

李 鹤,李曙光,刘新潮,等. 有机肥及地膜对土壤温度及春小麦水分利用效率的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(19):85-87.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.19.022

# 有机肥及地膜对土壤温度及春小麦水分利用效率的影响

李 鹤,李曙光,刘新潮,张 卓

(内蒙古自治区通辽市水利技术推广站,内蒙古通辽 028000)

**摘要:**为探究施用有机肥及地膜覆盖对春小麦土壤温度、耗水规律及产量和水分利用效率的影响,设置施用有机肥、地膜覆盖、有机肥+地膜和对照(不施有机肥、不覆膜)4个处理进行对比研究。结果表明:施用有机肥处理在小麦生育前期一定程度上抑制了土壤的增温效应,而生育后期增温效果显著,促进了小麦的灌浆成熟;地膜覆盖处理在小麦生育前期增温效果显著,促进了小麦的生长发育,而在生育后期的高温季节起到了一定的降温效应。各处理小麦全生育期耗水量显著高于对照处理,施用有机肥、地膜覆盖和有机肥+地膜处理分别较对照处理高11.91%、12.62%和15.73%,且在小麦拔节期-扬花期各处理较对照处理耗水更强,有利于小麦成穗和总产量的提高。各处理均较对照处理显著提高了小麦产量和水分利用效率,且以有机肥+地膜处理增幅更大,产量和水分利用效率平均较对照处理高32.82%和14.75%。该地区小麦种植建议采用有机肥+地膜覆盖的种植方式。

**关键词:**地膜覆盖;有机肥;土壤温度;耗水量;产量;水分利用效率;小麦

**中图分类号:** S512.1+20.4;S512.1+20.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)19-0085-03

我国北方地区春季干旱少雨且地温较低,一定程度上威胁着农业生产的正常运转,而适宜的土壤水热条件直接影响着作物的正常生长和产量的形成<sup>[1-2]</sup>。有研究表明,地表覆盖地膜后,能够有效地将太阳能转化为热能,同时具有较好的保墒效果,从而更好地调节了土壤水热条件,有利于作物生长发育和水分利用效率的提高,因此在农业生产中得到了广泛的应用<sup>[3-4]</sup>。但有研究发现,长期地膜覆盖同样会产生一定的负面影响。李世清等研究得出,地膜覆盖的增产效应主要是以过度消耗土壤养分和有机质为代价获得的,但这也使得作物生长后期养分不足的问题凸显,直接导致作物的减产<sup>[5]</sup>。张冬梅等研究表明,由于地膜覆盖提高了耕层土壤温度,加快了玉米的生长进程,使得玉米生育期提前,但这也使玉米在生育后期的关键生育期受到了水分胁迫作用,产量显著降低<sup>[6]</sup>。Zaongo等研究指出,地膜覆盖后加速了作物的前期生长,但对土壤养分及水分的消耗严重,这也造成作物生育后期土壤的脱肥、脱水现象的发生,使得作物减产<sup>[7]</sup>。由此可见,如果地膜覆盖技术应用不当,不但不能达到增产增收的效果,还会造成作物的减产。但有研究表明,土壤中施用有机肥后,能够有效提高作物根系活力和衰老进程<sup>[8-9]</sup>,同时为作物的后期生长提供充足的肥料供应,因此有望采用地膜覆盖结合施用有机肥的措施来缓解作物早衰现象的发生,以期达到作物的增产增收和水分高效利用的效果。

基于前人的研究成果,本研究在地膜覆盖的基础上,增加了施用有机肥和有机肥+地膜处理,以不覆膜不施用有机肥处理为对照,对比研究了不同处理对土壤温度、小麦生育期耗水规律及对产量和水分利用效率的影响,以期选出最优的覆盖方式,达到小麦的增产增收和水分的高效利用,对内蒙古通辽市农业的发展具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

本试验于2015年4月16日至7月21日在内蒙古通辽市科尔沁左翼中旗腰林毛都镇进行,该地区多年平均降水量208 mm,蒸发量为2 027 mm,多年平均日照时数2 927 h,多年平均风速3.9 m/s,最大冻土深180 cm,无霜期150~160 d,属于典型的半干旱季风气候区。试验区土壤类型主要为沙壤土,0~100 cm土壤平均容重为1.38 g/cm<sup>3</sup>,田间持量为25.31%,灌溉水源为地下水。

### 1.2 试验设计

试验设置施用有机肥、地膜覆盖、有机肥+地膜和对照(不施有机肥、不覆膜)4个处理。施用有机肥处理于整地前施肥,施入量4 t/hm<sup>2</sup>,施入后进行机械翻地整匀,然后进行春灌。待土壤落干后,进行整地播种小麦,其中地膜覆盖于春播期进行机器覆膜、人工点播,地膜采用膜宽为70 cm的聚乙烯普通农用地膜;其他处理采用机械播种;试验小区采用随机区组试验设计,每个处理重复3次,小区规格50 m×10 m;为防止小区间水分串通,影响各小区实际含水率变化,在各小区间垂向埋设1 m深塑料膜隔离。

小麦品种选用长武134,播种量为450 kg/hm<sup>2</sup>,播种时施足底肥(磷酸二铵)450 kg/hm<sup>2</sup>,按当地常规耕作措施进行灌溉、施肥,第1次灌溉时施尿素450 kg/hm<sup>2</sup>,第2次灌溉时施

收稿日期:2017-05-19

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2014BAD12B03);内蒙古水利厅科技推广项目(编号NSK2015-N1)。

作者简介:李 鹤(1981—),男,黑龙江齐齐哈尔人,高级工程师,主要从事水利工程设计与节水灌溉技术研究。E-mail:lihe1380475@126.com。

尿素 225 kg/hm<sup>2</sup>。

1.3 测定项目及方法

田间微气象站采集小麦生育期气象资料,每隔 10 d 在各处理小区内取土,采样深度为 100 cm,每隔 20 cm 为一层,采用烘干称质量法测定土壤含水率,各 3 次重复。土壤温度采用意大利产 145-20 型数显探针式地温计进行监测,测定深度分别为 5、10、15、20 cm,各生育期连续 3 d 从 08:00 至 20:00 每隔 2 h 读取 1 次。小麦成熟期,各处理选取 3 个完整取样区域 1 m<sup>2</sup> 范围内全部植株进行风干后测产。

1.4 水分利用效率(WUE)计算

$$WUE = Y/ET;$$
$$ET = \Delta W + P + I。$$

式中:Y 为小麦经济产量(kg/hm<sup>2</sup>);ET 为小麦生育期总耗水量(mm);ΔW 为小麦生育期内 0~100 cm 土壤贮水量变化(mm);P 为小麦生育期有效降水量(mm);I 为灌溉量(mm)。

1.5 数据分析

采用 Excel 2003 进行数据处理并绘制图表;采用 SPSS 17.0 进行相关数据方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对春小麦生育期土壤日平均温度的影响

由表 1 可知,小麦苗期内,各处理不同土层土壤温度均较对照处理有不同程度的增加,且以表层 5 cm 处增幅最大,施用有机肥、地膜覆盖和有机肥+地膜处理平均较对照处理高 0.04、0.94、0.41℃,且随土层深度的增加增温效果减弱,这是由于土层深度越深,受外界环境影响逐渐减弱所致<sup>[10]</sup>。只地膜覆盖处理较对照处理增温效果最为显著,且各土层温度显著高于其他各处理( $P<0.05$ ),此阶段各处理土壤温度大小依次为地膜>有机肥+地膜>有机肥>对照。同时对比发现,该生育阶段内,只施用有机肥处理的增温效果较对照处理不显著( $P>0.05$ ),这可能是由于此阶段气温相对较低,有机肥不易分解所致。

小麦进入拔节期以后,由于有机肥、地膜覆盖和有机肥+地膜覆盖处理更好地调节了土壤的水热条件,从而使得小麦植株生长更为茂盛,遮阴效果较强,此时各处理土壤温度均显著低于对照处理( $P<0.05$ ),有机肥、地膜覆盖和有机肥+地膜覆盖处理 5~20 cm 土壤温度平均较对照处理低 1.59、2.01、2.60℃,起到了良好的降温效应,而此阶段是小麦的生长关键期,一定的降温效应更有利于根系的生长发育和对养分的吸收利用,从而有利于小麦的生长发育和产量的形成。

小麦进入扬花期和灌浆期以后,逐渐由营养生长转向生殖生长,而各处理小麦均较对照处理生长进程有所提前,同时进入生育后期部分叶片逐渐凋亡,地面覆盖度相对降低,此时各处理地表 5、10 cm 处温度较对照处理有所提高,且部分处理差异达到了显著水平( $P<0.05$ ),扬花期以处理有机肥+地膜增温最为明显,5 cm 土壤平均土壤温度较对照处理高 1.05℃;灌浆期则以施用有机肥处理增温最为明显,5、10 cm 土壤平均温度分别较对照处理高 1.04、0.34℃。同时对比施用有机肥、地膜覆盖和有机肥+地膜覆盖处理发现,小麦灌浆期施用有机肥和有机肥+地膜覆盖处理各土层温度要明显高于地膜覆盖处理,这主要是由于小麦生育后期,塑料地膜的透

表 1 不同处理条件下 5~20 cm 土壤日平均温度变化

生育期	处理	土壤日平均温度变化(℃)			
		土层深度 5 cm	土层深度 10 cm	土层深度 15 cm	土层深度 20 cm
苗期	对照	0.11c	0.62c	1.63c	2.19c
	有机肥	0.15c	0.64c	1.64c	2.21c
	地膜	1.05a	1.49a	2.17a	2.58a
	有机肥+地膜	0.52b	0.95b	1.99b	2.35b
拔节期	对照	18.25a	17.46a	15.29a	13.18a
	有机肥	16.21b	15.02b	13.89b	12.49b
	地膜	16.18b	14.69bc	13.22c	11.87c
	有机肥+地膜	15.39c	14.17c	12.78c	11.23d
扬花期	对照	19.36b	18.77a	18.01a	16.29a
	有机肥	19.87b	18.14a	16.95b	14.87b
	地膜	20.32a	18.24a	17.11b	15.23b
	有机肥+地膜	20.41a	18.01a	16.79b	14.51b
灌浆期	对照	25.39a	23.18a	21.38a	20.81a
	有机肥	26.43a	23.52a	20.97b	20.34b
	地膜	25.95a	23.21a	20.08a	19.35a
	有机肥+地膜	26.12a	23.31a	20.62ab	20.11ab

注:同一生育期同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下表同。

光性减弱以及土壤肥料分解加速<sup>[11]</sup>。

2.2 不同处理对春小麦各生育期耗水量的影响

由表 2 可知,小麦各生育期耗水量整体表现为先增大后减小的趋势,且在小麦拔节期至扬花期达到了全生育期的峰值,而后随小麦的成熟,植株逐渐衰老凋亡,耗水量逐渐降低。

各处理较对照处理生育期总耗水量显著增加,施用有机肥、地膜覆盖和有机肥+地膜处理分别较对照处理高 11.91%、12.62% 和 15.73%,差异显著( $P<0.05$ )。同时研究发现,在小麦拔节期至扬花期各处理较对照处理耗水量增幅最大,平均较对照处理高 18.06%、12.71% 和 15.11%,差异显著( $P<0.05$ ),而该阶段小麦耗水量越高说明其生长越旺盛,从而更有利于小麦成穗和总产量的提高。

表 2 不同处理条件下小麦各生育期耗水量变化

处理	生育期耗水量(mm)				总耗水量 (mm)
	苗期至拔节期	拔节期至扬花期	扬花期至灌浆期	灌浆期至成熟期	
对照	43.52d	133.52b	90.21a	27.32b	294.57b
有机肥	67.32c	157.63a	84.29b	20.41c	329.65a
地膜	70.45b	150.49a	73.56c	37.25a	331.75a
有机肥+地膜	81.35a	153.69a	86.69ab	19.17d	340.90a

2.3 不同处理对春小麦产量及水分利用效率的影响

由表 3 可知,施用有机肥、地膜覆盖和有机肥+地膜处理间小麦产量指标穗长、穗粒数和千粒质量差异不显著( $P>0.05$ ),但均显著高于对照处理( $P<0.05$ )。地膜覆盖和有机肥+地膜处理间小麦生物量差异不显著,但均显著高于只施用有机肥处理和对照处理,主要是由于施用有机肥一定程度上抑制小麦前期生长。对比各处理经济产量发现,各处理均显著高于对照处理( $P<0.05$ ),施用有机肥、地膜覆盖和有机肥+地膜处理平均较对照处理高 27.15%、26.14% 和 32.82%,且以有机肥+地膜处理增产效应最为显著,这一研究结论与陈玉华等的研究结果<sup>[11]</sup>一致。这主要是由于该处

表 3 不同处理条件下小麦产量指标变化

处理	穗长 (cm)	穗粒数 (粒)	千粒质量 (g)	生物量 (kg/hm <sup>2</sup> )	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	收获 指数
对照	9.21b	36.65b	36.52b	11 509.32c	4 373.94c	0.380b
有机肥	9.76a	38.73a	38.47a	12 415.91b	5 561.39b	0.448a
地膜	9.49a	39.58a	39.25a	12 996.17a	5 517.37ab	0.425a
有机肥 + 地膜	9.87a	39.05a	38.79a	12 968.54a	5 809.38a	0.448a

理在促进小麦前期生长的同时,也为小麦后期的生长提供了充足的肥料供应。

表 4 不同处理条件下水分利用效率的变化

处理	灌溉量 (mm)	降水量 (mm)	贮水量变化 (mm)	总耗水量 (mm)	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	水分利用效率 [kg/(mm·hm <sup>2</sup> )]
对照	292	32.5	-29.93	294.57b	4 373.94c	14.85b
有机肥	292	32.5	5.15	329.65a	5 561.39b	16.86a
地膜	292	32.5	7.25	331.75a	5 517.37ab	16.63a
有机肥 + 地膜	292	32.5	16.4	340.90a	5 809.38a	17.04a

用,提高了水分利用效率。

### 3 讨论与结论

有研究表明<sup>[12]</sup>,地膜覆盖在小麦生长后期的增温效应减弱,甚至在高温季节有一定的降温效应,从而避免了高温的危害,提高了小麦产量。同时有研究表明,地膜覆盖后显著提升了小麦生长前期耕层土壤温度,从而加速了小麦的生长进程,为小麦的高产奠定了基础,而生育后期,地膜覆盖反而对作物的根系生长发育以及蒸发蒸腾作用产生了抑制作用,会造成小麦的减产<sup>[9]</sup>。本研究在地膜覆盖的基础上,增加了施用有机肥和有机肥 + 地膜处理,与不覆膜不施用有机肥处理进行了对比研究,结果表明,覆膜在生育前期起到了良好的增温保温效果,有利于小麦苗期的生长发育,而生育后期由于植株生长更为旺盛,地膜覆盖条件后期增温效应减弱,起到了降温效应,有利于小麦的生长发育,从而为小麦的增产奠定了基础;施用有机肥后,在小麦生育前期,一定程度上减弱了增温效果,但在生育后期增温效果显著,在一定程度上促进了小麦的灌浆成熟<sup>[11]</sup>。

作物的耗水强度表征作物的生长状况,同时耗水强度在一定程度上也影响着作物对水分的利用率,本研究发现,由于各处理条件小麦长势优于对照处理,所以整个生育期耗水量显著高于对照处理,施用有机肥、地膜覆盖和有机肥 + 地膜处理分别较对照处理高 11.91%、12.62% 和 15.73%,且在小麦拔节期至扬花期各处理较对照处理耗水更强,而该阶段小麦耗水量越高说明其生长越旺盛,从而更有利于小麦成穗和总产量的提高。

由于地膜覆盖和土壤施用有机肥后,更好地调节了土壤的水肥气热条件,有利于小麦根系及枝叶的生长发育,增强对土壤养分的吸收利用,进而提高了小麦产量<sup>[9,13]</sup>。本研究发现,与对照处理相比,无论只覆盖地膜还是只施用有机肥均可显著提高作物产量指标,且在两者结合实施下,即处理有机肥 + 地膜处理条件下小麦的增产增收效果最为显著,平均较对照处理增产 32.82%。但对于干旱半干旱区来说,在实现高产的同时,实现水分的高效利用才是保证农业健康发展的关键所在,通过对比发现,有机肥、地膜覆盖和有机肥 + 地膜覆盖处理三者间水分利用效率差异性不显著 ( $P > 0.05$ ),但

对于干旱和半干旱区来说,农业用水日益紧缺是制约当地农业发展的关键因素,因此如何实现灌溉用水的高效利用是决定农业正常发展的主要问题。作物水分利用效率是综合反映作物对水分利用程度的量化指标。由表 4 可知,不同处理条件下小麦的水分利用效率大小依次为有机肥 + 地膜 > 有机肥 > 地膜 > 对照,分别较对照处理高 14.75%、13.54% 和 11.99%,差异性显著 ( $P < 0.05$ ),但三者间水分利用效率差异不显著 ( $P > 0.05$ )。这主要是因为覆盖在一定程度上抑制了小麦棵间土壤蒸发量,使得这部分无效蒸发被作物有效利

平均较对照处理高 13.54%、11.99% 和 14.75%,差异达到了显著性水平。综合分析,该地区小麦种植建议采用有机肥 + 地膜覆盖的种植方式。

### 参考文献:

- [1] 梁李宏,梅新,林锋,等. 低温胁迫对腰果幼苗叶片组织结构和生理指标的影响[J]. 生态环境学报,2009,18(1):317-320.
- [2] Mahrer Y, Naot O, Rawitz E, et al. Temperature and moisture regimes in soils mulched with transparent polyethylene 1 [J]. Soil Science Society of America Journal, 1984, 48(2):362-367.
- [3] 赵靖丹,李瑞平,史海滨,等. 滴灌条件下地膜覆盖对玉米田间土壤水热效应的影响[J]. 节水灌溉,2016(1):6-9,15.
- [4] 冯晨,孙占祥,郑家明,等. 辽西半干旱区秋覆膜对土壤水分及玉米水分利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究,2016,34(2):9-14.
- [5] 李世清,李东方,李凤民,等. 半干旱农田生态系统地膜覆盖的土壤生态效应[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2003,31(5):21-29.
- [6] 张冬梅,池宝亮,黄学芳,等. 地膜覆盖导致旱地玉米减产的负面影响[J]. 农业工程学报,2008,24(4):99-102.
- [7] Zaongo C G L, Wendt C W, Lascaono R J, et al. Interactions of water, mulch and nitrogen in Niger [J]. Plant and Soil, 1997, 197(1):119-126.
- [8] 李絮花,李守祥,于振文,等. 有机肥对小麦根系生长及根系衰老进程的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2005,11(4):467-472.
- [9] 张永清,苗果园. 水分胁迫条件下有机肥对小麦根苗生长的影响[J]. 作物学报,2006,32(6):811-816.
- [10] 倪东宁,李瑞平,史海滨,等. 秋灌对冻融期土壤水盐时空变化规律影响及灌水效果评价[J]. 干旱地区农业研究,2015,33(4):141-145.
- [11] 陈玉华,张岁岐,田海燕,等. 地膜覆盖及施用有机肥对地温及冬小麦水分利用的影响[J]. 水土保持通报,2010,30(3):59-63.
- [12] 张保军,韩海,朱芬萌,等. 地膜小麦土壤温度动态变化研究[J]. 水土保持研究,2000,7(1):59-62.
- [13] Xie Z K, Wang Y J, Li F M. Effect of plastic mulching on soil water use and spring wheat yield in arid region of northwest China [J]. Agricultural Water Management, 2005, 75(1):71-83.