

# 不同根土空间对黄瓜生长的贡献率研究

刘俊波<sup>1,2</sup>, 李明<sup>1</sup>, 范凤翠<sup>1,2</sup>, 李志宏<sup>2</sup>, 孙雅洁<sup>1</sup>, 石玉芳<sup>2</sup>

(1. 河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071001; 2. 河北省农林科学院 农业信息与经济研究所, 河北 石家庄 050051)

**摘要:**以“世纪绿宝”黄瓜为试材,以生产上的常规种植方式为对照(CK),研究了采用塑料布隔根形成不同的根土空间对日光温室黄瓜耗水和产量贡献率的影响。结果表明:单从黄瓜结瓜期来看各处理不同生育时期最大耗水规律表现一致,均表现为初瓜期少,盛瓜期最多,末瓜期又表现出下降;与 CK 相比,各处理产量贡献率均小于 100%,并且表现出一定的规律性,即根土空间越大产量贡献率越高,S40 产量贡献率达到 98.06%;水分利用效率以 S20 为最高,比 CK 高出 10.33%,同时耗水量比 CK 少,但产量只略低于 CK,且产量水平差异不显著。

**关键词:**黄瓜;根土空间;日最大耗水;贡献率

**中图分类号:**S 642.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)06-0046-05

黄瓜是设施蔬菜栽培的主要蔬菜种类之一。设施栽培的黄瓜对水分反应敏感,黄瓜根系喜湿而怕涝,耐旱能力差<sup>[1]</sup>。有关设施黄瓜水分生理的研究,前人主要涉及灌水量<sup>[2-6]</sup>、灌溉方式<sup>[7-8]</sup>、灌水频率<sup>[9-10]</sup>等方面对产量和水分利用效率的影响。而根土空间方面的研究较少,张永清等<sup>[11]</sup>采用尼龙袋装土栽培作物的方法,研究了根系生长空间对高粱根系生理特性及产量的影响,指出在土壤肥力较高或施肥的情况下,高粱需要较小的根土空间以基本满足其生长发育的需求。在蔬菜作物上,范凤翠<sup>[12]</sup>研究不同根土空间对番茄生长的贡献率,指出番茄至少需 30 cm 的根系纵深,才能够获得与对照差异不显著的产量效果。而有关黄瓜根土空间贡献率研究尚鲜有报道,现以“世纪绿宝”黄瓜为试材,通过田间试验,研究了不同根土空间对黄瓜耗水和产量贡献率的影响,以期为黄瓜“以根定水”的灌水制度提供理论依据,同时为黄瓜节水灌溉提供技术保障。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2013 年 3~7 月在石家庄市河北省农林科

学院大河综合农业试验园区日光温室内进行。供试日光温室全长 70 m,跨度为 6 m,屋脊高 3.5 m。供试土壤耕层(0~40 cm)土壤基础理化性状:有机质含量 19.33 g/kg、全氮 1.21 g/kg、碱解氮 80.27 mg/kg、速效钾 229.71 g/kg、速效磷 115.90 mg/kg。

### 1.2 试验材料

供试黄瓜品种为(*Cucumam mativum* L.)“世纪绿宝”,于 2013 年 1 月 31 日穴盘育苗,3 月 15 日定植,7 月 9 日拉秧。宽窄行畦作(宽行 80 cm,窄行 40 cm)种植,株距为 33 cm。

### 1.3 试验方法

试验采取随机区组设计,以塑料布隔根分设 4 个水平,塑料布分别埋设在土面下 10、20、30、40 cm 处形成 0~10、0~20、0~30、0~40 cm 4 种根土空间,隔层处理分别为 S10、S20、S30、S40,并以常规种植为对照(CK),共 5 个处理,每个处理 3 次重复。小区面积为 14.4 m<sup>2</sup> (3 个栽培畦 6 行,栽培畦规格为 1.2 m×4 m)。塑料布处理分别在基肥统一施入后,分层挖土,分别铺设塑料布。同时不同处理间用埋深 50 cm 的塑料布隔离防止水肥侧渗。然后做畦覆膜待定植。采用全覆盖的栽培方式,栽培管理和病虫害防治等管理同大田。

所有处理灌水量前期相同,每次灌水量为 17.99 mm/667m<sup>2</sup>,开始处理后 CK 和 S40 灌水保持不变,S30、S20、S10 处理依次比 CK 少 15%、30%、45%的灌水量,即分别为 15.29、12.59、9.89 mm/667m<sup>2</sup>,各处理灌水时间依据 PR 2/6 土壤剖面水分速测仪指示确定,当含水量耗到土壤最大田间持水量的 70%进行浇灌,灌水方法采用设施蔬菜条缝式定量灌渗装置<sup>[13]</sup>。具体灌水量及灌水时间见表 1。

**第一作者简介:**刘俊波(1985-),男,河北邯郸人,硕士研究生,研究方向为设施蔬菜生理生态及生长调控。E-mail:liuxianda1985@163.com

**责任作者:**李明(1961-),男,河北故城人,教授,现主要从事食用菌生物技术与遗传育种及设施园艺等研究工作。E-mail:yyliming@hebau.edu.cn

**基金项目:**国家公益性行业(气象)科研专项经费资助项目(GY-HY201306039);国家公益性行业(农业)科研专项经费资助项目(201303133-1-3);河北省科技支撑计划资助项目(11220701D-3)。

**收稿日期:**2013-12-10

表 1 灌水时间及每次灌水量

Table 1 Irrigation date and amount of each irrigation

生育期 Growth period	灌水时间 Irrigation date /月·日	667 m <sup>2</sup> 灌水量 667 m <sup>2</sup> irrigation amount/mm				
		S10	S20	S30	S40	CK
初瓜期 Early fruit stage	3. 15 定植水	15. 705	15. 705	15. 705	15. 705	15. 705
	3. 20 缓苗水	26. 985	26. 985	26. 985	26. 985	26. 985
	4. 5 缓苗水	26. 985	26. 985	26. 985	26. 985	26. 985
	4. 20	17. 99	17. 99	17. 99	17. 99	17. 99
	4. 28	17. 99	17. 99	17. 99	17. 99	17. 99
	5. 5	17. 99	17. 99	17. 99	17. 99	17. 99
	5. 10	17. 99	17. 99	17. 99	17. 99	17. 99
	5. 16 开始处理	9. 89	12. 59	15. 29	17. 99	17. 99
	5. 20	9. 89	—	—	—	—
	5. 21	—	12. 59	15. 29	17. 99	17. 99
	5. 24	9. 89	—	—	—	—
	5. 25	—	15. 29	15. 29	17. 99	17. 99
	5. 27	9. 89	—	—	—	—
	5. 31	9. 89	12. 59	15. 29	17. 99	17. 99
	6. 3	9. 89	—	—	—	—
	6. 4	—	12. 59	—	—	—
	6. 5	—	—	15. 29	17. 99	17. 99
	6. 6	9. 89	—	—	—	—
	6. 9	—	12. 59	—	—	—
	6. 12	9. 89	—	—	—	—
盛瓜期 Full fruit stage	6. 13	—	12. 59	15. 29	17. 99	17. 99
	6. 16	9. 89	—	—	—	—
	6. 17	—	12. 59	—	—	—
	6. 19	9. 89	—	15. 29	17. 99	17. 99
	6. 23	9. 89	12. 59	—	—	—
	6. 24	—	—	15. 29	17. 99	17. 99
	6. 27	9. 89	—	—	—	—
	6. 28	—	12. 59	15. 29	17. 99	17. 99
	6. 30	9. 89	—	—	—	—
	7. 2	—	12. 59	15. 29	17. 99	17. 99
末瓜期 Late fruit stage	7. 3	9. 89	—	—	—	—
	7. 6	9. 89	12. 59	15. 29	17. 99	17. 99
	总计 Total	289. 985	295. 415	309. 825	339. 525	339. 525

1.4 项目测定

1.4.1 水分的测定 定植前基础水分的测定及拉秧后水分的测定,即在做好畦定植前和拉秧后钻取土测水分(不破坏塑料布隔层)。各处理不同层次根土空间耗水量的测定:采用时域反射仪(FDR 技术)对各处理土壤含水量进行监测。测定时每 10 cm 为 1 个测定段,即 0~

10、10~20、20~30、30~40、50~60、90~100 cm,共 6 个测定段,实现同一地点不同深度的土壤剖面含水量测定。在黄瓜的结瓜期开始测定,各处理分别在灌溉前和灌溉后每隔 24 h 定期测定土壤含水量,用 PR 2/6 探针插入预先埋好的电子套管中采集数据,每次测定可收集到 6 个不同层次根土空间的水分数据。每个测量点采取测量 3 次,求平均值。每测完 1 次后,就顺时针(或逆时针)的旋转 120°连续测 3 次。

1.4.2 经济产量(Y)的测定 每个试验小区选 2 行调查黄瓜的产量,并折算成 667 m<sup>2</sup> 的产量即为黄瓜的经济产量。

1.4.3 水分利用效率及产量贡献率的计算 水分利用效率(WUEY)计算公式:WUEY=Y/I。其中,Y:经济产量(kg/667m<sup>2</sup>),I:灌水量(mm)(加或减去土壤中的基础水分后)。贡献率=各处理的产量(kg/667m<sup>2</sup>)/对照的产量(kg/667m<sup>2</sup>)

1.5 数据分析

试验数据采用 Microsoft Excel 和 DPS v 7.05 版统计软件进行分析,并在 0.05 显著水平上做差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 各处理不同生育时期根土空间日最大耗水规律

2.1.1 初瓜期各处理根土空间日最大耗水量及其贡献率 从表 2 可以看出,在初瓜期 S10 处理根土空间的日最大耗水量为 2.90 mm,由于下面铺设塑料布,又采用地面全覆盖的栽培方式,所以根土空间的水分消耗即为植株的蒸腾。S10 处理 10 cm 根土空间的贡献率为 100%。S20 处理根土空间各层次最大日耗水量总量为 4.40 mm,其中 0~10 cm 根土空间贡献率为 56.14%,10~20 cm 根土空间贡献率为 43.86%。S30 处理各层次根土空间贡献率分别为 36.30%、38.53%、25.17%。S40 处理各层次贡献率分别为 36.42%、28.30%、20.19%、15.09%。各处理初瓜期日最大耗水以 CK 为最高,原因是 CK 可能有部分水分渗漏。初瓜期各处理 0~20 cm 层次最大日耗水量贡献率 S10、S20、S30、S40、CK 分别是 100%、100%、74.83%、64.72%、65.48%。即

表 2 不同根土空间对初瓜期日最大耗水量的影响

Table 2 Effect of different soil-root space on maximum daily water consumption in the early fruit period

层次 Layer /cm	S10		S20		S30		S40		CK	
	耗水量 Water consumption /mm	贡献率 Contribution rate/%	耗水量 Water consumption /mm	贡献率 Contribution rate/%	耗水量 Water consumption /mm	贡献率 Contribution rate/%	耗水量 Water consumption /mm	贡献率 Contribution rate/%	耗水量 Water consumption /mm	贡献率 Contribution rate/%
0~10	2.90	100	2.47	56.14	1.63	36.30	1.93	36.42	2.30	39.12
10~20	—	—	1.93	43.86	1.73	38.53	1.50	28.30	1.55	26.36
20~30	—	—	—	—	1.13	25.17	1.07	20.19	1.10	18.71
30~40	—	—	—	—	—	—	0.80	15.09	0.60	10.20
50~60	—	—	—	—	—	—	—	—	0.33	5.61
总计 Total	2.90	—	4.40	—	4.49	—	5.30	—	5.88	—

随着根土空间的增大,各处理 0~20 cm 层次贡献率减小,但贡献率均在 65.48% 以上,表明在初瓜期各处理 0~20 cm 根土空间为主要耗水层。

2.1.2 盛瓜期不同层次最大日耗水规律及其贡献率  
从表 3 可以看出,各处理最大日耗水总量随着生育进程增加。黄瓜在盛瓜期是营养生长和生殖生长并进的时期,也是产量形成的主要时期,因此耗水量大。各处理以 CK 耗水最多,盛瓜期日总耗水达到 10.50 mm。与 CK 相比,除 S10 外,其它处理各层次均以 10~20 cm 层次的耗水量为最多。S20 处理 0~10 cm 贡献率是 46.00%。

表 3 不同根土空间对盛瓜期日最大耗水量的影响

Table 3 Effect of different soil-root space on maximum daily water consumption in the full fruit period

层次 Layer /cm	S10		S20		S30		S40		CK	
	耗水量 Water consumption /mm	贡献率 Contribution rate/%	耗水量 Water consumption /mm	贡献率 Contribution rate/%	耗水量 Water consumption /mm	贡献率 Contribution rate/%	耗水量 Water consumption /mm	贡献率 Contribution rate/%	耗水量 Water consumption /mm	贡献率 Contribution rate/%
0~10	5.60	100	3.80	46.00	3.20	35.04	3.56	37.01	3.97	37.81
10~20	—	—	4.46	54.00	4.13	45.26	4.23	43.97	3.53	33.62
20~30	—	—	—	—	1.80	19.70	1.20	12.47	1.80	17.14
30~40	—	—	—	—	—	—	0.63	6.55	1.03	9.81
50~60	—	—	—	—	—	—	—	—	0.17	1.62
总计 Total	5.60		8.26		9.13		9.62		10.50	

2.1.3 末瓜期不同层次最大日耗水量及贡献率  
从表 4 可以看出,各处理末瓜期日最大耗水总量均小于 CK。各处理日最大耗水总量随着根土空间的增大而呈现上升趋势。S10 处理最大日耗水总量是 4.27 mm,即末瓜期 S10 处理日最大蒸腾量为 4.27 mm。S10 处理 0~10 cm 根土空间的贡献率是 100%。S20 处理 0~10 cm 根土空间贡献率是 48.26%,10~20 cm 层次贡献率是 51.74%。S30 处理 0~10 cm 根土空间的贡献率 44.67%,10~20 cm 根土空间贡献率是 34.90%,20~30 cm 根土空间的贡献率则为 20.43%。S40 处理 0~10、10~20、

而 10~20 cm 的贡献率增加到 54.00%。S30 处理各层次的贡献率分别为 35.04%、45.26%、19.70%。S40 处理各层次的贡献率则分别为 37.01%、43.97%、12.47%、6.55%。对照各层次的贡献率分别为 37.81%、33.62%、17.14%、9.81%、1.62%。各处理 0~20 cm S10、S20、S30、S40、CK 根土空间贡献率分别为 100%、100%、80.30%、80.98%、71.43%。各处理 0~30 cm S10、S20、S30、S40、CK 根土空间贡献率分别为 100%、100%、100%、93.45%、88.57%。因此在盛瓜期黄瓜 0~30 cm 的根土空间是最主要耗水层。

20~30、30~40 cm 根土空间贡献率分别为 39.13%、22.75%、21.74%、16.38%。S30 和 S40 处理根土空间贡献率由上到下均依次减少,这可能是隔层上下铺设塑料布而形成一个水囊,水较多集中在下部,使根系生长的相对较少,而植物蒸腾会首先利用根系易吸收的上层水分,所以上部根土空间水分较多被吸收利用。CK 表现出与 S30、S40 相同的规律,但 CK 没有隔层限制,水在土壤中靠毛管力向上运移被消耗,灌水后上部的水分暂时较多,因而贡献率向下依次降低。

表 4 不同根土空间对末瓜期日最大耗水量的影响

Table 4 Effect of different soil-root space on maximum daily water consumption in the late fruit period

层次 Layer /cm	S10		S20		S30		S40		CK	
	耗水量 Water consumption /mm	贡献率 Contribution rate/%	耗水量 Water consumption /mm	贡献率 Contribution rate/%	耗水量 Water consumption /mm	贡献率 Contribution rate/%	耗水量 Water consumption /mm	贡献率 Contribution rate/%	耗水量 Water consumption /mm	贡献率 Contribution rate/%
0~10	4.27	100	2.77	48.26	2.47	44.67	2.70	39.13	3.07	32.56
10~20	—	—	2.97	51.74	1.93	34.90	1.57	22.75	3.19	33.83
20~30	—	—	—	—	1.13	20.43	1.50	21.74	2.23	23.65
30~40	—	—	—	—	—	—	1.13	16.38	0.67	7.10
50~60	—	—	—	—	—	—	—	—	0.27	2.86
总计 Total	4.27		5.74		5.53		6.90		9.43	

2.2 不同处理对黄瓜产量、水分利用效率及产量贡献率的影响

从表 5 可以看出,塑料布隔层各处理的产量均低于 CK,和 CK 产量相比 S10 处理差异显著,其它处理与 CK

相比差异不显著。隔层各处理的产量呈现出一定的规律性,即随着隔层深度的增加,产量也随之增加。S40、S30、S20、S10 各处理产量贡献率分别为 CK 的 98.06%、96.99%、96.41%、88.07%。S40 处理的水分利用效率低

于CK,比CK降低了1.48%。S30处理的水分利用效率比CK高,产量比CK只减少了3.01%,且产量水平差异不显著。S20处理的水分利用效率为最高,达到24.59 kg/mm。和CK相比,S20处理灌水量减少42.4216 mm,但产量仅比CK减少3.59%,和CK相比产量水平差异不显著,且水分利用效率比CK高出10.37%。S10处理水分利用效率高于CK,但产量却低于CK,和CK相比差异显著,产量贡献率低,失去价值。根据水分的消耗及产量贡献率,黄瓜20 cm以上的根土空间才能够获得与CK差异不显著的产量。

表5 不同处理对黄瓜产量的影响

Table 5 The effect of different treatments on yield of cucumber

处理 Treatment	667 m <sup>2</sup> 耗水量 667 m <sup>2</sup> water consumption/mm	667 m <sup>2</sup> 产量 667 m <sup>2</sup> yield /kg	667 m <sup>2</sup> 水分利用率 667 m <sup>2</sup> use efficiency of irrigation water/kg·mm <sup>-1</sup>	贡献率 Contribution rate/%
CK	336.3316	7 492.6300a	22.28	100.00
S40	334.7117	7 347.5610a	21.95	98.06
S30	307.5090	7 267.3356ab	23.63	96.99
S20	293.9100	7 223.7953ab	24.59	96.41
S10	286.5540	6 598.5750b	23.03	88.07

注:不同小写字母表示达0.05差异显著水平,下同。

Note: Different small letters mean difference at 0.05 significant level, the same

below.

### 2.3 不同处理对黄瓜品质的影响

从表6可以看出,各处理与CK的维生素C含量、可溶性糖含量差异均不显著。S40处理下黄瓜的维生素C含量为CK的91.95%,可溶性糖含量、硝酸盐含量分别比CK降低了8.30%、11.86%,而蛋白质含量比CK升高了3.58%。S30处理下,黄瓜的维生素C含量、可溶性糖含量、硝酸盐含量分别比CK升高了20.93%、16.59%、3.89%,而蛋白质含量仅为CK的72.91%,达到显著差异水平。S20处理下黄瓜的维生素C含量仅为CK的94.10%,可溶性糖含量为CK的97.82%,但同时硝酸盐含量比CK高出2.53%。S10处理下,黄瓜的维生素C含量比CK降低了11.41%,可溶性糖含量比CK高出2.62%,硝酸盐含量是CK的85.13%,蛋白质含量仅为CK的80.94%。S20与S10的硝酸盐含量达到显著差异。各处理含水率和CK相比差异均不显著。

表6 不同处理对黄瓜品质的影响

Table 6 The effect of different treatments on quality of cucumber

处理 Treatment	维生素C含量 Vitamin C content /mg·kg <sup>-1</sup>	可溶性糖含量 Soluble sugar content/%	硝酸盐含量 Nitrate content /mg·kg <sup>-1</sup>	蛋白质含量 Protein content /mg·g <sup>-1</sup>	含水率 Water content/%
S40	224.58a	2.10a	67.71ab	3.097a	0.975a
S30	295.39a	2.67a	79.81a	2.180c	0.976a
S20	229.84a	2.24a	78.77a	2.360bc	0.981a
S10	216.39a	2.35a	65.40b	2.420abc	0.970a
CK	244.25a	2.29a	76.82ab	2.990ab	0.979a

### 3 讨论与结论

日光温室黄瓜的耗水量在全生育期的耗水变化可

以通过黄瓜的耗水强度在全生育期的变化过程进行分析。不同水分处理对黄瓜需水规律影响不大,仅在需水量上有差异。黄瓜需水量基本呈现出开花和初瓜期小、盛瓜期最大,后期又小的规律<sup>[14]</sup>。该试验也得到同样的结果,各处理结瓜期均表现出在盛瓜期日最大耗水量最多,其次是末瓜期,再次是初瓜期。随着生育进程,植株生长和外界气温的升高蒸腾呈现增长的趋势。同时也得出不同的水分处理对黄瓜耗水规律影响不大。采用既隔根又隔水的塑料布隔层,形成不同的根土空间,使隔层上下水分失去联系,作物只消耗灌溉水,并且基本不存在灌溉水渗漏和地表水的蒸发。但该试验只能在田间试验进行,设施生产中很难实现,因此还应研究黄瓜各生育时期最适宜的灌水量及灌水频率,形成更合理的灌水制度,为设施蔬菜黄瓜生产提供科学指导。

前人研究关于根土空间对番茄产量的影响得出部分隔层降低了番茄的产量<sup>[12]</sup>,该试验也得到同样的结果,其它隔层处理S10、S20、S30、S40的产量贡献率分别只达到CK产量的88.07%、96.41%、96.99%、98.06%。除S10处理外,其它隔层处理产量水平差异不显著,S20处理产量只略低于S30、S40,耗水量分别比S30、S40减少了4.42%、12.19%。S40处理各项品质指标和CK相比差异不显著,表明40 cm的塑料布隔层处理对黄瓜各项品质指标影响不明显。

综合分析耗水量和产量贡献率,塑料布隔层20 cm根土空间,在满足黄瓜生长的同时降低了水分的消耗,产量贡献率达到96.41%,和CK相比的产量差异不显著,同时水分利用效率比CK提高了10.33%。

### 参考文献

- [1] 马占元.日光温室实用技术大全[M].石家庄:河北科学技术出版社,1997:273-274.
- [2] 孔祥悦,李红岭,侯鹏,等.灌水量对温室自根与嫁接黄瓜产量品质的影响[J].北方园艺,2010(15):114-117.
- [3] 郑国保,张源沛,孔德杰,等.不同灌水量对日光温室黄瓜需水规律和水分利用的影响[J].节水灌溉,2012(1):22-24.
- [4] 代艳侠.膜下沟灌中不同灌水量对黄瓜生长势和产量的影响[J].中国蔬菜,2010(21):51-54.
- [5] Guo S H, Kong D J, Zhang G P. Effects of different irrigation amounts on water consumption and water use efficiency of greenhouse cucumber[J]. Agricultural Science and Technology, 2010, 11(9-10): 217-220.
- [6] 赵雅悦.灌水量对温室不同秧苗类型黄瓜生长、品质及产量的影响[J].河北农业科学,2011,15(9):30-33.
- [7] 韦彦,孙丽萍,王树忠,等.灌溉方式对日光温室黄瓜不同生育期水分分配的影响[J].北方园艺,2010(15):110-113.
- [8] 周继华,安顺伟,王克武,等.不同灌溉方式对大棚黄瓜生长、产量及水分生产效率的影响[J].作物杂志,2012(3):76-80.
- [9] 郭文忠,曲梅,韦彦,等.灌溉频率对日光温室黄瓜生长发育及干物质积累的响应[J].中国农学通报,2007,23(5):467-470.
- [10] 孙丽萍,王树忠,赵景文,等.灌溉频率对日光温室黄瓜水分利用规律的影响[J].中国农业大学学报,2012,17(1):93-98.



# 温室秋冬茬青椒冠气温差与环境因子关系研究

李 波, 宋晓婷, 王铁良, 孙 健

(沈阳农业大学 水利学院, 辽宁 沈阳 110866)

**摘 要:**以青椒“35-619”为试材,通过温室内小区试验,以土壤水分为控制变量,研究了秋冬茬青椒冠气温差与太阳辐射、大气饱和水汽压差和空气湿度等环境因子的关系。结果表明:在土壤含水量较小时青椒的冠气温差明显较高,可以较合理的反映作物水分亏缺程度。冠气温差与各环境因子之间具有较好的复相关关系,冠气温差随着太阳辐射、空气湿度的升高而升高,随着大气饱和水汽压差的增大而降低,相关系数为 0.8468。

**关键词:**温室青椒;冠气温差;作物水分亏缺;环境因子

**中图分类号:**S 641.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)06-0050-04

作物冠层温度是反映作物水分状况的一个良好指标,它克服了其它参数测量时存在的取样误差较大和费时的缺点<sup>[1]</sup>。Tanner<sup>[2]</sup>利用红外测温仪测定作物冠层温度,以此来监测作物水分状况。冠气温差是监测作物水

分亏缺程度的有效指标。如史宝成<sup>[3]</sup>用冠层温度指导冬小麦灌溉的研究表明,冠层-空气温差( $T_c - T_a$ )是利用冠层温度评价作物水分状况的重要方法;梁银丽等<sup>[4]</sup>研究了冬小麦在不同土壤水分条件下冠气温差变化规律,结果表明作物在充分供水情况下冠气温差变化比较平缓,在缺水时期变化较大,由此可得冠气温差可以较科学合理地反映土壤水分变化状况和作物水分亏缺程度。刘婵等<sup>[5]</sup>通过对主要生育期的数据分析发现,冠气温差与环境因子有较好的复相关关系,为农田土壤水分

**第一作者简介:**李波(1969-),女,博士,副教授,现主要从事生态环境及节水灌溉理论和技术等研究工作。E-mail: liboluck@126.com.

**基金项目:**辽宁省教育厅一般资助项目(L2012239)。

**收稿日期:**2013-12-18

[11] 张永清,苗果园. 根土空间对高粱根系生理特性及产量的影响[J]. 应用生态学报,2006,17(4):635-639.

[12] 范凤翠. 设施蔬菜控漏灌水机理与研究技术[D]. 保定:河北农业大学,2010:43-45.

[13] 李志宏,范凤翠,贾建明. 设施蔬菜条缝式定量灌渗装置[P]. 中国: A01G25/06; B05B1/20. 2008-01-16.

[14] 孔德杰,郭生虎,张源沛,等. 不同灌水次数对温室黄瓜耗水规律及水分利用效率的影响[J]. 长江蔬菜(学术版),2011(4):43-46.

## Study on Different Root-Soil Space on Contribution Rate of Cucumber Growth

LIU Jun-bo<sup>1,2</sup>, LI Ming<sup>1</sup>, FAN Feng-cui<sup>1,2</sup>, LI Zhi-hong<sup>2</sup>, SUN Ya-jie<sup>1</sup>, SHI Yu-fang<sup>2</sup>

(1. College of Horticulture, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001; 2. Agricultural Information and Economic Research Institute, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang, Hebei 050051)

**Abstract:** Taking ‘Shiji Lvobao’ cucumber as material, by separating plastic cloth interlayer on root, the effect of different root-soil space on water consumption and yield contribution rate were studied with the production of conventionally grown as CK. The results showed that from the fruiting period, each treatment at different growth stages, the regularity of maximum daily water consumption were consistent, the regularity was less water consumption in the early fruit stage, the most exuberant water consumption in the full fruit stage, and showed a decline in the late fruit stage. Compared with the CK, the contribution rate of yield was less than 100%, and it showed some regularity that the more soil-root growing space the higher contribution rate to yield, the yield contribute rate of S40 up to 98.06%. The highest water use efficiency was S20 and higher 10.33% than CK, at the same time water consumption less than CK, but production only slightly lower than CK and no significant difference in yield.

**Key words:** cucumber; root-soil space; yield contribution rate; water consumption