黄瓜光合特性的影响

2.4.1 对光合速率日变化的影响

由图 1 可知嫁接黄瓜叶片净光合速率随土壤含水量增加依次降低。土壤含水量 90 %、80 %、70 % 的处理净光合速率日变化为双峰曲线, 峰值在 12 时和 16 时; 土壤含水量 60 % 与 50 % 的处理为单峰曲线, 峰值分别在 12 时和 10 时。未嫁接黄瓜净光合速率均为单峰曲线, 土壤含水量 90 %、80 % 与 70 % 的处理峰值在 12 时达最高值。60 % 与 50 % 的峰值在 10 时。土壤含水量 80 %、70 %、60 %、50 % 的处理与 90 % 的处理差异依次增大, 80 % 与 90 % 的处理差异不明显, 60 %、50 % 的处理与 90 % 处理差异明显。

2.4.2 对不同叶位叶片叶绿素含量的影响

由图 2 可知, 嫁接黄瓜叶片叶绿素随土壤水分降低而增加。叶绿素含量自上部叶位到下部叶位逐渐增加。下部叶片间叶绿素含量差异明显; 上部叶片变化小差异不明显, 50 % 的土壤含水量处理差异最大, 90 % 的土壤含水量处理差异最小。未嫁接黄瓜叶绿素变化同嫁接黄瓜相似, 但比嫁接黄瓜含量

高,不同处理间差异更明显,相同处理不同叶位叶绿素含量变化幅度更大,说明叶绿素对土壤水分变化比较敏感,但不同叶位叶片敏感程度不同。

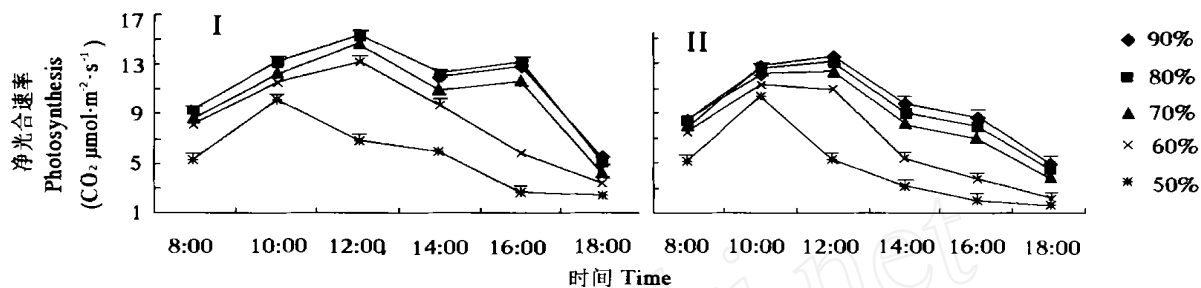


图1 土壤水分对嫁接 (I) 和未嫁接 (II) 黄瓜光合速率日变化的影响 (10 月中上旬测定)

Fig. 1 Effect of soil water on diurnal variation of photosynthetic rate of grafted (I) and non-grafted (II) cucumber leaves

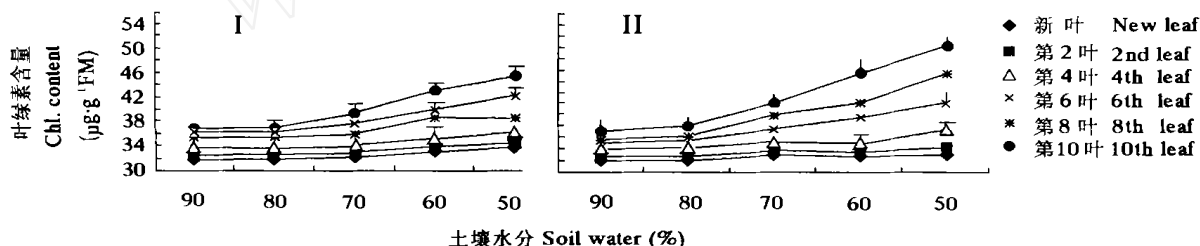


图2 土壤水分对嫁接 (I) / 未嫁接 (II) 黄瓜叶片叶绿素含量的影响

Fig. 2 Effect of soil water on chlorophyll content of grafted (I) and non-grafted (II) cucumber leaves

2.5 土壤水分对黄瓜不同叶位叶片水势的影响

嫁接黄瓜叶片水势随叶位增加而降低,新叶最高,2、4、6、8、10各叶位叶片水势逐渐降低,差距逐渐加大。相同叶位叶片水势随土壤含水量降低而降低。未嫁接黄瓜叶片水势变化同嫁接黄瓜相似,但叶片水势相对较低,变化幅度大,说明嫁接可使黄瓜对水分亏缺的敏感性下降。

2.6 土壤水分对黄瓜不同叶位叶片细胞汁液浓度的影响

嫁接黄瓜随叶位数增加,细胞汁液浓度逐渐升高,上部叶片低而中下部高,新叶最低,第10片功能叶最高,不同叶位间差异逐渐加大。相同叶位细胞汁液浓度随土壤水分降低而增加。以新叶为例,90%到50%的土壤含水量处理细胞汁液浓度分别为3.06%、3.13%、3.34%、4.11%、4.72%。随叶位数增加各处理差异逐渐加大,说明叶片细胞汁液浓度对土壤水分比较敏感,但不同叶位敏感性不同,下部功能叶敏感性强,细胞汁液浓度升高的程度反映植株水分亏缺的程度。

未嫁接黄瓜的变化趋势与嫁接黄瓜相似,但未嫁接黄瓜的细胞汁液浓度明显高于嫁接黄瓜,说明嫁接可以扩大黄瓜对水分的适应范围。

3 讨论与结论

3.1 温室嫁接和未嫁接黄瓜结果期适宜的土壤含水量

已有报道表明,露地黄瓜适宜的土壤相对含水量为80%左右^[1],而关于温室条件下有利于黄瓜生长的土壤含水量未见报道。本试验表明,未嫁接和嫁接黄瓜在结果期土壤相对含水量分别维持80%和70%较为适宜,表现为长势较好,叶绿素含量适宜,光合功能和蒸腾强度较强,产量较高。高于或低于此含水量,则黄瓜植株表现为徒长或生长受抑,生理功能不协调,产量较低。这可作为温室条件下黄瓜水分管理的技术指标。

目前在北方日光温室黄瓜生产中,嫁接栽培已成为重要的技术环节。阐明嫁接与非嫁接黄瓜对土

壤水分要求的差异及其程度，对于在嫁接黄瓜栽培的水分管理，并获高产具有指导意义。本试验的结果表明嫁接黄瓜以土壤相对含水量为 70 % 表现最好，明显低于非嫁接黄瓜表现最好的 80 %。说明嫁接换根后黄瓜对土壤含水量的要求产生了很大变化，相应地在嫁接黄瓜栽培过程中的水分管理也要有别于非嫁接黄瓜。究其原因，主要是嫁接砧木黑籽南瓜根系远较黄瓜发达，吸水能力也明显强于黄瓜根系。

3.2 判断黄瓜植株水分状况的形态指标和生理指标

土壤水分状况能影响植株的形态表现，通过植株某些形态的表现特征可以判断植株的水分状况，进而确定浇水时期。从本试验可以看出（表 3）黄瓜植株叶片和卷须对水分反映极为敏感，可以由卷须的形态（上仰或下垂）或下部功能叶片与水平面的夹角来判断植株体内的水分状况。当叶片与水平面的夹角变小（或仰角变大），卷须下垂时，可以作为植株缺水的标志；反之，则植株体内水分状况良好。

土壤水分状况首先影响叶片的生理活动，而后又在叶片形态上表现出来^[3]。叶片水势和细胞汁液浓度对植株水分状况反应十分敏感。但不同叶位间反应的敏感程度存在较大差异，以下部功能叶片反应最为敏感，可以用其水势和细胞汁液浓度来作为判断植株水分盈亏状况的生理指标。在本试验中，当植株水分状况良好时，嫁接黄瓜上数第 10 片叶水势和细胞汁液浓度分别高于 - 3.69 MPa 和 4.29 %（土壤相对含水量不低于 70 %），非嫁接黄瓜分别应高于 - 3.42 MPa 和 3.88 %（土壤相对含水量不低于 80 %）。

参考文献：

- 1 山东农业大学主编. 蔬菜栽培学（各论）. 北京：农业出版社，1987. 184 ~ 210
- 2 张振贤，于贤昌，陈利平. 水分状况与大白菜光合作用关系的研究. 园艺学报，1993，20（4）：358 ~ 362
- 3 张振贤. 蔬菜生理. 北京：中国农业科技出版社，1993. 272 ~ 279
- 4 姚 磊，杨阿明. 不同干旱胁迫对番茄生长的影响. 华北农学报，1997，12（2）：102 ~ 106
- 5 Janoudi A K, Widders I E, Flore J A. Water deficits and environmental factors affect photosynthesis in leaves of cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1993, 118（3）：366 ~ 370
- 6 王新元，李登顺，张喜英. 日光温室冬春茬黄瓜产量与灌水量的关系. 中国蔬菜，1999，（1）：18 ~ 21
- 7 Monteith J L. A reinterpretation of stomatal responses to humidity. Cell and Environment, 1995, 18: 357 ~ 364

Effect of Soil Water on the Growth and Physiological Characteristics of Cucumber during Fruit Stage in Greenhouse

Zhang Xianfa, Yu Xianchang, and Zhang Zhenxian

(College of Horticulture, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

Abstract : Effect of soil water on the growth and physiological characteristics of cucumber during fruit stage in greenhouse were studied in this experiment. The results showed that soil water status had something with the growth and development of cucumber in greenhouse. Yield decreased and growing speed became slow due to over or deficit of soil water. Leaf color, leaf elevation and tendril appearance could be regarded as index to decide when and how much will be irrigated. Leaf water potential and leaf cytoliquid could also be regarded as irrigated index. Different leaves had different response to the change of soil water status. Grafted and non-grafted cucumber had different reaction on the same soil water conditions.

Key words : Greenhouse ; Cucumber ; Soil water content ; Physiological characteristics