

温室大棚蔬菜生产中滴灌带灌溉 应用效果分析^{***}

乔立文

(农业部规划设计研究院)

陈友 齐红岩 陈克农

(东北农业大学)

提 要 在温室大棚蔬菜生产中应用膜下软管滴灌技术,能为作物生长发育创造良好的水、肥、气、热等生态环境,使温室大棚内 5~15 cm 土壤层平均温度提高 1.5~2℃,气温平均提高 0.5℃,空气相对湿度降低 10%~15%,改善土壤理化性状,减轻病害,省水、省肥、省农药,促进蔬菜早熟,增产增收。

关键词 滴灌带灌溉 温室大棚 蔬菜生产 效果分析

Effect of Drip Tape Irrigation on Vegetable Production in Greenhouse

Qiao Li-wen

(Chinese Academy of Agricultural Engineering Research & Planning, Beijing)

Chen You Qi Hong-yan Chen Ke-nong

(Southeast Agricultural University)

Abstract The paper tested and examined the vegetable product with drip tape irrigation in greenhouse. The results show that the irrigation with drip tape under plastic mulching film can make a good ecological environment for vegetable's growing, e. i., water, fertilizer, air, temperature condition, etc., and it can increase the average temperature 1.5~2℃ in 5~15 cm soil layer in greenhouse, increase the average air temperature 0.5℃, decrease air relative humidity 10%~15%, improve the soil performance to decrease diseases and harmness, save water, also fertilizer and chemical, advance ripe season of the vegetables. That technology is worthy to spread in greenhouse.

Key words Drip tape irrigation Greenhouse Vegetable production

1 温室大棚结构与滴灌系统

1.1 温室结构

试验用温室跨度 7 m,内宽 6.5 m,立窗高 1 m,中高 3 m 的钢筋骨架温室。每栋温室面积 200 m²。

1.2 大棚结构

* 收稿日期:1995-08-15 1996-02-15 修订

** 乔立文,高级工程师,北京市朝阳区农展馆南路 11 号 农业部规划设计研究院,100026

试验用大棚为双拱钢筋骨架,跨度 12 m,高 2.8 m。每栋大棚面积 667 m²。

1.3 滴灌系统

滴灌带工作压力在 10 m 水头以内^[1],软管滴灌带直径 45 mm,滴水孔径 0.8 mm。主管直径为 45 mm 黑色硬塑料管,水源为自来水。

温室大棚蔬菜因栽培畦向不同,则滴灌系统的布置方法是不同的。

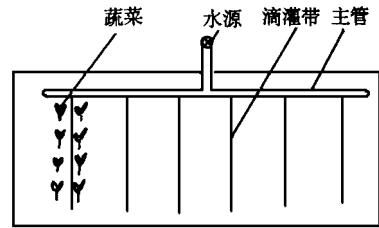


图 1 温室蔬菜滴灌系统示意图

1.3.1 温室滴灌系统

在栽培畦北端近通道处,东西向布置一根 30 m 长的主管,两端堵死,在其上于每个栽培畦(高 15 ~ 20 cm,宽 60 cm)两行作物中间安装一个接头,用旁通把铺在两行作物中间的滴灌带(另端扎死,带长 5.5 m)与主管连接,主管与水源连接。定植后覆盖白色地膜,构成温室蔬菜滴灌系统(图 1)。

1.3.2 大棚滴灌系统

在大棚中间过道两侧,平行布置 50 m 长的两根主管,在两根主管上,与温室连接方法相同,把滴灌带(每根带长 5.5 m)连在主管上,定植后覆盖银灰色地膜,构成大棚蔬菜滴灌系统(图 2)。

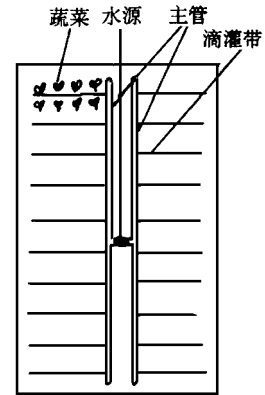


图 2 大棚蔬菜滴灌系统示意图

2 滴灌系统应用效果分析

据多年试验表明,温室大棚蔬菜采用滴灌技术,对土壤温度、气温、空气相对湿度以及土壤的理化性状是有很大影响的。

2.1 地温与气温

温室大棚蔬菜栽培,传统灌水方式是沟灌,早春大面积沟灌,会使地温大幅度下降,地温偏低,是蔬菜早熟栽培的限制因子。滴灌由于管道输水,并定量滴在作物根际周围土壤,每次灌水量很少,地温变化幅度小,因此,比沟灌提高气温和地温。以哈尔滨地区为例,4月下旬温室内滴灌比沟灌平均气温提高 0.5。4月下旬前,滴灌比沟灌地温最高提高 3.2;5月上、中旬,随着气温升高,滴灌比沟灌平均提高地温 2;6月份以后,室内气温高达 28 以上,此时,滴灌植株已封垄,而沟灌因株幅小,没达封垄状态,故滴灌比沟灌地温低 0.2 (表 1)。

表 1 不同灌水方式温室地温旬平均变化比较 (东北农大 1995 年) 单位:

时期	5 cm 深(7 吋)			10 cm 深(7 吋)			15 cm 深(7 吋)		
	滴灌	沟灌	较沟灌增减	滴灌	沟灌	较沟灌增减	滴灌	沟灌	较沟灌增减
4 月中旬	12.8	10.8	+2.0	13.5	11.9	+1.6	14.0	12.5	+1.5
4 月下旬	15.2	12.0	+3.2	16.0	13.2	+2.8	16.8	14.0	+2.8
5 月上旬	18.2	15.9	+2.3	18.0	16.0	+2.0	18.6	16.4	+2.2
5 月中旬	18.6	18.2	+0.4	18.2	17.2	+1.0	18.2	17.0	+1.2
5 月下旬	15.2	14.2	+1.0	15.5	14.6	+0.9	15.9	14.7	+1.2
6 月上旬	18.2	18.4	-0.2	18.4	18.2	+0.2	18.8	18.5	+0.3

2.2 空气相对湿度

由于膜下滴灌系统是采用管道输水,只湿润作物根际周围土壤,又有地膜覆盖,能明显减少土壤表面水分蒸发,从而降低了温室大棚内空气相对湿度。据哈尔滨市农业技术推广总站测试结果表明,大棚中,从早 7 时通风前到午后 17 时停止通风,大棚内空气相对湿度滴灌比沟灌下降 10%,午后 17 时大棚停止通风后,沟灌棚空气相对湿度高达 100%,而滴灌的棚内空气相对湿度只有 85%,比沟灌下降 15%(图 3),为蔬菜生长创造了良好的空间环境。

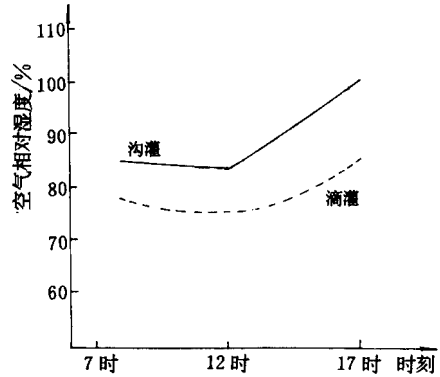


图 3 不同灌水方式大棚空气相对湿度变化

2.3 土壤物理性状

土壤是一种多孔介质,由固相、液相、气相组成。沟灌时,从灌水开始至停止排水这段时间内(在中等和粘重土壤中可延续几天),气隙与大气失去了接触,影响土壤气体交换^[2],而滴灌能保持土壤疏松,不板结,通气性能好,如滴灌比沟灌土壤容重下降 0.045 ~ 0.14 g/cm³,总孔隙度增加 1.49% ~ 4.62%,毛管总孔隙度增加 1.73% ~ 4.32%,非毛管孔隙度减少 0.3% ~ 0.66%,土壤固相减少 0.99% ~ 4.62%,气相增加 1.81% ~ 10.54%(表 2),为蔬菜根系生长创造了良好的土壤环境条件。

表 2 不同灌水方式温室土壤物理性状比较 (东北农大 1995 年)

日/月	灌水方式	容重 /g cm ⁻³	总孔隙度 / %	毛管总孔隙度 / %	非毛管孔隙度 / %	土壤三相比		
						固 %	液 %	气 %
7/5	沟灌	1.17	55.34	40.35	14.99	44.16	32.75	22.59
	滴灌	1.15	56.83	42.08	14.35	43.17	29.15	26.88
	较沟灌增减	- 0.05	+ 1.49	+ 1.73	- 0.64	- 0.99	- 3.6	+ 4.29
19/5	沟灌	1.25	52.70	38.25	14.45	47.30	29.56	23.14
	滴灌	1.13	56.66	42.87	13.79	43.34	31.71	24.95
	较沟灌增减	- 0.12	+ 3.96	+ 4.26	- 0.66	- 3.96	+ 2.00	+ 1.81
5/6	沟灌	1.26	52.37	40.11	12.56	47.63	41.10	11.27
	滴灌	1.12	56.99	44.43	12.26	43.01	35.18	21.81
	较沟灌增减	- 0.14	+ 4.62	+ 4.32	- 0.3	- 4.62	- 5.92	+ 10.54

2.4 土壤化学性状

不同灌水方式,不仅对土壤物理性状有影响,而且对土壤化学性状影响也很大,如 0 ~ 20 cm 耕层土壤中,滴灌比沟灌碱解氮降低 5.03 × 10⁻⁶ ~ 9.15 × 10⁻⁶、速效磷降低 4.66 × 10⁻⁶ ~ 12.09 × 10⁻⁶、速效钾降低 4.75 × 10⁻⁶ ~ 4.9 × 10⁻⁶、电导率降低 0.08 ~ 0.22 m/cm。说明滴灌能改善土壤化学性状,加速土壤养分速效化,使肥料被作物吸收率提高(表 3)。

表 3 不同灌水方式土壤化学性状比较 (东北农大 1995 年 5 月 23 日)

灌水方式	土壤深度 / cm	碱解氮 / $\times 10^{-6}$	速效磷 / $\times 10^{-6}$	速效钾 / $\times 10^{-6}$	电导率 / $m \cdot cm^{-1}$
沟 灌	0~10	53.14	240.30	140.00	0.66
滴 灌	0~10	43.99	228.21	135.25	0.38
较沟灌增减	—	- 9.15	- 12.09	- 4.75	- 0.22
沟 灌	10~20	42.45	186.67	120.45	0.53
滴 灌	10~20	37.42	182.01	115.55	0.45
较沟灌增减	—	- 5.03	- 4.66	- 4.9	- 0.08

3 滴灌技术经济分析

3.1 促进蔬菜生长发育

由于滴灌能为蔬菜生长创造良好的水、肥、气、热及土壤营养条件,因而能促进植株生长发育,营养状况好,如滴灌番茄比沟灌植株体内全氮、全磷、全钾含量分别提高 0.11%、0.03%、0.04%(表 4)。据对大棚黄瓜生长调查表明,滴灌黄瓜比沟灌株高增加 9 cm,叶片数增加 1.4 片,茎粗增加 0.11 cm,雌花数增加 0.05 个,化瓜率减少 60.8%(表 5)。

表 4 不同灌水方式番茄植株体内主要营养元素含量比较
(东北农大 1995 年 5 月 22 日)

灌水方式	全 氮 / %	全 磷 / %	全 钾 / %	备 注
沟 灌	1.97	0.88	2.51	调查 50
滴 灌	2.08	0.91	2.55	株平均值
较沟灌增减	+0.11	+0.03	+0.04	

表 5 不同灌水方式大棚黄瓜生长发育比较
(哈尔滨市农业技术推广总站 1991 年 5 月 21 日)

灌水方式	株高 / cm	叶片数 / 片	茎粗 / cm	雌花数 / 个	化瓜率 / %	备 注
滴 灌	156	18.5	0.67	6.15	15.3	调查
沟 灌	147	17.1	0.56	6.10	76.1	30 株
较沟灌增减	+9	+1.4	+0.11	+0.05	- 60.8	平均值

3.2 减轻蔬菜病害的发生

滴灌能降低温室大棚空气相对湿度,植株叶片结露少,可减轻蔬菜病害的发生,病情指数大幅度下降。据 1992 年 6 月 15 日和 6 月 30 日,对哈尔滨五星村大棚黄瓜霜霉病情指数调查结果,滴灌的病情指数分别为 23%和 31%,比沟灌病情指数 68%和 82%分别下降 45%和 51%,从而节省了农药和人工。

3.3 提高产量产值

由于滴灌能为作物生长创造良好的空间和土壤条件,从而促进生长发育,为早熟增产奠定基础,产量产值调查结果见表 6。

表 6 不同灌水方式大棚黄瓜产量产值比较
(哈尔滨市农业技术推广总站 1991 年 5 月 2 日至 7 月)

灌水方式	5 月 2 日~20 日(为前期)每公顷				5 月 2 日~7 月每公顷		增产率 / %	增值率 / %
	产量		产值		总产量 / kg	总产值 /(元)		
	产量 / kg	增产 / %	产值 /(元)	增值 / %				
滴 灌	15600	55.2	31500	54.4	109440	103965	10.5	10.5
沟 灌	10050	—	20400	—	99000	94050	—	—
较沟灌增减	+5550	—	+11100	—	+10440	9915	—	—

从表 6 测产数据看出,滴灌棚黄瓜前期比沟灌前期增产 55.2%,增值 54.4%;从 5 月 2 日黄瓜采收至 7 月拉秧,滴灌比沟灌增产 10.5%,增值 10.5%。

3.4 提高肥料利用率

对不同灌水方式土壤养分含量测定表明,0~20 cm 土层中,滴灌比沟灌碱解氮提高 18.8%,速效磷提高 40%;20~60 cm 土层中,滴灌比沟灌碱解氮降低 32%,速效磷降低 66%。说明滴灌主要营养元素分布在表土层(即作物耕层),易被根系吸收利用,而沟灌追施的肥料被淋溶到了土壤深层,不易被作物根系吸收利用。滴灌比沟灌提高肥料利用率 18.8%~40%,达到节省肥料目的。

3.5 节约用水

沟灌由于输水系统的损失与田间深层渗漏、蒸发等,可供作物利用的水仅 50%左右^[2],滴灌是采用管道输水,并定量滴灌在作物根际处,从而避免了土壤深层渗漏及表土水分蒸发等损失,大大节省了水资源。据东北农大测试结果表明,在哈尔滨地区,温室春番茄整个生长期,沟灌用水 4447.5 m³/hm²,滴灌用水 2379 m³/hm²,滴灌比沟灌每公顷减少用水 2068.5 m³,节水率 46.5%。

为了更有效地节省灌水量,应根据蔬菜种类,不同生长发育时期和土壤、通风管理等特点,进行定时、定量灌水,哈尔滨地区温室番茄不同灌水方式的需水量和有关滴灌参数见表 7。

4 延长滴灌带使用寿命的途径

滴灌带作为新一代的滴灌产品,以价格低,操作简单,管理方便,省工省力,灌水均匀等优点,深受广大农民欢迎。但在高温季节,滴灌带长期受强光直射,易老化破裂,尤其在主管与滴灌带接头处(因无作物遮光)更易老化破裂漏水,使用寿命较短。据我们多年试验观察,用透明聚乙烯地膜覆盖的滴灌带老化破损快,而用银灰反光地膜覆盖,滴灌带不易老化破裂。为延长滴灌带使用寿命,在主管与滴灌带接头处,除安装时防止机械损伤外,在其上用

银灰色反光地膜覆盖或采取遮光措施;用银灰色反光地膜覆盖滴灌带可延长滴灌带的使用寿命。

表 7 温室番茄滴灌有关参数 (东北农业大学 1995 年)

生长发育阶段	缓苗期	开花期	座果期	果实膨大至采收期
起止日期(日/月)	4/4 ~ 17/4	18/4 ~ 29/4	30/4 ~ 10/5	11/5 ~ 5/6
地下水补给强度/ $\text{m}^3 \cdot (\text{hm}^2 \cdot \text{d})^{-1}$	0	0	0	0
降雨量/mm	0	0	0	0
渗漏强度/ $\text{m}^3 \cdot (\text{hm}^2 \cdot \text{d})^{-1}$	0	0	0	0
计划湿润层深/cm	30	30	40	50
番茄需水量/ $\text{m}^3 \cdot (\text{hm}^2 \cdot \text{d})^{-1}$	17.1	19.95	30.75	45.00
最适宜的土壤含水量/(占田间持水量%)	70 ~ 100	70 ~ 100	70 ~ 100	80 ~ 100
田间有效持水量/(占田间持水量%)	30	30	30	20
土壤湿润比/%	70	70	70	80
土壤容量/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	1.12	1.12	1.12	1.12
土壤田间持水量/%	35	35	35	35
种植前土壤平均含水量/%	23.68	23.68	23.68	23.68
允许消耗的水量占土壤有效持水量比例/%	30	30	30	30
灌水定额/ $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$	171	60	93 ~ 150	90

5 结 语

软管滴灌技术是以节水、节肥、省工省力为中心,以发展“两高一优”为内容的持续农业新技术。能为保护地内创造良好的生态环境,减轻病害发生,促进作物生长发育,增产增收效果显著。该技术,在项目实施地区,如北京、上海、辽宁、黑龙江、河北等省(市)应用,证明是一项行之有效的实用先进技术。

参 考 文 献

- 1 G 乔伯林著,李大林等译.滴灌设计指导.北京:农业出版社,1981
- 2 D 戈德保等著,西世良等译.滴灌原理与应用.北京:中国农业机械出版社,1984
- 3 乔立文.发展温室蔬菜软管滴灌技术.农村实用工程技术,1995,(3):7