

河套灌区覆膜沟灌对加工番茄 生长效应与品质的影响

李 波¹, 屈忠义¹, 王 昊²

(1. 内蒙古农业大学水利与土木建筑工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010018; 2. 呼和浩特市水利勘测设计院, 内蒙古 呼和浩特 010020)

摘 要: 针对传统灌溉中存在不足, 在内蒙古河套灌区研究了沟灌覆膜和无覆膜形式对加工番茄植株生育指标、品质、水分生产率、地上植株干物质积累量和番茄产量以及经济效益的影响。结果表明: 覆膜处理对沟灌措施下的番茄植株的株高相比无覆膜处理增加达 43%, 茎粗增加达 45%, 番茄红素分别增加 6.5% ~ 25.4%; 水分生产率及地上植株干物质的积累也分别提高了 56% 和 22%, 植株产量增长了 1848.15 ~ 2768.89 kg·667m⁻², 农民也得到了 692.75 ~ 1592.75 元·667m⁻² 的增产收入。因此在沟灌加工番茄生产中采取覆膜种植能有效促进生长并能取得良好的经济效益。

关键词: 加工番茄; 覆膜沟灌; 生长指标; 产量; 经济效益; 河套灌区

中图分类号: S641.2; S626.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2014)06-0043-05

Effect of mulching and furrow irrigation on growth and processing quality of tomato in Hetao irrigation district

LI Bo¹, QU Zhong-yi¹, WANG Hao²

(1. College of Hydraulic and Civil Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot, Inner Mongolia 010018, China;
2. Huhhot Water Survey and Design Institute, Huhhot, Inner Mongolia 010020, China)

Abstract: Effect of mulching and furrow irrigation on growth index, quality, water use efficiency, dry matter accumulation of shoot, yield and economic benefit of processing tomato were investigated to overcome the disadvantages of traditional irrigation methods in Hetao irrigation district. The results indicated that plant height was increased by 43%, stem diameter by 45%, lycopene content by 6.5% to 25.4%, water use efficiency and dry matter accumulation of shoot by 56% and 22%, yield by 1848.15 kg·667m⁻² to 2768.89 kg·667m⁻², and the income by 692.75 yuan·667m⁻² to 1592.75 yuan·667m⁻² under mulching-furrow irrigation. This result shows that mulching and furrow irrigation could effectively promote growth of processing tomato and offer considerable economic benefits.

Keywords: processing tomato; mulching-furrow irrigation; growth index; yield; economic benefits; Hetao irrigation district

目前在世界范围内,地面灌溉方法仍然是最重要和应用最广泛的灌水方法^[1]。袁普金^[2]认为,根据我国和内蒙古河套地区的实际情况,在很长一段时间内,地面灌溉还将是该灌区的主要灌溉方式。其中半垄膜技术是农民常用的种植模式,将地面修整成垄沟后,在作物种植的垄上覆膜,水灌在沟内渗到作物根系,地膜可减少水分的蒸发,土壤中的养分、水分都集中在垄中,而且覆膜起到了保墒增温,抑制杂草的作用,对产量有显著影响^[3]。孙景生等^[4]认为沟灌改变了传统的丰水灌溉习惯,根据作物的生长发育特点,应采用限水灌溉或调亏灌溉等非充分灌溉技术。张德奇等^[5]得出覆膜促进了水分的横向运移,可以保蓄土壤水分,并促进对深层水分的利用。王仰仁等^[6]研究发现垄膜沟灌较不盖膜沟

收稿日期:2014-04-13
基金项目:内蒙古自治区“四个千万亩”项目(20121036)
作者简介:李 波(1988—),女,研究生,主要从事灌溉排水原理与管理决策研究。E-mail:1037524748@qq.com。
通信作者:屈忠义(1969—),男,博士,教授,主要从事节水灌溉理论与区域水盐监测方面的科学研究。E-mail:quzhongyi68@sohu.com。

灌和畦灌有显著的节水增产效益,垄膜沟灌的纯收益大于不盖膜沟灌和畦灌;垄膜沟灌与不盖膜沟灌一样,属于局部灌溉,其灌水定额小于畦灌的灌水定额。另一方面垄膜沟灌的塑膜覆盖较不盖膜沟灌减少了部分水流入渗面,因而,其灌水定额也小于不盖膜沟灌的灌水定额;许迪等^[7]将春小麦、玉米等大田作物在生产中采用田间垄作技术,与传统地面灌技术相比可节水 20%。雷廷武^[8]研究发现相对于传统的漫灌形式,沟灌可以提高玉米等宽行作物的产量。刘毅乐^[9]研究了河套灌区沟灌和隔沟灌条件下番茄的生长情况及增产效应,并证明了沟灌相比隔沟灌更能促进作物的生长。本试验通过分析沟灌条件下覆膜和无覆膜对加工番茄生长、产量及品质的影响,探究了覆膜措施的应用效果并评价了其经济效益,目的是明确覆膜沟灌加工番茄增产作用的机理,为干旱地区提高加工番茄产量,高效利用土壤水分提供理论依据。

1 试验材料与方法

1.1 试验地点、材料

试验位于内蒙古巴彦淖尔市临河区双河镇进步村九庄生态社区农业节水示范园,该地区实行土地流转经营,目前各种作物实现了连片种植、集体经营,统一管理。供试品种选用屯河 3 号,生育期短,产量高、抗病性强,试验年份为 2012 年和 2013 年。该试验区属于典型的温带大陆性气候,根据多年气象资料可知:多年平均降水量为 140 mm 左右,土壤类型:0~60 cm 为粉壤土,60~80 cm 为粉土,80~100 cm 为粉壤土,0~100 cm 容重介于 1.23~1.47 g·cm⁻³之间。试验灌溉类型为沟灌。

1.2 试验设计

试验为田间沟灌试验,起垄覆膜一体化,垄背种植,种植密度一致;垄沟断面为梯形断面,垄面宽 60 cm,沟上口宽 40 cm,灌水沟间距为 100 cm,沟高 20 cm,沟长 50 m。

表 1 试验处理设计
Table 1 Experimental treatments

处理 Treatments	种植形式 Planting patterns	灌溉定额 Irrigation /(m ³ ·667m ⁻²)	灌水次数 Irrigating frequency	生育期灌水定额/(m ³ ·667m ⁻²) Irrigating water quota during growth period				
				移栽 Transplant	苗期 Seedling period	开花坐果期 Flowering and fruit bearing periods	结果盛期 Fruiting period	结果后期 Later fruiting period
I	覆膜 FM	120	3	50	35	35	—	—
II	覆膜 FM	140	4	50	35	30	25	—
III	覆膜 FM	160	5	50	30	35	25	20
IV	无覆膜 NFM	120	3	50	35	35	—	—
V	无覆膜 NFM	140	4	50	35	30	25	—
VI	无覆膜 NFM	160	5	50	30	35	25	20

注:覆膜—FM;无覆膜—NFM。下同。
Note: FM – plastic film mulching; NFM – non plastic film mulching. The same as below.

1.3 测定内容

株高、茎粗、花数和果数:每个处理选取 9 株,记录生育期各项指标;产量:记录生育期每个小区每平方米产量;耗水量:采用水量平衡法计算;干物质:每个处理选取 9 株,烘干至恒重并记录最后干重;品质:可溶性固形物采用 GB/T10786 – 2006 折光计法测定,番茄红素采用 GB14215 – 2008 中提供的方法测定。

2. 结果与分析

2.1 覆膜对番茄生育指标的影响

图 1 中(a)和(b)是番茄的株高和茎粗变化图,可以看到覆膜处理 I、II、III 和无覆膜处理 IV、V、VI

在整个生育期的变化趋势是一致的,呈“S”型曲线,不论是处理 I 和处理 IV、处理 II 和处理 V 还是处理 III 和处理 VI,覆膜处理值总是大于无覆膜处理值,这符合员学峰^[10]和吴章宪^[11]的研究结论;图 1(c)花数图中覆膜处理花数变化呈二次抛物线形式,而无覆膜处理则是二项式曲线,根据观测数据发现无覆膜处理先于覆膜处理开花,开花旺盛期却要比覆膜处理推迟 5~6 d,在番茄结果后期覆膜处理无开花现象,而无覆膜处理仍然开花;图 1(d)果数图中覆膜处理与无覆膜处理结果速率明显不一致,无覆膜处理结果先于覆膜处理,但随着时间的推移它结果的速率和总量明显低于覆膜处理。

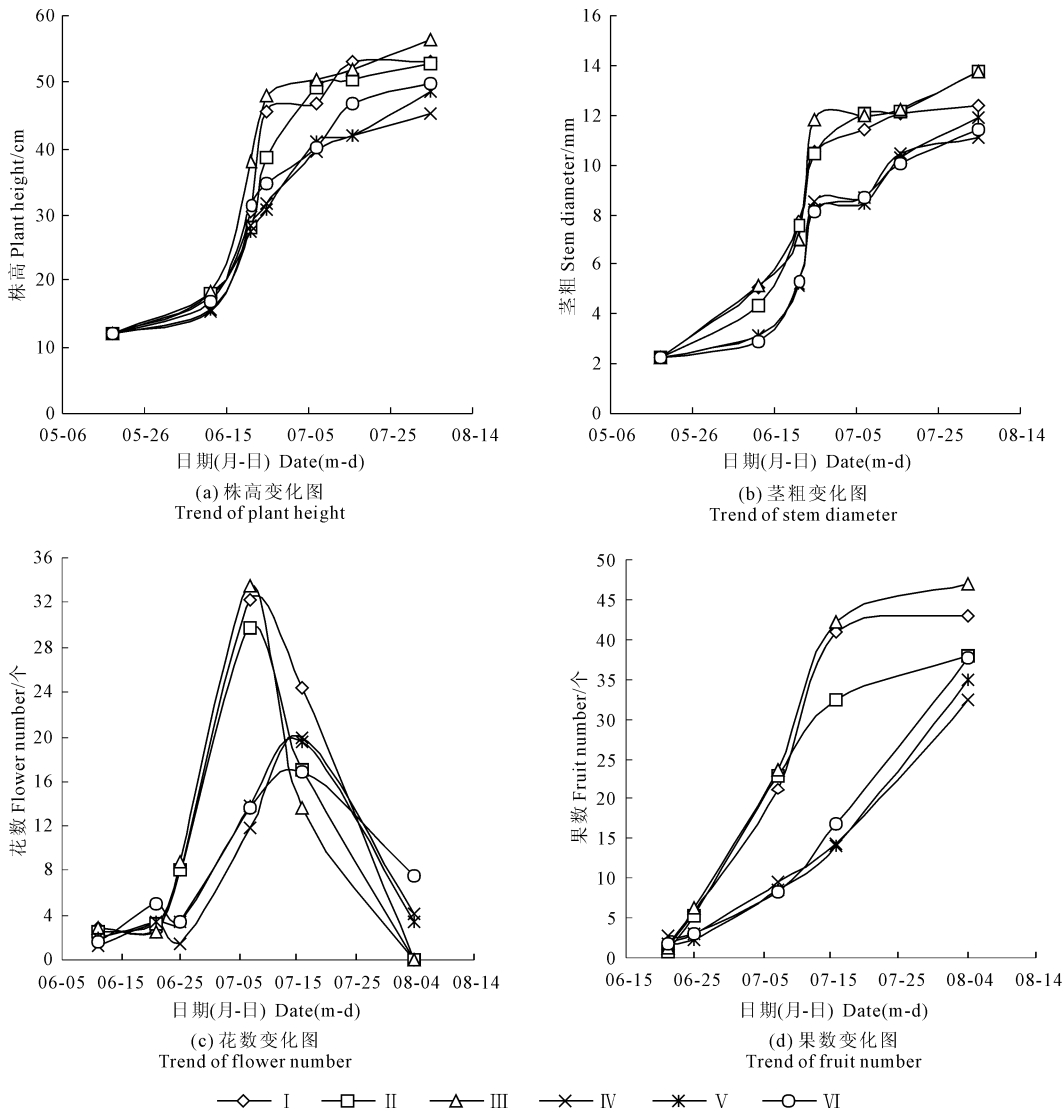


图 1 加工番茄生育期不同处理对生长指标的影响

Fig.1 Effect of different treatments on growth index of processing tomato during different growth periods

从株高和茎粗图的对比中可以发现,之所以覆膜处理值大于无覆膜处理值是因为在作物生长前期外界气温相对较低,覆膜提高了地温,促进了作物的生长,随着外界气温升高,作物蒸腾蒸发量增大甚至占主导地位,覆膜使蒸发的水分聚集在膜下重新被利用,这体现了它的保水性^[12-13]。以往研究也表明:覆膜可有效减少表层土壤水分的蒸发,改善作物耕层土壤水热状况,提高水肥利用率^[14]。无覆膜处理可能由于水肥利用率差,因此植株在营养生长阶段没有生长完全而提前进入了生殖生长阶段;随着作物的生长逐步进入开花坐果期,覆膜处理和无覆膜处理番茄完全进入了营养生长和生殖生长并进阶段,但无覆膜处理开花旺盛期明显迟于覆膜处理,这可能是因为土壤水分、养分利用率差而推迟。营养生长是生殖生长的物质基础和能量基础,番茄前期

营养生长不良,导致由营养生长所提供给生殖生长的有机物不足;作物在 8 月份以后开始进入结果后期,覆膜处理基本上不再开花,而无覆膜处理同样可能由于水肥利用率低推迟了生育进程以致仍然有开花现象。

2.2 覆膜对番茄品质的影响

可溶性固形物和番茄红素是评价番茄口感风味与营养价值的重要指标,图 2 中覆膜处理的番茄红素高于无覆膜处理,且各处理的含量均大于 9 mg·100g⁻¹,根据 GBT14215-2008,处理 II 和处理 III 的番茄红素含量大于 13 mg·100g⁻¹,属于一级品,而可溶性固形物则低于无覆膜处理,由此得出覆膜不利于番茄可溶性固形物的形成;此外,处理 I 与处理 IV 相比番茄红素增加 6.5%,处理 II 与处理 V 相比增加 20.3%,处理 III 与处理 V 相比增加 25.4%。分析结

果表明,覆膜对番茄的品质有显著的影响。

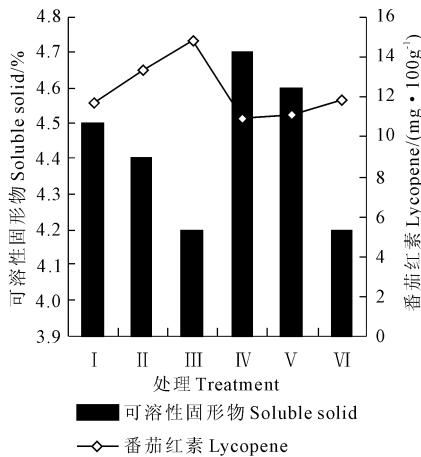


图 2 不同处理对加工番茄可溶性固形物和番茄红素的影响

Fig.2 Effect of different treatments on soluble solid and lycopene of processing tomato

2.3 覆膜对水分生产率的影响

试验结果(表 2)表明,覆膜处理与无覆膜处理的耗水量和番茄的水分利用率也不同,覆膜处理水分生产率明显高于无覆膜处理,而耗水量则低于无覆膜处理;处理 I 与处理 IV 相比水分生产率提高了 52.9%,处理 II 与处理 V 相比提高了 56.87%,处理 III 与处理 VI 相比提高了 35.15%。由此可见,地膜覆盖可降低作物耗水量,从而促进水分生产率的提高。

表 2 不同处理对加工番茄水分生产率的影响

Table 2 Effect of different treatments on WUE of processing tomato

种植形式 Planting patterns	处理 Treatments	耗水量 /(m ³ ·hm ⁻²) Water consumption	产量 /(kg·667m ⁻²) Yield	水分生产率 /(kg·m ⁻³) WUE
覆膜 FM	I	5849.50	8006.35	20.52
覆膜 FM	II	5885.00	8291.11	21.13
覆膜 FM	III	5949.34	8160.00	20.57
无覆膜 NFM	IV	6019.00	5386.67	13.42
无覆膜 NFM	V	6148.48	5522.22	13.47
无覆膜 NFM	VI	6220.54	6311.85	15.22

2.4 覆膜对产量及植株干物质的影响

由表 3 产量构成表中看到,覆膜处理的结果数和每平米果重明显高于无覆膜处理,处理 I 与处理 IV 相比高出 38.9%和 49.3%,处理 II 与处理 V 相比高出 37.2%和 14.5%,处理 III 与处理 VI 相比高出 27.9%和 22.6%;对每平米成熟番茄进行重量统计,无论是覆膜处理还是无覆膜处理单果重介于 50 ~ 80 g 之间占大部分,其次是介于 80 ~ 100 g 之间,占比例最小的是大于 100 g 的;单果重大于 100 g 中处理 IV 所占比例为 0.8%,显著小于处理 I 的百分比,而处理 V 和处理 VI 也分别小于处理 II 和处理 III,介于 80 ~ 100 g 和介于 50 ~ 80 g 的无覆膜处理所占百分比同样小于覆膜处理。综上所述,沟灌番茄的覆膜与无覆膜形式对果重及其分布情况有显著影响。

表 3 加工番茄产量构成表

Table 3 Yield components of processing tomato

处理 Treatments	种植形式 Planting patterns	果数 /(个·m ⁻²) Fruit number	果重 /(kg·m ⁻²) Fruit weight	单果重百分比 Percentage of single fruit weight		
				> 100 g	80 ~ 100 g	50 ~ 80 g
I	覆膜 FM	23.2	15.21	6.8	7.8	44.7
II	覆膜 FM	26.2	16.07	5.5	20.9	41.8
III	覆膜 FM	22.9	15.94	7.5	16.7	45
IV	无覆膜 NFM	16.7	10.19	0.8	11	35.6
V	无覆膜 NFM	19.1	14.03	1.1	6.6	35.2
VI	无覆膜 NFM	17.9	13	3.1	6.3	37.5

试验结果表明,地膜覆盖有明显的增产作用,图 3 为番茄产量及地上植株干物质积累量图,覆膜处理的番茄产量都高于 8 000 kg·667m⁻²,无覆膜处理则介于 5 000 ~ 6 500 kg·667m⁻²,处理 I 比处理 IV 增产了 48.6%,处理 II 比处理 V 增产了 50.1%,处理 III 比处理 VI 增产了 29.3%;覆膜处理的地上植株干物质积累量也高于无覆膜处理,处理 I 比处理 IV 高 22.3%,处理 II 比处理 V 高 15%,处理 III 比处理 VI 高 21.8%。由此可以发现,覆膜不仅可以提高产量

而且能够促进番茄植株积累更多的干物质。

2.5 效益评价

本试验中选用当地农民常用的地膜规格,覆膜与起垄一体化,省去了单独覆膜所需的人工、机械和时间,根据如下公式:

地膜用量 = 0.91 × 覆盖面积 × 地膜厚度 × 地膜理论覆盖率(%)^[15]

(1)

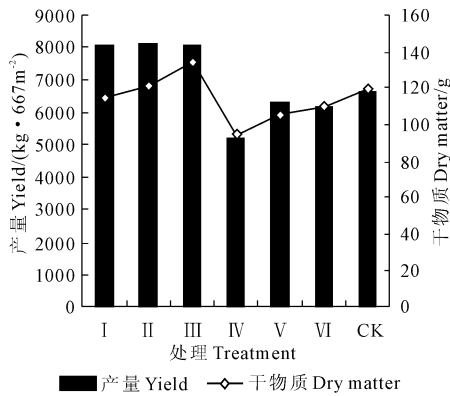


图 3 不同处理对加工番茄产量及地上植株干物质的影响
Fig.3 Effect of different treatments on yield and dry matter accumulation of shoot in processing tomato

可以得出起垄覆膜每 666.7 m² 地膜用量为 2.18 kg,由此可知每 666.7 m² 番茄的地膜投入是 27.25 元,而对于覆膜处理与无覆膜处理相比,增产在 1 800 ~ 2 700 kg·667m⁻²,据调查当地情况番茄每吨的收购价是 400 ~ 600 元之间,覆膜处理相对无覆膜处理可增收 720 ~ 1 620 元·667m⁻²,减去用膜投入即可得农民最终可增加 692.75 ~ 1 592.75 元·667m⁻² 的收入。

3 小 结

- 1) 覆膜促进了番茄株高和茎粗的生长,尤其是在作物进入营养生长与生殖生长并行阶段,覆膜处理的营养生长依然比无覆膜处理旺盛,有利于地上植株干物质质量的积累;覆膜处理虽然开花周期要短于无覆膜处理,但开花旺盛期早于无覆膜处理,且开花、结果的数量多于无覆膜处理。
- 2) 覆膜处理的番茄红素含量也明显优于无覆膜处理,而可溶性固形物含量则低于无覆膜处理,这是因为土壤水分较高不利于可溶性固形物的形成,亏缺灌溉反而利于可溶性固形物的形成。
- 3) 覆膜降低了作物棵间蒸发,从而减少了耗水

量,促进了水分生产率的增加;番茄单果重介于 50 ~ 80 g,80 ~ 100 g 和大于 100 g 的数量明显多于无覆膜处理,覆膜有利于果实的发育,其增产幅度可达 29% ~ 50%。

因此,与无覆膜形式相比,沟灌更适合采用覆膜形式。

参 考 文 献:

- [1] 崔增团,张志成,刘 健,等.浅谈垄膜沟灌技术及其节水增产效益[J].农业科技与信息,2012,(18):3-4.
- [2] 袁普金.用 PAM 及波涌技术优化地表灌溉控制地下水位并减少盐碱化[D].北京:中国农业大学,2001.
- [3] 李 恺,史学斌,江 惺.地面灌溉的研究现状与发展趋势[J].石河子大学学报(自然科学版),2005,23:78-84.
- [4] 孙景生,康绍忠,蔡焕杰,等.交替隔沟灌溉提高农田水分利用效率的节水机理[J].水利学报,2002,(3):64-67.
- [5] 张德奇,廖允成,贾志宽,等.旱区地膜覆盖技术的研究进展及发展前景[J].干旱地区农业研究,2005,23(1):208-213.
- [6] 王仰仁,王德旺,郭思才,等.垄膜沟灌高效节水机理研究[C]//中国水利学会 2000 年学术年会论文集,2000:342-346.
- [7] 许 迪,谢崇宝.张掖节水型社会建设中的农业节水关键技术及集成模式[J].中国水利水电科学研究院学报,2004,2(4):265-314.
- [8] 雷廷武,肖 娟,詹卫华,等.沟灌条件下不同灌溉水质对玉米产量和土壤盐分的影响[J].水利学报,2004,(9):118-122.
- [9] 刘毅乐.河套灌区沟灌条件下番茄优化灌溉制度试验研究[D].邯郸:河北工程大学,2011:13-22.
- [10] 员学锋,吴普特,汪有科.地膜覆盖保墒灌溉的土壤水、热以及作物效应研究[J].灌溉排水学报,2006,25(1):25-29.
- [11] 吴宪章,张 矢,陆 稻.地膜覆盖栽培的技术效应[J].黑龙江农业科学,1983,(5):1-5.
- [12] 王耀林.我国塑料薄膜地面覆盖栽培技术的引进及发展情况[J].农业工程技术,1982,(2):8-9.
- [13] 吕江南,王朝云,易永健,等.农用薄膜应用现状及可降解农膜研究进展[J].中国麻业科学,2005,29(3):150-157.
- [14] 刘淑艳,于振良,滕 云,等.温室番茄生产中覆膜对滴灌措施应用效果的影响[J].北方园艺,2010,(11):61-62.
- [15] 新 章.怎样计算地膜用量[J].农村百事通,1998,(1):30-31.