

解影,李波,丰雪,等.深埋秸秆条件下温室番茄根层土壤温度变化特征[J].江苏农业科学,2018,46(7):247-252.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.07.062

# 深埋秸秆条件下温室番茄根层土壤温度变化特征

解影,李波,丰雪,魏新光,姚名泽,赵子龙,邢经纬,郑思宇

(沈阳农业大学水利学院,辽宁沈阳 110866)

**摘要:**为明确温室番茄在膜下滴灌条件下深埋秸秆量对地温影响的综合效应,设置了 0 kg/hm<sup>2</sup> (CK)、1.5 万 kg/hm<sup>2</sup> (T<sub>1</sub>)、3.0 万 kg/hm<sup>2</sup> (T<sub>2</sub>)、4.5 万 kg/hm<sup>2</sup> (T<sub>3</sub>) 4 种不同秸秆量处理,通过无线土壤墒情监测系统对番茄生长过程中距垄台表面 15、30、45 cm 处地温与土壤含水率动态变化进行实时监测,研究深埋秸秆量和土壤水分对温室番茄在膜下滴灌条件下不同深度土壤温度的影响特征。结果表明,在膜下滴灌条件下温室番茄深埋秸秆处理能够有效提高埋设秸秆后春夏茬番茄的地温和土壤含水率,各层土壤地温平均升高 0.29~0.93℃,其中 T<sub>1</sub> 处理含水率最高,为 25.14%;T<sub>3</sub> 处理增温幅度最大,为 0.93℃;而秋冬茬番茄土壤地温有降低的趋势,但不同秸秆还田量处理土壤含水率高于对照,各层土壤地温平均下降 0.04~0.91℃,其中 T<sub>2</sub> 处理含水率最高,为 27.42%,且降温幅度最小,为 0.06℃。表明深埋秸秆量对土壤温度日变幅与土壤深度的相关性有一定影响,其影响春夏茬略小于秋冬茬。

**关键词:**深埋秸秆;日光温室;地温;含水率;番茄

**中图分类号:**S641.206 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)07-0247-05

温室果菜生产是辽宁省冬季蔬菜市场的重要产品来源,为保障人民正常生产生活有着举足轻重的作用。番茄是重要的蔬菜之一,也是辽宁省日光温室栽培的主要蔬菜作物之一。由于温室是人工建立的相对封闭的农业生产环境,缺少良好的水循环、大气循环、营养物质循环,造成温室土壤板结、碳、氮、磷、钾等重要营养元素严重下降,病虫害大量滋生,严重影响温室果菜生产的稳定和可持续发展。

近年来,秸秆还田技术在温室中得到应用,深埋秸秆可以改善和调控温室土壤墒情<sup>[1-3]</sup>,提高水分的利用效率<sup>[4-5]</sup>,增加温室中 CO<sub>2</sub> 浓度和地温<sup>[6-7]</sup>,是温室农业生产可持续发展的新理念。秸秆还田技术在大田应用对土壤、微生物以及粮食作物的影响已有较多研究<sup>[8-12]</sup>,但秸秆还田技术在日光温室的应用研究开展较少。徐增凯等分别对秸秆生物反应堆在温室番茄、黄瓜、早熟西瓜和绿茶上的应用进行研究<sup>[13-16]</sup>;李波等分别研究了秸秆生物反应堆对温室番茄生长环境、产量及灌溉制度的影响<sup>[17-19]</sup>;袁冬贞等应用秸秆生物反应堆技术对日光温室黄瓜生长环境和产量等进行了探讨<sup>[20-21]</sup>,在温室黄瓜生产、提高地温和 CO<sub>2</sub> 浓度等方面有促进作用。现阶段秸秆还田技术还不完善,不同作物种植管理模式下适宜的还田模式还不明确,尚未形成明确的规范,特别是对于秸秆还田量的确定相对模糊,不利于该技术在生产中的推广与应用。本研究以深埋秸秆量为控制因素,在膜下滴灌条件下,通过对不同深度土壤水分和地温分布等方面进行监控,确定适

合温室番茄生产的深埋秸秆量,进一步制定合理的深埋秸秆条件下温室番茄生产的管理制度,以期促进辽宁省温室番茄生产的高产、优质、高效、绿色、可持续发展。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地基本情况

试验于 2016 年 3 月至 2017 年 1 月在沈阳农业大学科研试验基地 43 号温室大棚内进行,试验区位于 41.82°N, 123.57°E。温室类型为辽沈 3 型日光节能温室,单面采光抛物面式,长 70 m,宽 8 m,砖土墙高 4 m。棚膜采用 PVC 防老化塑料无滴膜,保温措施采用防雨棉被覆盖。温室大棚内日间平均温度 25.6℃,夜间平均温度 16.6℃,棚内日间平均相对湿度 47.8%,夜间平均相对湿度 74.9%。试验地土壤为棕壤,土壤沙粒、粉粒、黏粒比率分别为 36.9%、40.9%、22.2%;地表以下 0.5 m 内土层的平均土壤容重为 1.26 g/cm<sup>3</sup>,田间持水率为 0.28 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>。土壤化学性质见表 1。

表 1 试验地土壤化学性质

性状指标	含量
全氮(g/kg)	0.87
全磷(g/kg)	1.58
全钾(g/kg)	20.78
速效磷(mg/kg)	48.94
速效钾(mg/kg)	97.55
速效氮(mg/kg)	35.20
有机质(g/kg)	13.73

### 1.2 试验实施与设计

试验分春夏茬、秋冬茬 2 次进行,2 次试验方案相同。春夏茬试验于 2016 年 3 月 23 日定植,苗龄 45 d;秋冬茬试验于 2016 年 9 月 8 日定植,苗龄 33 d。试验采用大垄双行种植方式,垄宽 70 cm,垄高 15 cm,垄长 6 m,垄面覆膜。番茄种植株

收稿日期:2017-06-09

基金项目:辽宁省自然科学基金(编号:2015020770)。

作者简介:解影(1990—),女,河北廊坊人,硕士研究生,主要从事日光温室节水灌溉理论和技术研究。E-mail:yingxie024@163.com。

通信作者:李波,教授,博士生导师,主要从事日光温室节水灌溉理论和技术研究。E-mail:250077704@qq.com。

距 40 cm, 行距 50 cm, 每垄 30 株。试验设置 4 个深埋秸秆量处理, 分别为: CK: 0 kg/hm<sup>2</sup>, T<sub>1</sub>: 1.5 万 kg/hm<sup>2</sup>, T<sub>2</sub>: 3.0 万 kg/hm<sup>2</sup>, T<sub>3</sub>: 4.5 万 kg/hm<sup>2</sup>。秸秆粉碎成 2 cm 段状于 2016 年 3 月 21 日统一埋入梯形断面的沟中, 沟深 20 cm, 上口宽 50 cm, 下口宽 30 cm。小区布置剖面见图 1。

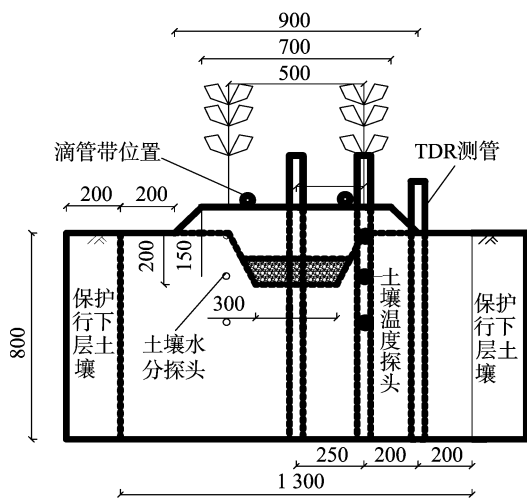


图1 试验小区布置剖面(单位:mm)

试验区以番茄作为供试作物, 品种为 TPY40。供试秸秆为沈阳农业大学玉米基地 2015 年收割风干后的玉米秸秆。供试秸秆有机碳、全氮、全磷、全钾含量分别为 41.89%、0.87%、0.36%、1.37%。秸秆埋设方式为 2 cm 段状集中深埋于土壤中。灌溉方式采用膜下重力滴灌, 滴头间距 30 cm。以田间持水量为灌水上限, 设置田间持水量的 70% 为灌水下限。

### 1.3 测定指标和方法

1.3.1 气象资料测量 在试验温室中央位置距地面高 50 cm 处设有自动气象站(CAIPOS GmbH), 主要用于观测温室内气温、湿度、太阳辐射等气象要素。

1.3.2 土壤温度测定 通过埋设无线土壤墒情监测系统(CAIPOS GmbH)的土壤温度探头, 对温室番茄生育期内距垄台表面 15、30、45 cm 处地温每 30 min 监测 1 次并自动记录; 利用直角地温计加以校正。

1.3.3 土壤含水率观测 在番茄生育期内, 利用无线土壤墒情监测系统(CAIPOS GmbH)、TRIME-PICO TDR 和土钻相结合的方法, 以无线土壤墒情监测系统为主, 对距垄台表面 15、30、45 cm 处含水率 30 min 测量 1 次; 利用 TDR 定位监测, 7 d 测量 1 次, 深度为 0~70 cm; 利用土钻取土烘干的方法对上述 2 种方法加以校正。

### 1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 2003 进行统计分析, 采用 SPSS 19.0 进行方差分析及 Duncan's 多重比较, 采用 Origin Pro 9 和 CAD 2007 软件绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 深埋秸秆对番茄生育期内日平均地温的影响

2.1.1 春夏茬地温变化 膜下滴灌条件下深埋秸秆番茄生育期内根部生长层土壤地温的变化见图 2。从图 2 可以看出, 不同土壤深度地温变化, 不同土层深度地温春夏茬生育期平均地温呈波动上升, 随深度增加波动剧烈程度降低; 波峰与波谷出现时间随土壤深度增加呈现滞后现象。从同一深度的不同秸秆量处理来看, 不同处理地温变化趋势一致; 与 CK 比较, T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理均有不同程度的增温效果, 各层土壤地温均呈现 T<sub>3</sub> 处理增温效果较好; 不同处理在 30 cm 深埋秸秆层土壤的地温差距最大。

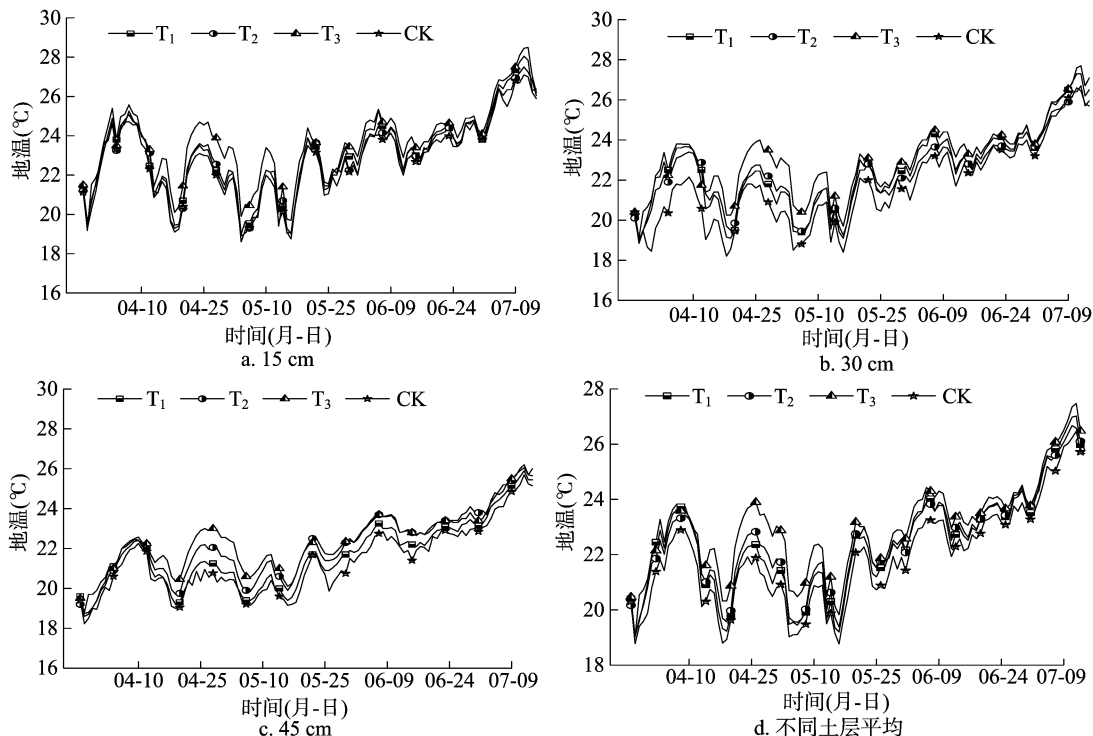


图2 春夏茬番茄地温随秸秆量变化

2.1.2 秋冬茬地温变化 从图 3 可以看出,不同土壤深度地温变化,不同土层深度地温秋冬茬生育期平均地温呈波动下降趋势,与春夏茬变化趋势相反,这主要受温室内气温及太阳辐射的影响;地温变化趋势随深度增加波动剧烈程度降低,波

峰与波谷出现时间随土壤深度增加呈现滞后现象,这与春夏茬变化规律一致,表明影响这二者变化的主要因素为土层深度。从同一深度的不同处理来看,T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理与 CK 比较,地温略有降低。

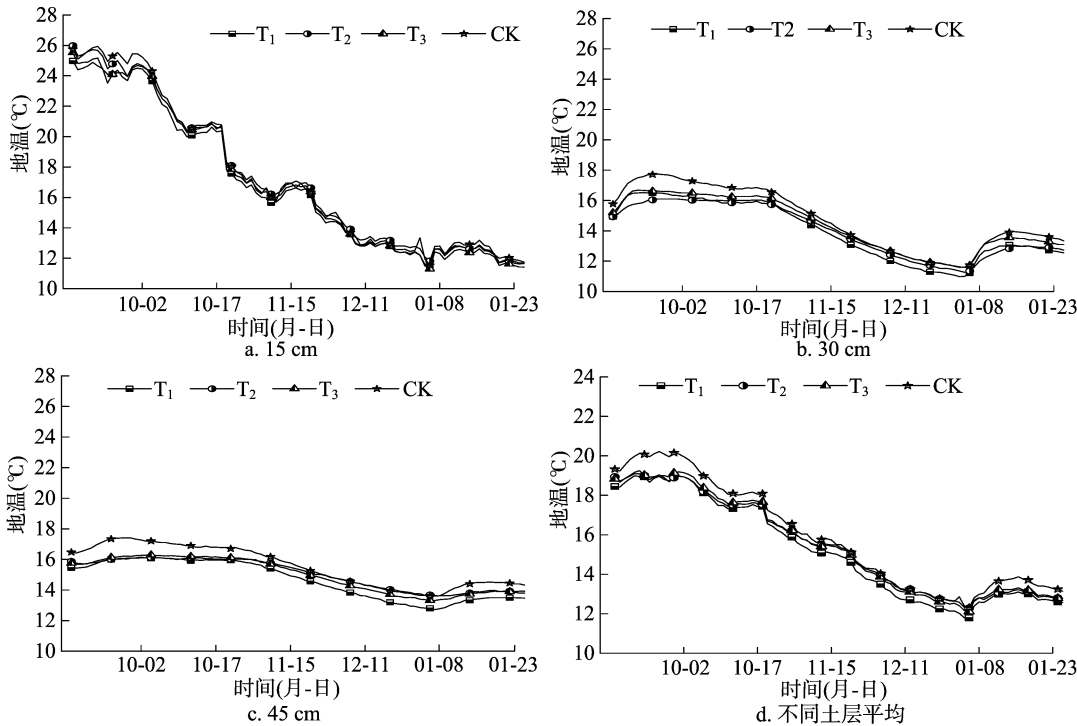


图3 秋冬茬番茄地温随秸秆量变化

2.1.3 不同处理地温积温 春夏茬 5 月 1 日至 5 月 30 日,秋冬茬 10 月 21 日至 11 月 19 日番茄(苗龄 80 ~ 110 d)不同处理不同土壤深度地温积温变化情况见表 2。从表 2 可以看出,不同深度地温积温与 CK 比较,春夏茬番茄各处理地温积

温均增温显著,不同深度增温幅度大小依次为 30 cm > 15 cm > 45 cm;秋冬茬番茄各处理地温均显著低于 CK 处理,15 cm 土壤深度变化幅度最大,其次是 30 cm 土壤深度,45 cm 地温变化幅度最小。

表 2 不同处理地温积温值

茬口	处理	15 cm 地温积温(℃)			30 cm 地温积温(℃)			45 cm 地温积温(℃)		
		10 d	20 d	30 d	10 d	20 d	30 d	10 d	20 d	30 d
春夏茬	T <sub>1</sub>	240.73a	453.15b	676.30b	230.20a	435.85c	652.70c	218.94b	419.96c	630.41c
	T <sub>2</sub>	238.18c	451.33c	675.78b	227.82c	436.77b	657.42b	218.57b	424.60b	642.90b
	T <sub>3</sub>	239.70b	462.43a	699.78a	229.40b	446.70a	679.60a	220.27a	432.67a	659.82a
	CK	237.00d	447.01d	667.47c	212.05d	410.87d	619.12d	214.96c	413.82d	619.44d
秋冬茬	T <sub>1</sub>	162.26c	322.33c	473.86c	160.89c	320.55d	477.93d	232.75c	435.76d	602.77d
	T <sub>2</sub>	160.42d	319.13d	471.83d	160.89c	321.48c	480.91c	235.46b	443.28b	615.79b
	T <sub>3</sub>	164.80b	327.57b	483.38b	162.48b	324.29b	483.98b	235.95b	442.36c	612.30c
	CK	173.32a	341.77a	501.32a	172.17a	340.80a	506.05a	240.61a	447.49a	618.52a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。

2.1.4 不同处理土壤含水率 各处理不同土层深度在灌水后 2 ~ 4 d 的平均含水率变化如图 4 所示。可以看出,春夏茬与秋冬茬番茄土壤含水率较 CK 处理而言均有提高,30 cm 土层土壤含水率升高最为明显;春夏茬番茄各土层深度土壤含水率均表现为 T<sub>1</sub> > T<sub>2</sub> > T<sub>3</sub> > CK;秋冬茬不同深埋秸秆处理番茄土壤含水率均高于春夏茬,15 cm 土层土壤含水率较高,这主要是由于温室内气温和小区覆膜的影响。可见,土壤含水率的增幅随深埋秸秆量的增加逐渐减小,不同深度土层土壤含水率增幅最大的为 30 cm 土层,增幅最小的为 45cm 土层。

综上所述,从不同土壤深度来看,15 cm 土层地温与土壤含水率随深埋秸秆量增加变化趋势相反,春夏茬不同处理地温表现为 T<sub>3</sub> > T<sub>1</sub> > T<sub>2</sub> > CK,而秋冬茬表现为 CK > T<sub>3</sub> > T<sub>1</sub> > T<sub>2</sub>,同时受太阳辐射和埋设秸秆的影响,个别处理表现异常。30 cm 处受外界因素影响相对较小,春夏茬和秋冬茬均呈现出随秸秆量增加土壤含水率降低,而地温刚好相反。45 cm 土层与 15 cm 处趋势相似。从 2 茬番茄土壤含水率对比来看,秋冬茬番茄各处理土壤含水率整体高于春夏茬,主要是由于秋冬茬番茄正值秋冬季节,与春夏茬番茄相比而言太阳辐

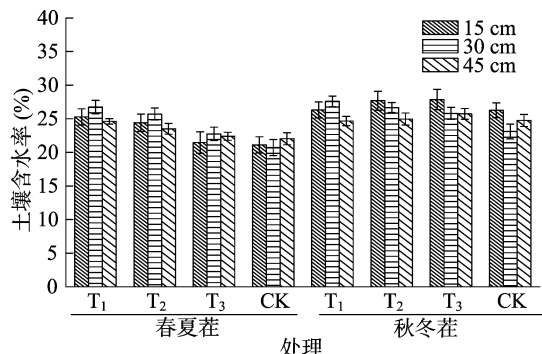


图4 不同深埋秸秆量的土壤平均含水率变化

射量低、日照时数短,导致温室內气温低,植株蒸腾作用降低,耗水量随之减少。春夏茬番茄各处理与 CK 相比,土壤温度提高 0.59 ~ 1.48 ℃,同时土壤含水量增加 2.03% ~ 2.78%;秋冬茬番茄各处理与 CK 相比,土壤温度降低 0.51 ~ 0.79 ,

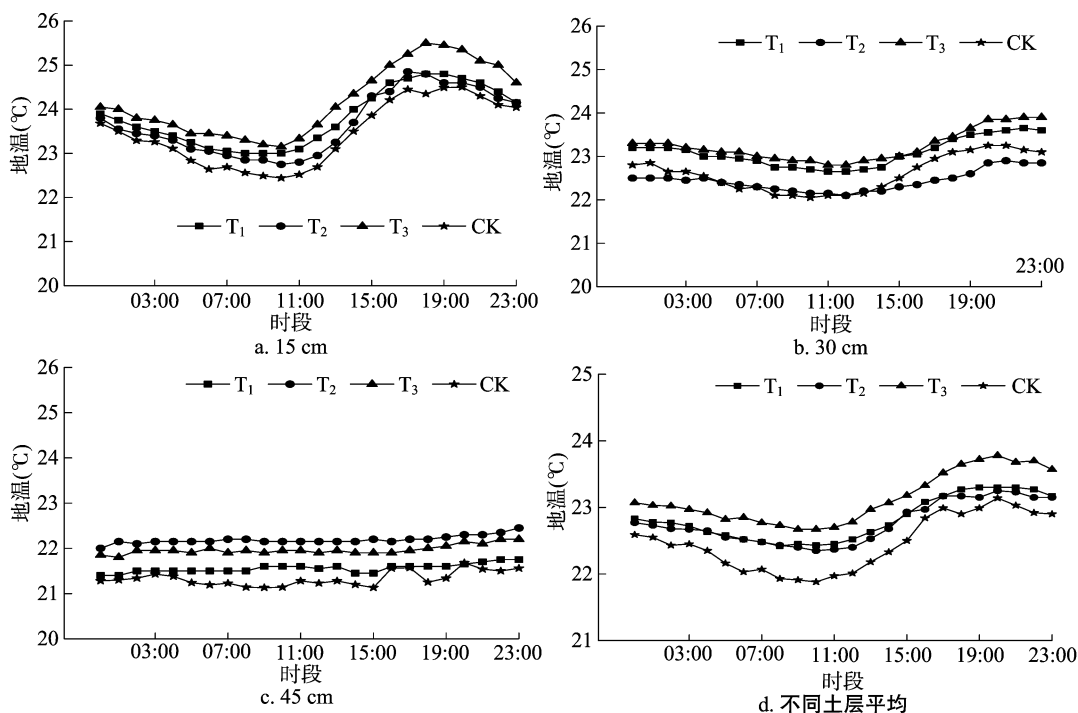


图5 春夏茬番茄不同处理平均地温日变化

2.2.2 秋冬茬地温变化 从表 3 可以看出,秋冬茬番茄平均地温日变化规律与春夏茬番茄地温类似,与 CK 比较,  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  处理地温略有降低,且各土层深度  $T_1$  处理日平均地温最低。从相同土层深度不同时段地温来看,与 CK 相比,秋冬茬番茄各处理地温均有不同程度的增加,其中 45 cm 土层  $T_2$  处理日平均地温增温最大,为 0.44 ℃,  $T_3$  处理 30、15 cm 土层日平均地温增温最大,分别为 0.63、0.67 ℃;秋冬茬番茄  $T_1$  处理日平均地温最低,为 13.44 ℃,  $T_2$  处理最高,为 13.86 ℃。从相同处理不同土层深度来看,地温随土壤深度增加逐渐降低;日最高温出现时间随土层深度增加而后移,这与北方冬季滴灌温室土壤温度变化规律及影响因素分析得出的不同灌水处理各土层最高温度出现时间随土层深度的增加依次推迟研究结果<sup>[6]</sup>一致。

### 2.3 番茄根区地温日最大变幅比较

土壤剖面地温的日变幅值指在 0 ~ 50 cm 深度内地温的

但土壤含水量提高 1.45% ~ 2.02%。

### 2.2 深埋秸秆对不同时段地温的影响

2.2.1 春夏茬地温变化 膜下滴灌条件下深埋秸秆后对番茄根部生长层(0 ~ 50 cm)的地温相对于无秸秆处理均有明显差异。以番茄果实膨大期连续 7 d 地温实测小时数据,对深埋秸秆后春夏茬番茄根部生长层 0 ~ 50 cm 的平均地温进行分析,并对不同深埋秸秆量和无秸秆种植条件下的地温日变化进行比较,结果见图 5。从图 5 可以看出,不同处理平均地温日变化呈现“S”形,随土壤深度增加地温变化幅度减小;从时间变化来看,15 cm 土层各处理地温日最大值出现在 18:00,日最小值出现在 10:00,而 30 cm 土层地温最大值出现在 20:00,日最小值出现在 11:00,呈现出延迟效应;从不同处理来看,不同土层变化趋势一致,与 CK 比较,15、30 cm 土层地温  $T_3$  处理增温效果较好,而 45 cm 土层  $T_2$  处理增温效果较好。

最大值与最小值之差。从表 3 可以看出,春夏茬最大日变幅出现在 10:00,为 3.81 ~ 4.32 ℃,最小变幅发生在 18:00,变幅为 1.67 ~ 2.77 ℃;秋冬茬最大日变幅出现在 18:00,2.25 ~ 3.10 ℃,最小变幅发生在 10:00,变幅为 0.65 ~ 1.50 ℃。不同深埋秸秆量处理日变幅变化规律基本一致,随深度增加而减小,15 cm 的日变幅最大,30、45 cm 日变幅趋于平缓。从不同深度土壤温度日变幅拟合回归及相关系数来看,不同深埋秸秆处理条件下,春夏茬番茄在 10:00 各处理地温与土层深度相关系数最大,18:00 最小;而秋冬茬番茄不同处理最大相关系数出现在不同时段,  $T_1$ 、 $T_2$  处理出现在 18:00,  $T_3$ 、CK 处理出现在 14:00。就不同处理日平均相关系数而言,春夏茬番茄  $T_2$  处理相关系数最大,为 0.992 5,其次是 CK、 $T_3$ 、 $T_1$  处理;秋冬茬番茄 CK 相关系数最大,为 0.976 8,其次是  $T_3$ 、 $T_1$ 、 $T_2$  处理。从不同处理相关系数大小看,春夏茬番茄  $T_2$  处理 14:00、 $T_3$  处理 10:00 以及秋冬茬番茄  $T_1$  处理 18:00 土壤温度变幅与

表 3 春夏茬与秋冬茬番茄不同时段地温日变幅比较

茬口	处理	时段	地温(℃)			拟合回归公式	相关系数 $R^2$
			15 cm	30 cm	45 cm		
春夏茬	T <sub>1</sub>	10:00	10.98	12.85	15.17	$T = 9.3278e^{0.1616h}$	0.9998
		14:00	12.38	12.78	15.03	$T = 10.994e^{0.097h}$	0.8691
		18:00	13.00	13.18	14.90	$T = 11.924e^{0.0682h}$	0.8248
	T <sub>2</sub>	10:00	11.35	13.75	15.67	$T = 9.7585e^{0.1613h}$	0.9882
		14:00	12.00	13.62	15.53	$T = 10.54e^{0.1289h}$	0.9999
		18:00	12.65	13.72	15.42	$T = 11.39e^{0.099h}$	0.9893
	T <sub>3</sub>	10:00	11.62	13.40	15.43	$T = 10.086e^{0.1418h}$	0.9999
		14:00	12.72	13.37	15.30	$T = 11.435e^{0.0923h}$	0.9340
		18:00	13.45	13.63	15.12	$T = 12.496e^{0.0585h}$	0.8340
	CK	10:00	11.59	13.65	15.54	$T = 10.066e^{0.1466h}$	0.9956
		14:00	12.73	13.63	15.59	$T = 11.377e^{0.1015h}$	0.9658
		18:00	13.70	14.22	15.69	$T = 12.672e^{0.0678h}$	0.9366
秋冬茬	T <sub>1</sub>	10:00	23.00	22.75	21.50	$T = 23.97e^{-0.034h}$	0.8678
		14:00	23.35	22.65	21.55	$T = 24.384e^{-0.04h}$	0.9810
		18:00	24.60	23.05	21.60	$T = 26.252e^{-0.065h}$	0.9999
	T <sub>2</sub>	10:00	22.85	22.25	22.20	$T = 23.088e^{-0.014h}$	0.8081
		14:00	22.95	22.10	22.15	$T = 23.206e^{-0.018h}$	0.7024
		18:00	24.40	22.35	22.15	$T = 25.275e^{-0.048h}$	0.8190
	T <sub>3</sub>	10:00	23.30	22.95	21.95	$T = 24.124e^{-0.03h}$	0.9251
		14:00	23.65	22.80	21.90	$T = 24.592e^{-0.038h}$	0.9992
		18:00	25.00	23.10	21.90	$T = 26.597e^{-0.066h}$	0.9876
	CK	10:00	22.49	22.10	21.14	$T = 23.301e^{-0.031h}$	0.9407
		14:00	22.89	22.10	21.23	$T = 23.788e^{-0.038h}$	0.9985
		18:00	24.51	22.75	21.56	$T = 26.043e^{-0.064h}$	0.9913

注:表中 T 表示地温。

土壤深度相关系数最大,为 0.999 9,相关最密切,而春夏茬 T<sub>1</sub> 处理 18:00 及秋冬茬 T<sub>2</sub> 处理 14:00 相关系数最小,分别为 0.824 8、0.702 4。表明秸秆深埋量对土壤温度日变幅与土壤深度的相关性有一定影响,其影响程度春夏茬略小于秋冬茬。

3 结论与讨论

深埋秸秆后春夏茬番茄各深埋秸秆处理与 CK 比较,0 ~ 50 cm 土层地温均有所增加,T<sub>3</sub> 处理较好;全生育期内地温随气温增加而波动上升,其波动剧烈程度随土层深度增加而减小;各处理不同深度地温平均值大小为 T<sub>3</sub> > T<sub>2</sub> > T<sub>1</sub> > CK,T<sub>3</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>1</sub> 处理分别高于 CK 5.2%、3.0%、2.6%。秋冬茬番茄各深埋秸秆处理地温略低于 CK,各处理地温高低排序为 CK > T<sub>3</sub> > T<sub>2</sub> > T<sub>1</sub>,CK 平均地温分别高于 T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> 处理 0.43、0.45、0.72℃。

从春夏茬、秋冬茬番茄土壤含水率来看,各处理平均含水率随秸秆量增加而降低,地温呈现随土壤含水率升高而降低趋势,同时受太阳辐射和埋设秸秆的影响,个别处理表现异常;春夏茬番茄各处理土壤含水率和秋冬茬各处理比较,春夏茬均低于秋冬茬,主要由于秋冬茬番茄正值秋冬季节,相比种植春夏茬番茄时太阳辐射量低、日照时数短,导致温室内气温低,植株蒸腾作用降低,耗水量随之降低。综合春夏茬、秋冬茬番茄种植时环境因素,将深埋秸秆时间改为秋冬茬番茄定苗前 5 ~ 10 d,综合植株生长指标、产量构成及番茄品质等指标有待进行进一步论证。

春夏茬番茄深埋秸秆处理地温较 CK 略有增加,其中

45 cm 土层 T<sub>2</sub> 处理日平均地温增幅最大,增温 0.44℃,30、15 cm 土层 T<sub>3</sub> 处理日平均地温增加最大,分别为 0.63、0.67℃;秋冬茬番茄深埋秸秆处理中 T<sub>1</sub> 处理地温最低,为 13.44℃,T<sub>2</sub> 处理最高,为 13.86℃;春夏茬、秋冬茬地温日变化中 15 cm 土层最低温、最高温分别出现在 10、18 时前后。而就相同处理不同土层深度而言,地温随土壤深度增加逐渐降低;日最高温出现时间随土层深度增加而后移。

深埋秸秆量对土壤温度日变幅与土壤深度的相关性有一定影响,其影响春夏茬略小于秋冬茬。春夏茬番茄各处理相关系数排序为 T<sub>2</sub> > CK > T<sub>3</sub> > T<sub>1</sub>;而秋冬茬番茄相关系数大小依次为 CK > T<sub>3</sub> > T<sub>1</sub> > T<sub>2</sub>。不同深埋秸秆量处理日变幅变化规律基本一致,随深度增加而减小,15 cm 的日变幅最大,30、45 cm 日变幅趋于平缓。

参考文献:

[1] Sonnleitner R, Lorbeer E, Schinner F. Effects of straw, vegetable oil and whey on physical and microbiological properties of a chernozem [J]. Applied Soil Ecology, 2003, 22(3): 195 - 204.

[2] 赵永敢, 王 婧, 李玉义, 等. 秸秆隔层与地覆膜盖有效抑制潜水蒸发和土壤返盐[J]. 农业工程学报, 2013, 29(23): 109 - 117.

[3] 王爱玲, 高旺盛, 洪春梅. 华北灌溉区秸秆焚烧与直接还田生态效应研究[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(1): 142 - 144.

[4] 乔海龙, 刘小京, 李伟强, 等. 秸秆深层覆盖对土壤水盐运移及小麦生长的影响[J]. 土壤通报, 2006, 37(5): 885 - 889.

[5] 曲学勇, 宁堂原. 秸秆还田和品种对土壤水盐运移及小麦产量的影响[J]. 中国农学通报, 2009, 25(11): 65 - 69.

徐小千,裴久渤,李双异,等. 基于生态位理论的东北黑土区高标准农田建设标准研究[J]. 江苏农业科学,2018,46(7):252-257.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.07.063

# 基于生态位理论的东北黑土区 高标准农田建设标准研究

徐小千,裴久渤,李双异,汪景宽

(沈阳农业大学土地与环境学院,辽宁沈阳 110866)

**摘要:**高标准农田建设对于保障区域粮食和生态环境安全意义重大。科学、规范、高效、生态的建设标准是高标准农田建设的关键,然而目前对农田建设标准的研究报道较少。以东北黑土不同类型区的 10 个典型县为研究区,通过引入生态位理论,从自然条件、基础设施条件、生态可持续性和空间稳定性 4 个维度建立评价指标体系,构建东北黑土区高标准农田建设适宜性评价模型,将各指标达到最优等级生态位的下限值的集合确定为高标准农田建设标准,从而建立东北黑土不同类型区高标准农田建设标准。

**关键词:**高标准农田;建设标准;生态位理论;东北黑土区

**中图分类号:**F323.211 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)07-0252-06

高标准农田建设对于提升区域粮食保障能力、推进农业现代化具有重要意义,是新时期保障我国粮食安全和经济社会发展的重要战略举措<sup>[1-2]</sup>。自十七大提出“生态文明”以来,我国高度重视生态文明建设,因此高标准农田建设也应从生态角度出发,努力建成生态友好型的高标准农田。但目前高标准农田建设后可持续利用性不强,其根本原因是制定的标准不够具体,缺乏生态性和可操作性<sup>[3]</sup>。因此,基于生态理论,明确高标

准农田建设的内涵,确定适合不同类型区的高标准农田建设差异性标准,对耕地保护有重要的、针对性的指导意义。

高标准农田建设是我国保护农田的有效手段之一<sup>[4]</sup>。目前,学者对于高标准农田建设的探究多从布局<sup>[5]</sup>、时序<sup>[6]</sup>、模式<sup>[7]</sup>和适宜性<sup>[8]</sup>等方面进行,但在如何科学制定高标准农田建设标准尤其是具有生态意义的标准方面还有待深入探索。生态位理论是生态学重要理论之一,生态位的概念最早是 Grinnell 在 1917 年提出的<sup>[9]</sup>,1957 年 Hutchinson 首次将生态位赋予了数学抽象概念,提出了  $n$  维超体积生态位的概念<sup>[10]</sup>。李自珍等对已有生态位内涵综合分析后提出了一个新概念——生态位适宜度,它表征物种对其生境条件的适宜性<sup>[11]</sup>。近年来,随着对生态位理论研究的不断深入,该理论越来越多地应用于土地方面的研究,已有的研究中有运用生态位理论提出“耕地生态位”的内涵,并以数量生态位和效益

收稿日期:2017-08-05

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201303126-8、201303125-2);辽宁省自然科学基金(编号:20170540799)。

作者简介:徐小千(1992—),女,辽宁鞍山人,硕士研究生,主要从事土地整治、土地生态方面的研究。E-mail:O\_xiaoqian@163.com。  
通信作者:汪景宽,博士,教授,博士生导师,主要从事土地资源管理与土壤肥力方面的研究。E-mail:j-kwang@163.com。

[6]李波,王亭,王铁良. 北方冬季滴灌温室土壤温度变化规律及影响因素分析[J]. 北方园艺,2014(5):45-49.

[7]杨秋莲,徐全辉. 秸秆生物反应堆对温室气温和二氧化碳浓度的影响[J]. 安徽农业科学,2011,39(10):5971-5972.

[8]张静,温晓霞,廖允成,等. 不同玉米秸秆还田量对土壤肥力及冬小麦产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(3):612-619.

[9]栾策,王晓禹,屈美琰,等. 不同秸秆翻土还田量对土壤水分蒸发和入渗的影响[J]. 湖北农业科学,2016(2):314-318.

[10]陈天助,李波,丰雪,等. 深埋秸秆和覆膜对土壤水分、玉米产量及品质的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2016,47(4):493-498.

[11]时连辉,韩国华,张志国,等. 秸秆腐解物覆盖对园林土壤理化性质的影响[J]. 农业工程学报,2010,26(1):113-117.

[12]王胜楠,邹洪涛,张玉龙,等. 秸秆集中深还田对土壤水分特性及有机碳组分的影响[J]. 水土保持学报,2015,29(1):154-158.

[13]徐增凯,姜正良,马立平. “秸秆生物反应堆”技术在日光温室樱桃西红柿生产中的应用研究[J]. 中国果菜,2013(8):26-29.

[14]焦艳荣,刘建华,常海霞. 玉米秸秆还田技术在越冬茬日光温室

黄瓜上的应用[J]. 山西农业科学,2010,38(12):119-120.

[15]李曉萍,杨玉萍,祝军岐. 秸秆生物反应堆在大棚早熟西瓜上的应用[J]. 西北园艺(蔬菜),2012(1):52-53.

[16]丁芳,胡学飞,穆洪海,等. 秸秆生物反应堆技术在日照绿茶温室大棚上的应用研究[J]. 现代农业科技,2011(16):239,244.

[17]李波,王斌,王铁良,等. 秸秆生物反应堆技术对温室秋冬茬番茄生长环境影响研究[J]. 灌溉排水学报,2011,30(5):95-98.

[18]陈伟,窦超银,杨磊,等. 秸秆还田对膜下滴灌条件下日光温室西红柿产量的影响[J]. 吉林水利,2015(4):1-2,50.

[19]马世林,李波,王铁良. 秸秆生物反应堆条件下秋冬茬温室番茄滴灌灌溉制度研究[J]. 干旱地区农业研究,2014(6):10-18.

[20]袁冬贞,廖允成,赵建兴,等. 不同菌种秸秆生物反应堆对温室黄瓜生长及产量的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2014,42(5):171-176.

[21]毛丽萍,郭尚,冯志威,等. 秸秆还田对日光温室黄瓜生产的影响[J]. 中国农学通报,2008,24(12):372-375.