

地表覆盖对河套灌区土壤水热和番茄生长的影响

耿桂俊^{1,4}, 白岗栓^{1,2}, 杜社妮^{1,2}, 于健³

(1. 中国科学院 水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 3. 内蒙古自治区水利科学研究所, 内蒙古 呼和浩特 010020; 4. 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

摘要: 在河套灌区以不覆盖为对照, 测定了地膜覆盖、秸秆覆盖、地膜+秸秆覆盖对土壤水热和番茄生长的影响。结果表明, 地膜覆盖提高了土壤温度, 而秸秆覆盖、地膜+秸秆覆盖降低了土壤温度, 其中秸秆覆盖降低的幅度较大。在番茄生育前期不同覆盖可提高 0—50 cm 土层的土壤水分含量, 其中地膜覆盖效果最好。地膜覆盖使番茄产量提高了 222.61%, 地膜+秸秆覆盖使产量提高了 17.04%, 而秸秆覆盖则使产量降低了 3.06%。地膜覆盖使水分利用效率提高了 93.83%, 地膜+秸秆覆盖使之提高了 5.90%, 秸秆覆盖则使水分利用效率降低了 19.29%。河套灌区番茄播种时以地膜覆盖为宜, 不宜采用秸秆覆盖。

关键词: 河套灌区; 地面覆盖; 番茄; 土壤水分; 土壤温度

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)02-0036-06

中图分类号: S15, S157.4

Effects of Surface Mulching on Soil Moisture, Soil Temperature and Tomato Growth in Hetao Irrigation Area

GENG Gui-jun^{1,4}, BAI Gang-shuan^{1,2}, DU She-ni^{1,2}, YU Jian³

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3. Institute of Inner Mongolia Hydraulic Research, Huhhot, Inner Mongolia 010020, China; 4. Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Compared with the control of bare surface, the effects of plastic-film mulching, corn-straw-only mulching, and film-plus-straw mulching on the soil temperature, soil moisture and the growth of tomato were monitored in Hetao irrigation area. The results showed that the plastic-film mulching increased the soil temperature, and corn-straw mulching and film-plus-straw mulching reduced the soil temperature. In comparison, corn-straw-only mulching exerted stronger effects than film-plus-straw mulching. All the mulching treatments resulted in increases of soil moisture within 0—50 cm in the early stage of tomato growth, while the plastic-film mulching was the best. The yields of tomato with plastic-film mulching and film-plus-straw mulching were 222.61% and 17.04% higher than the control, respectively. However, the yield with corn-straw mulching was 3.06% lower than the control. The water use efficiency under plastic-film mulching and film-plus-straw mulching were 93.83% and 5.90% higher than the control, respectively. Similarly, water use efficiency of corn-straw-only mulching was 19.29% lower than the control. The results indicated that the plastic-film mulching was suitable, and the corn-straw mulching was undesirable in sowing time for tomato production in Hetao irrigation area.

Keywords: Hetao irrigation area; soil surface mulching; tomato; soil moisture; soil temperature

地膜覆盖不但可显著改善土壤的水热状况,起到增温保温、保水保墒的作用^[1-3],而且可促进作物生长发育,提高产量^[4-5],亦可抑制土壤返盐和杂草生长,减轻病虫害危害^[6]。覆盖秸秆可有效调节土壤的水、肥、气、热诸因素,为植物生长提供相对稳定的水热条

件^[7-8],进而延缓植株衰老,提高作物产量和水分利用效率。近期研究表明,地膜覆盖、秸秆覆盖及秸秆覆盖+地膜覆盖能显著促进温室黄瓜(*Cucumis sativus*)、辣椒(*Capsicum frutescens*)等蔬菜作物的生长发育,提高产量,改善品质,提高水分利用效率和经济

收入^[9-10]。秸秆覆盖与地膜覆盖相比,材料足,成本低,无污染,适用范围广,具有良好的生态效益和社会效益。内蒙古自治区河套灌区光热资源丰富,是继新疆地区之后我国第二大番茄(*Solanum lycopersicum*)生产基地。年降水量仅为130~250 mm,河套灌区地带性土壤为棕钙土和漠钙土,非地带性土壤为草甸土和盐化草甸土,盐渍化土壤占耕地面积的70%左右。河套灌区无霜期140 d左右,多年平均冻土层厚度1.1 m左右,土壤冻结期长达160 d左右。河套灌区无霜期短,春季土壤温度上升缓慢,地膜覆盖成为河套灌区作物栽培的主要方式。河套灌区作物秸秆资源丰富,而该区秸秆覆盖方面的研究较少。为了促进该区番茄产业和节水农业的发展,开展了秸秆覆盖、地膜覆盖对土壤水热和番茄生长的影响研究。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验地位于内蒙古自治区河套灌区西部的磴口县坝楞村,海拔为1 048.7 m,为中温带大陆性季风气候,年均气温为7.6℃,年日照时数为3 209.5 h,作物生长期5—9月光合有效辐射 1.68×10^5 J/cm²,年降雨量142.7 mm,年平均蒸发量2 381.8 mm,干燥度4.08,无霜期136~144 d,年均风速3.0 m/s。试验地土壤为灌淤土,质地为壤土,灌淤层1.5 m以上。试验地耕层土壤有机质质量约10.0 g/kg,田间持水量23.23%(10 cm土层土壤水层厚度34.38 mm),凋萎系数16.38%(10 cm土层土壤水层厚度24.24 mm),0—80 cm土层土壤容重较为一致,平均为1.48 g/cm³,地下水位为3.0 m以下。2009年春季番茄播种前0—80 cm土层土壤水含量为238.05 mm。番茄播种到拉秧期降水100.02 mm,其中连续性降水或24 h降水 ≥ 5.00 mm的有效降水量为81.00 mm。

1.2 试验设计

供试番茄采用宽窄行种植,宽行行距90 cm,窄行行距60 cm,株距为40 cm。试验共设4个处理。(1)对照。宽行、窄行均不覆盖,露地种植;(2)地膜覆盖。窄行覆盖地膜,地膜宽90 cm,厚0.008 mm,膜上种植两行番茄,宽行不覆盖地膜;(3)秸秆覆盖。宽行、窄行均覆盖秸秆,秸秆为短截后长度约为3 cm的玉米秸秆,覆盖厚度为5 cm;(4)秸秆+地膜覆盖。宽行、窄行均覆盖3 cm厚的玉米秸秆,窄行的秸秆上覆盖地膜。小区面积为4 m×4.5 m。每个处理重复3次,随机区组设计。

1.3 农业技术措施

供试番茄品种为石番97-10(新疆石河子亚心种

业有限公司生产),4月26日种植,种植时每穴种植7~9粒。种植前施磷酸二铵375 kg/hm²(N,P,K组分分别为18%,46%,0%),硝酸钾150 kg/hm²(N,P,K组分分别为13.5%,0%,44.0%)。番茄幼苗3~4片叶时定苗,每穴留1健壮苗。番茄生长前期即5月17日(定苗后)和6月24日(开花坐果期)进行了灌溉,灌溉量为112.5 mm/次。依据当地番茄的栽培经验,番茄开花坐果后不再灌溉。番茄从播种到收获期间不同处理的施肥、追肥、除草等管理措施相同。2009年磴口县坝楞村一带番茄生育期为149 d。

1.4 测定项目与方法

数据处理试验数据采用SPSS 10.0邓肯氏新复极差法检验不同处理间的差异显著性。

1.4.1 土壤温度 根据《中华人民共和国气象行业标准》^[11],在番茄出苗期(5月25日)、苗期(6月19日)、开花坐果期(7月15日)用地面温度表、最低温度表、最高温度表连续3日在2:00,8:00,14:00,20:00时测定不同处理窄行行中部地表温度,用10和20 cm曲管地温表和最低温度表、最高温度表测定不同处理窄行行中部10和20 cm土层土壤温度。

1.4.2 土壤水分 在番茄播种前即地表覆盖前(4月25日)、出苗期(5月26日)、苗期(6月20日)、开花坐果期(7月16日)、盛果期(8月4日)、拉秧后(9月24日)用土钻每隔10 cm土层采样一次,烘干法测定番茄窄行行中部0—80 cm土层土壤含水量,每小区测定3次。试验地平整,土层深厚及土壤质地均匀,地下水位较深,无地下水补给,不产生渗漏和水分的水平运动等,可根据不同处理的番茄生物量、产量和番茄生长期间的有效降水量、灌溉量,计算不同处理的田间耗水量、水分利用效率^[12]。

1.4.3 生物量 采收期测定不同处理的番茄产量,烘干法测定番茄果实含水量,根据番茄产量及含水量折算番茄果实生物量。拉秧期常规方法测定番茄茎、叶(包括枯叶)生物量。分层挖掘番茄根系,测定番茄整株根系生物量。

1.4.4 降水量 试验地旁设有气象站,测定番茄生育期内的降水量。

2 结果与分析

2.1 不同覆盖处理对土壤温度的影响

2.1.1 出苗期各处理对土壤温度的影响 土壤温度影响番茄根系生长以及土壤养分有效性和微生物活性^[13]。番茄出苗期(5月25日)地膜覆盖地表温度显著高于对照;10 cm土层最高温、日温差显著高于对照,最低温、日均温极显著高于对照;20 cm土层最低温

和日均温显著高于对照。出苗期地膜覆盖提高土壤温度,利于番茄出苗和根系生长及养分吸收、利用。

秸秆覆盖极显著降低了地表 10 和 20 cm 土层土壤的最高温度、日温差和日均温,最低温度降低程度

相对较低。地膜+秸秆覆盖因秸秆对太阳辐射的阻隔和地膜的增温、保温作用,其地表温度和 10 和 20 cm 土层土壤温度均较对照低,但降低幅度小于秸秆覆盖(表 1)。

表 1 番茄出苗期土壤温度状况

℃

覆盖方式	地表				10 cm 土层				20 cm 土层			
	最高温	最低温	日温差	日均温	最高温	最低温	日温差	日均温	最高温	最低温	日温差	日均温
对照	40.6 ^{bA}	6.0 ^{bB}	34.6 ^{bA}	28.2 ^{bA}	20.5 ^{bA}	9.5 ^{bB}	11.0 ^{bA}	15.8 ^{bB}	15.0 ^{aA}	13.6 ^{bAB}	1.4 ^{aA}	14.2 ^{bA}
地膜覆盖	42.4 ^{aA}	7.0 ^{aA}	35.4 ^{aA}	29.6 ^{aA}	21.8 ^{aA}	10.7 ^{aA}	11.6 ^{aA}	16.9 ^{aA}	15.4 ^{aA}	14.1 ^{aA}	1.3 ^{aAB}	14.6 ^{aA}
秸秆覆盖	25.4 ^{dC}	5.6 ^{cB}	14.8 ^{dC}	18.8 ^{dC}	15.0 ^{dC}	9.2 ^{bB}	5.8 ^{dC}	12.1 ^{cC}	13.2 ^{cC}	12.9 ^{cB}	0.3 ^{cC}	13.0 ^{cB}
地膜+秸秆覆盖	33.0 ^{cB}	5.9 ^{bB}	27.1 ^{cB}	24.6 ^{cB}	18.4 ^{cB}	9.4 ^{bB}	9.0 ^{cB}	15.3 ^{bB}	13.9 ^{bB}	13.0 ^{cB}	0.9 ^{bB}	13.3 ^{cB}

注:同列不同小、大写字母分别表示差异达显著($p < 0.05$)和极显著($p < 0.01$)水平。下同。

2.1.2 苗期各处理对土壤温度的影响 表 2 为番茄苗期不同土层的土壤温度状况。从表中可以看出,苗期地膜覆盖地表 10 和 20 cm 土层土壤的最高温、最低温和日均温均显著高于对照,日温差与对照差异不

显著。秸秆覆盖地表和 10 和 20 cm 土层土壤温度的最高温、最低温、日均温和日温差均极显著低于对照,地膜+秸秆覆盖的地表温度和 10,20 cm 土层土壤温度比对照低,但高于秸秆覆盖。

表 2 番茄苗期土壤温度状况

℃

覆盖方式	地表				10 cm 土层				20 cm 土层			
	最高温	最低温	日温差	日均温	最高温	最低温	日温差	日均温	最高温	最低温	日温差	日均温
对照	41.4 ^{bA}	15.5 ^{bB}	25.9 ^{aA}	29.6 ^{bA}	23.2 ^{cB}	19.4 ^{bB}	3.8 ^{aA}	21.1 ^{bB}	20.8 ^{bB}	19.6 ^{bB}	1.2 ^{aA}	20.2 ^{bB}
地膜覆盖	42.8 ^{aA}	17.2 ^{aA}	25.6 ^{aA}	30.9 ^{aA}	24.5 ^{aA}	20.8 ^{aA}	3.7 ^{aA}	22.9 ^{aA}	22.0 ^{aA}	21.0 ^{aA}	1.0 ^{bB}	21.4 ^{aA}
秸秆覆盖	32.4 ^{dC}	14.2 ^{cC}	18.2 ^{cC}	23.6 ^{dC}	21.4 ^{dC}	18.7 ^{cC}	2.7 ^{cC}	19.8 ^{cC}	19.7 ^{dC}	19.0 ^{cC}	0.7 ^{cC}	19.2 ^{cC}
地膜+秸秆覆盖	36.8 ^{cB}	15.3 ^{bB}	21.5 ^{bB}	26.6 ^{cB}	22.6 ^{bB}	19.2 ^{bB}	3.4 ^{bB}	20.9 ^{bB}	20.4 ^{cB}	19.5 ^{bB}	0.9 ^{bB}	20.1 ^{bB}

2.1.3 开花坐果期各处理对土壤温度的影响 番茄开花坐果期(7月15日)地膜覆盖地表和 10 cm 土层土壤的最高温、日温差、日均温极显著低于对照,最低温略高于对照(表 3)。20 cm 土层土壤的最高温、日均温显著低于对照,日温差极显著低于对照,最低温与对照无显著差异。地膜覆盖在开花坐果期土壤温度降低,主要原因是开花坐果前番茄漫灌过两次(5月17日和 6月24日),在地膜表面形成了一层淤土,另外地膜覆盖番茄叶面积指数增大,遮光量大,造成到达地面的太阳辐射减弱。开花坐果期地膜覆盖降低了土壤温度。

秸秆覆盖地表 10 cm 土层土壤最高温度、日温差、日均温极显著低于对照,地表最低温度略低于对照,10 cm 土层土壤最低温度显著低于对照。秸秆覆盖 20 cm 土层土壤最高温、日温差极显著低于对照,最低温略低于对照,日均温显著低于对照。开花坐果期秸秆覆盖降低了土壤温度。

地膜+秸秆覆盖地表 10 cm 土层土壤最低温度略高于对照,最高温、日温差、日均温极显著低于对照。20 cm 土层土壤最高温、日均温显著低于对照,最低温略低于对照,日温差极显著低于对照。

表 3 番茄开花坐果期土壤温度状况

℃

覆盖方式	地表				10 cm 土层				20 cm 土层			
	最高温	最低温	日温差	日均温	最高温	最低温	日温差	日均温	最高温	最低温	日温差	日均温
对照	55.0 ^{aA}	19.5 ^{abA}	35.5 ^{aA}	39.2 ^{aA}	32.4 ^{aA}	22.0 ^{aA}	10.4 ^{aA}	27.0 ^{aA}	26.6 ^{aA}	22.4 ^a	4.2 ^{aA}	24.5 ^{aA}
地膜覆盖	50.7 ^{bB}	20.4 ^{aA}	30.3 ^{bB}	35.2 ^{bB}	29.1 ^{bB}	22.3 ^{aA}	6.8 ^{cC}	25.6 ^{bB}	25.5 ^{bAB}	22.5 ^a	3.0 ^{bB}	23.8 ^{bA}
秸秆覆盖	48.6 ^{cB}	19.3 ^{baA}	29.3 ^{bB}	34.1 ^{cB}	28.9 ^{bB}	20.9 ^{bA}	8.0 ^{bB}	25.4 ^{bB}	24.2 ^{cB}	21.6 ^a	2.6 ^{cC}	22.7 ^{dA}
地膜+秸秆覆盖	49.5 ^{bcB}	19.7 ^{abA}	29.8 ^{bB}	34.7 ^{bcB}	29.0 ^{bB}	22.1 ^{aA}	6.9 ^{cC}	25.5 ^{bB}	24.4 ^{cB}	22.1 ^a	2.3 ^{dD}	23.1 ^{cA}

2.2 不同覆盖处理对土壤水分的影响

2.2.1 出苗期各处理对土壤水分的影响 番茄播种后灌溉过一次(5月17日),番茄出苗期(5月26日)地膜覆盖、地膜+秸秆覆盖、秸秆覆盖、对照不同处理

0—30 cm 土层土壤含水量分别为 87.51, 83.70, 80.40, 76.28 mm(图 1);地膜覆盖极显著高于对照,显著高于秸秆覆盖。地膜覆盖和秸秆覆盖阻碍土壤与大气之间的水分交换,有效抑制了土壤水分的蒸

发,从而增加了表层土壤含水量^[14],说明地膜覆盖和秸秆覆盖具有明显的保水调水作用。

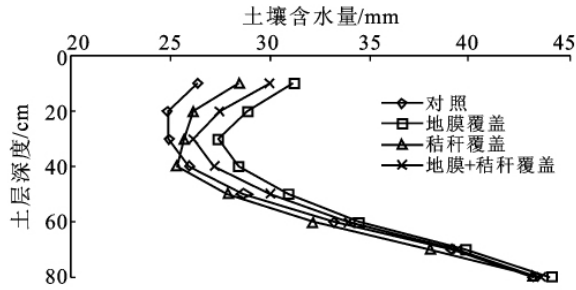


图 1 不同处理番茄出苗期土壤含水量

2.2.2 苗期各处理对土壤水分的影响 河套灌区春季风沙大,蒸发强烈,随着番茄生长,苗期(6月20日)不同处理土壤水分较出苗期降低。苗期地膜覆盖、地膜+秸秆覆盖、秸秆覆盖、对照 0—20 cm 土层土壤含水量分别为 54.30,53.50,50.28,46.82 mm,地膜覆盖、地膜+秸秆覆盖极显著高于对照,显著高于秸秆覆盖。

苗期不同处理对土壤水分的影响主要集中在 0—50 cm 土层,地膜覆盖、地膜+秸秆覆盖、秸秆覆盖、对照 0—50 cm 土层土壤含水量分别为 135.77,134.63,131.28,123.91 mm,地膜覆盖极显著高于对照且显著高于秸秆覆盖,地膜+秸秆覆盖显著高于对照。

2.2.3 开花坐果期、盛果期各处理对土壤水分的影响

不同处理番茄开花坐果期、盛果期土壤含水量均表现为:地膜+秸秆覆盖>秸秆覆盖>对照>地膜覆盖,且随土层深度的增加而增加。开花坐果期地膜+秸秆覆盖、秸秆覆盖、对照、地膜覆盖 0—80 cm 土层土壤水分含量分别为 206.10,203.69,184.22,175.38 mm;地膜+秸秆覆盖、秸秆覆盖极显著高于对照,对照显著高于地膜覆盖。盛果期地膜+秸秆覆盖、秸秆覆盖、对照、地膜覆盖 0—80 cm 土层土壤水分含量分别为 203.98,200.10,191.16,188.78 mm;地膜+秸秆覆盖、秸秆覆盖显著高于对照,对照略高于地膜覆盖。开花坐果期、盛果期地膜覆盖土壤水分含量较低,主要原因与番茄生长状况相关。地膜覆盖番茄的处理在开花坐果期、盛果期叶面积大,生长旺盛,蒸腾作用

强烈,消耗水分较多,因此其土壤含水量较低。秸秆覆盖番茄发育缓慢,生物量小,消耗的水分少,因此其土壤含水量较高。秸秆+地膜覆盖番茄生长量较地膜覆盖小,保水性较秸秆覆盖强,其土壤水分含量高于秸秆覆盖。

2.2.4 拉秧期各处理对土壤水分的影响 番茄拉秧期不同处理土壤水分差异逐渐变小(图 2)。拉秧期地膜+秸秆覆盖、秸秆覆盖、对照、地膜覆盖 0—80 cm 土层土壤水分含量分别为 71.38,65.30,61.89,57.16 mm,地膜+秸秆覆盖极显著高于对照和地膜覆盖,显著高于秸秆覆盖;秸秆覆盖极显著高于地膜覆盖,显著高于对照;对照显著高于地膜覆盖。拉秧期对照土壤水分高于地膜覆盖,一是因为大风、灌溉、除草等引起的地膜破损,导致其保水功能降低,二是因为对照表层土壤在自然干旱的过程中逐步形成气相阻滞层,限制了水分向大气散失^[15],三是地膜覆盖番茄生长量大,覆盖度高,叶面蒸腾量大。拉秧期地膜+秸秆覆盖、秸秆覆盖土壤水分较高,主要是由于番茄生长量较小,覆盖度低,番茄耗水量小且地面覆盖的秸秆可减少土壤水分蒸发。

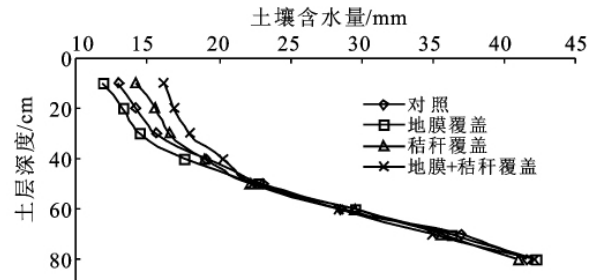


图 2 不同处理番茄拉秧期土壤含水量

2.3 不同覆盖处理对番茄生长的影响

拉秧期地膜覆盖番茄生物较对照提高了 96.18%,极显著高于对照和其它处理;地膜+秸秆覆盖较对照提高了 3.72%,与对照无显著差异;秸秆覆盖较对照降低了 19.60%,极显著低于对照和其它处理(表 4)。地膜覆盖番茄产量较对照提高了 222.61%,极显著高于对照和其它处理;地膜+秸秆覆盖较对照提高了 17.04%,极显著高于对照;秸秆覆盖的产量低于对照 3.06%,与对照相比无显著差异。

表 4 拉秧期不同处理的生物量和产量

覆盖方式	茎干重/ g	叶干重/ g	根干重/ g	果实干重/ g	生物量干重/ g	产量/ (kg·hm ⁻²)
对照	33.20 ^C	50.42 ^{BC}	15.58 ^B	119.69 ^B	218.89 ^B	23 976 ^C
地膜覆盖	56.22 ^A	57.07 ^A	20.18 ^A	295.95 ^A	429.42 ^A	77 349 ^A
秸秆覆盖	24.74 ^D	47.26 ^C	14.02 ^C	89.89 ^C	175.91 ^C	23 241 ^C
地膜+秸秆覆盖	38.33 ^B	52.00 ^{AB}	16.46 ^B	120.25 ^B	227.04 ^B	28 062 ^B

2.4 不同覆盖处理对水分利用效率的影响

与对照相比,地膜覆盖的水分利用效率(WUE)提高了 93.83%,极显著高于对照和其它处理;地膜

+秸秆覆盖与对照相比提高了 5.90%,差异显著;秸秆覆盖与对照相比降低了 19.29%,极显著低于对照(表 5)。

表 5 不同覆盖处理的水分利用效率

覆盖方式	产量/ (kg·hm ⁻²)	生物量/ (kg·hm ⁻²)	种植前 0—80 cm 水分/mm	拉秧期 0—80 cm 水分/mm	有效降水/ mm	灌水量/ mm	水分利用效率/ (kg·hm ⁻² ·mm ⁻¹)
对照	23 976	6 566.7	238.05	192.13	81	225	18.66 ^{cB}
地膜覆盖	77 349	12 882.6	238.05	187.86	81	225	36.17 ^{aA}
秸秆覆盖	23 241	5 276.7	238.05	193.65	81	225	15.06 ^{dC}
地膜+秸秆覆盖	28 062	6 811.2	238.05	199.38	81	225	19.76 ^{bB}

注:生物量含根系生物量。

3 讨论

番茄原产于秘鲁,适宜根系生长的土壤水分田间持水量的 70%~75%,最适温度为 20~22℃,下限温度为 12~14℃^[16],干旱、低温可显著影响番茄的生理代谢、产量和品质。河套平原为中温带大陆性季风气候,无霜期短,土壤为灌淤土,春季土壤含水量高,土壤温度上升缓慢,不利于番茄生长。地膜覆盖可提高土壤温度,减少土壤水分蒸发,协调土壤水、气、热状况,改善土壤结构,利于番茄出苗和幼苗在春季温差较大、干热风较多的气候环境下生长发育,培育壮苗,促进番茄生长,提高番茄产量和水分利用效率。虽然开花坐果后地膜覆盖的增温效应减弱,但土壤温度变化平缓,更有利于番茄根系的生长发育,促进根系更好地吸收水分和养分。地膜覆盖番茄生长状况比对照和秸秆覆盖的生长良好,这与郑艳艳等人的研究基本一致^[17]。翟胜等人^[9]、周茂娟等人^[10]将秸秆覆盖应用于温室蔬菜生产,由于温室温度较高,可人为控制,覆盖秸秆后土壤温度不但不会降低,而且土壤温度变化会更加平缓,为温室蔬菜提供更加良好的土壤环境,因此秸秆覆盖有效地促进了温室蔬菜的生长发育。河套灌区土壤为灌淤土,入冬前进行了秋季灌溉,土壤含水量较高,春季土壤易泛浆,土壤温度上升缓慢。番茄播种前覆盖秸秆,减少了土壤与大气之间的水、热交换,秸秆覆盖后土壤含水量提高,土壤温度特别是番茄出苗期和幼苗期的土壤温度降低,阻碍了番茄出苗和幼苗的健壮发育,造成番茄幼苗生长发育迟缓或死亡,延长了番茄的幼苗期,造成开花坐果较迟,秋季易遭早霜危害,产量大幅度降低。秸秆覆盖造成番茄出苗期及幼苗期土壤温度下降,从而导致番茄幼苗发育缓慢。这与刘秀茹等人^[18]夜间土壤低温处理对番茄幼苗生长发育和刘玉冬等人^[19]低温处理对黄瓜幼苗的生长发育的研究结果一致。

地膜+秸秆覆盖提高了土壤水分,但对土壤水分的影响在番茄生长前期效果不及地膜覆盖,下层土壤水分上升蒸散,大多被秸秆吸收,即使遇到地膜后凝结成水珠也多被秸秆吸收,因此地膜+秸秆覆盖后表层土壤水分含量较地膜覆盖低;地膜+秸秆覆盖的番茄生长状况较地膜覆盖差,其消耗的土壤水分少,故地膜+秸秆覆盖的土壤水分在番茄开花坐果后高于地膜覆盖。地膜+秸秆覆盖土壤温度总体较低,番茄生长缓慢,开花坐果较迟,秋季易遭霜冻,因此其产量较低,但由于地膜+秸秆覆盖后期土壤水分含量较高,长势良好,故其产量高于对照,但低于地膜覆盖。本试验在番茄种植前覆盖秸秆,造成土壤温度上升缓慢,影响了番茄的生长发育。河套灌区应在番茄不同生长期,如番茄开花坐果期开展秸秆覆盖,可能会取得良好的试验结果。

4 结论

(1) 地膜覆盖在番茄生育前期提高了 0—20 cm 土层土壤温度,秸秆覆盖降低了 0—20 cm 土层土壤温度,地膜+秸秆覆盖在出苗期及开花坐果期降低了土壤温度,在苗期提高了 10、20 cm 土层土壤温度。

(2) 地膜覆盖、地膜+秸秆覆盖、秸秆覆盖在番茄生育前期均能提高 0—50 cm 土层的土壤含水量,其中地膜覆盖效果最好。开花坐果期以后由于地膜覆盖的番茄耗水量大,地膜覆盖处理土壤水分低于对照、地膜+秸秆覆盖和秸秆覆盖处理。

(3) 地膜覆盖和地膜+秸秆覆盖处理的番茄产量分别较对照提高了 222.61%和 17.04%,秸秆覆盖的产量低于对照 3.06%。

(4) 地膜覆盖和地膜+秸秆覆盖的水分利用效率(WUE)较对照分别提高了 93.83%和 5.90%,秸秆覆盖与对照相比降低了 19.29%。河套灌区番茄生产应以地膜覆盖为宜,不宜采用秸秆覆盖。

[参 考 文 献]

- [1] 王有宁, 王荣堂, 董秀荣. 地膜覆盖作物农田光温效应研究[J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(3): 134-136.
- [2] 李成华, 马成林. 地面覆盖材料的光谱透射率及其对土壤温度的影响[J]. 农业工程学报, 1996, 12(4): 165-168.
- [3] Li Y S, Wu L H, Zhao L M, et al. Influence of continuous plastic film mulching on yield, water use efficiency and soil properties of rice fields under non-flooding condition[J]. Soil & Tillage Research, 2007, 93: 370-378.
- [4] 刘青云, 席天元. 旱地小麦地膜覆盖效应研究[J]. 耕作与栽培, 2002(5): 15-16.
- [5] Zhang Z C, Zhang S F, Yang J C, et al. Yield, grain quality and water use efficiency of rice under non-flooded mulching cultivation [J]. Field Crops Research, 2008, 108: 71-81.
- [6] 薛福祥. 地膜不同覆盖方式对保护地黄瓜病害及生长发育的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2003, 38(1): 31-34.
- [7] 梁银丽. 黄土区地面覆盖的主要类型及其保水效应[J]. 水土保持通报, 1997, 17(1): 27-31.
- [8] Cong Tu, Jean B R, Hu S J. Soil microbial biomass and activity in organic tomato farming systems; Effects of organic inputs and straw mulching[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2006, 38: 247-255.
- [9] 翟胜, 王巨媛, 梁银丽. 地面覆盖对温室黄瓜生产及水分利用效率的影响[J]. 农业工程学报, 2005, 21(10): 129-133.
- [10] 周茂娟, 梁银丽, 陈甲瑞, 等. 地表处理方式对日光温室辣椒水分利用效率及土壤硝态氮、速效磷分布的影响[J]. 应用生态学报, 2007, 18(6): 1393-1396.
- [11] 中国气象局. 中华人民共和国气象行业标准“地面气象观测规范: 地温观测”[S]. 北京: 气象出版社, 2007.
- [12] 杜社妮, 白岗栓, 赵世伟, 等. 沃特和 PAM 施用方式对土壤水分及玉米生长的影响[J]. 农业工程学报, 2008, 24(11): 30-35.
- [13] 张义, 谢永生, 郝明德, 等. 不同地表覆盖方式对苹果园土壤性状及果树生长和产量的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(2): 279-286.
- [14] 于晓蕾, 吴普特, 汪有科, 等. 不同秸秆覆盖量对冬小麦生理及土壤温、湿状况的影响[J]. 灌溉排水学报, 2007, 26(4): 41-44.
- [15] Yamanaka T, Takeda A, Sugita F. A modified surface-resistance approach for representing bare-soil evaporation; Wind tunnel experiments under various atmospheric conditions[J]. Water Resource Res., 1997, 33: 2117-2128.
- [16] 周光华. 蔬菜优质高产栽培的理论基础[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1997: 4-7.
- [17] 郑艳艳, 薛忠, 孙兆军. 盐碱地膜草覆盖、覆膜、裸地油菜对比试验研究[J]. 山西农业大学学报: 自然科学版 2007, 27(3): 254-257.
- [18] 刘秀茹, 葛晓光. 地温及营养面积对番茄秧苗生育及素质的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 1988, 19(3): 29-36.
- [19] 刘玉冬. 根区温度对黄瓜幼苗生长和光合特性的影响[J]. 华北农学报, 2004, 19(1): 86-88.

勘误: 本刊 2010 年第 6 期第 192 页, 左栏倒数第 11 行中“ $a_{mi} = V_i$ ”应为“ $a_{mi} - V_i$ ”。特此更正。

《水土保持通报》编辑部