

渭北旱塬不同覆盖对冬小麦生产综合效应研究

方日尧, 同延安, 梁东丽

(西北农林科技大学资源环境学院, 杨凌 712100)

摘 要: 为了探讨旱地有效蓄水保墒对冬小麦的综合效应, 从 1998~ 2000 年在渭北旱原合阳县西北农林科技大学试验基地进行实验研究。3 年的试验结果表明, 冬小麦在生长期采用渗水地膜、秸秆、常规地膜及不同覆盖技术, 均有显著增产效果, 能显著增加土壤贮水量(除常规地膜覆盖外), 使土壤上层长期保持湿润状态, 提高土壤温度, 降低昼夜温差, 避免降雨直接冲击地面, 保持良好的土壤结构。与常规地膜覆盖和秸秆覆盖比较, 渗水地膜覆盖冬小麦增产分别为 43.1% 和 40.4%。秸秆覆盖能增加土壤有机质, 提高土壤肥力。渗水地膜和常规地膜具有相同的增温效果, 当气温达 35℃ 以上时, 渗水地膜还具有降低极端温度的调节功能。但是, 覆盖易造成有机质大量矿化物和 $\text{NO}_3^- \text{N}$ 的淋失。

关键词: 渭北旱原; 不同覆盖; 土壤水分; 土壤温度; 土壤养分

中图分类号: S152.7

文献标识码: B

文章编号: 1002-6819(2004)01-0072-04

0 引言

渭北旱原属雨养农业地区, 冬小麦是该区重要的粮食作物, 也是中低产区, 该区属暖温带半湿润易旱区, 年降水量常在 550 mm 左右, 常年集中于 7、8、9 三个月, 冬季和春季干旱多风, 降水时空分布不均, 且变率较大, 田间蒸发量大, 使得田间水分季节性不足与冬小麦的需水规律不相吻合限制了渭北旱原农作物生产^[1], 不是总降水量少, 而是水分利用率低^[2-4]。近年来广泛采用覆盖技术措施^[5-7], 不同的覆盖材料对土壤中水、气、热、养分等生态因素的影响不同。本文主要从土壤水分、温度和养分等变化及生长发育探讨不同覆盖物对冬小麦的综合影响。

1 材料和方法

1.1 试验地土壤状况和气候特点

试验于 1998~ 2000 年在渭北旱原东部合阳县甘井乡西北农林科技大学试验基地进行, 该区海拔 850 m, 年均降水量 571.9 mm, 10℃ 的有效积温 3725.9℃, 试验无灌溉条件, 供试土壤为垆土, 耕层有机质为 11 g/kg, 速效氮 58.45 mg/kg, 速效磷 12.6 mg/kg, 速效钾 103 mg/kg, 供试品种为晋麦 33, 田间试验设 4 个处理: I. 渗水地膜覆盖(在吹塑母料中加入渗水材料, 具有单项渗水功能); II. 秸秆覆盖(6000 kg/hm²); III. 常规地膜覆盖; IV. 不覆盖, 采用随机区组设计, 重复 3 次, 小区面积为 4 m × 5 m。

1.2 测定方法

土壤样品的测定采用常规方法^[8]进行, 土壤水分用中子仪测定。

2 结果与分析

2.1 不同覆盖对冬小麦产量的影响

试验表明, 渗水地膜覆盖冬小麦亩产达到 6568.2 kg/hm², 比秸秆覆盖增产 40.4%, 比常规地膜覆盖增产 43.1%, 比不覆盖增产 96.7%, 经方差分析, 不同处理间产量差异达到极显著水平, 渗水地膜覆盖的冬小麦水分生产效率达到 15.3 kg/(mm · hm²), 秸秆覆盖为 10.93 kg/(mm · hm²), 常规地膜覆盖为 10.65 kg/(mm · hm²), 不覆盖为 7.8 kg/(mm · hm²)。经多重比较, 渗水地膜覆盖与秸秆覆盖、常规地膜覆盖和不覆盖(CK)相比, 达到极显著差异水平, 秸秆覆盖、常规地膜覆盖与不覆盖(CK)相比均达到极显著差异水平, 但秸秆覆盖与常规膜覆盖间未达到显著差异水平。

2.2 不同覆盖对土壤水分状况的影响

从表 2.3 可以看出:

1) 无论何种覆盖处理, 均有减少土壤水分蒸发的效果, 即覆盖各处理不同层次的土壤含水量一般均高于不覆盖。

2) 减少蒸发的效果, 如冬小麦返青期, 无论何种覆盖处理 0~ 50 cm 土层内常规地膜覆盖、渗水地膜覆盖和秸秆覆盖总蒸发量分别比不覆盖少蒸发损失 10.86、13.16 和 19.6 mm。

3) 覆盖减少蒸发的效果, 主要表现在土壤上层, 也就是说覆盖能够明显地提高表层 0~ 20 cm 的水分含量, 使上层土壤长时期保持湿润状态, 和不覆盖相比, 土壤含水量差异较大的深度在 50 cm 以上, 尤以 20 cm 的差值最大, 这说明 0~ 50 cm 土层内的水分极不稳定, 在干旱不覆盖的条件下, 最容易蒸发损失, 利用覆盖则可以将这部分水保存在土壤中延长作物利用时间, 提高有效利用率, 尤其干旱年份, 湿润的上层土壤对抗旱播种非常有利。

4) 无论何种覆盖处理都能降低或减少降雨的打击, 使土壤表面保持良好的通气状况, 有利作物的生长发育。从上述资料可看出, 常规地膜无渗水能力, 多年许多试验表明, 常规地膜只能显著增加表层土壤含水量,

收稿日期: 2003-01-14 修订日期: 2003-07-23

基金项目: 国家“九五”国家科技重点攻关项目(96-004-04-05)

作者简介: 方日尧(1959-), 男, 副研究员, 主要从事旱地农业研究和植物营养研究。陕西杨凌 西北农林科技大学资源环境学院, 712100

由于覆膜后, 深层土壤含水量减少, 因而覆膜与不覆膜 2 m 土层的贮水量基本一致, 由于新的渗水地膜加了渗水材料和秸秆覆盖一样均能接纳降雨, 是土壤中的贮水量比不覆盖和常规地膜明显增加, 这两种覆盖处理对土壤含水量的改善, 对作物的生长发育, 土壤养分的有效性和作物吸收具有重要作用。但是, 渗水地膜渗水性稍差于秸秆覆盖。

表 1 不同覆盖对冬小麦产量的影响
Table 1 Effects of different mulching materials on winter wheat yield

处理	I /kg · hm ⁻²	II /kg · hm ⁻²	III/kg · hm ⁻²	平均/kg · hm ⁻²	水分生产效率/kg · mm ⁻¹ · hm ⁻²
渗水地膜	6243	6327. 2	7134. 5	6568. 2aA	15. 3
秸秆覆盖	4842. 5	4613. 2	4583. 3	4679. 7bB	10. 93
常规地膜	4766	4690. 5	4317. 2	4591. 2bB	10. 65
无覆盖	3424. 5	3236. 5	3354. 6	3338. 5cC	7. 8

表 2 越冬期不同覆盖对土壤含水量的影响
Table 2 Effects of different mulching materials on soil moisture in winter

土层深度 /mm	不覆盖(CK)	渗水膜 /%	较对照 (百分点)	秸秆覆盖(6000 kg · hm ⁻²) /%	较对照 (百分点)	常规膜 /%	较对照 (百分点)
0~ 5	9. 5	13. 8	+ 4. 3	14	+ 4. 5	12. 7	+ 3. 2
5~ 10	11. 5	15. 7	+ 4. 2	15. 9	+ 4. 4	13. 2	+ 1. 7
10~ 20	14. 1	16. 4	+ 2. 3	16. 7	+ 2. 6	14. 7	+ 0. 6
20~ 40	15. 7	17. 4	+ 1. 7	17. 5	+ 1. 8	16. 0	+ 0. 3
40~ 60	16. 3	17. 9	+ 1. 6	17. 8	+ 1. 5	16. 1	+ 0. 2
60~ 80	17. 5	18. 1	+ 0. 6	18. 2	+ 0. 7	17. 6	+ 0. 1
80~ 100	18. 1	18. 4	+ 0. 3	18. 5	+ 0. 4	18. 1	+ 0. 1
0~ 50 蓄水量/mm	93. 94	113. 68	—	114. 66	—	101. 78	—
50~ 100 蓄水量/mm	121. 1	126. 93	—	127. 17	—	120. 87	—

表 3 返青期不同覆盖对土壤含水量的影响
Table 3 Effects of different mulching materials on soil moisture in period of growth

土层深度 /mm	不覆盖(CK)	渗水膜 /%	较对照 (百分点)	秸秆(6000 kg · hm ⁻²) /%	较对照 (百分点)	常规膜 /%	较对照 (百分点)
0~ 5	9. 0	11. 6	+ 2. 6	11. 3	+ 2. 3	11. 3	+ 2. 3
5~ 10	9. 4	12. 0	+ 2. 6	13. 4	+ 4. 0	11. 6	+ 2. 2
10~ 20	13. 2	15. 4	+ 2. 2	17. 1	+ 3. 9	14. 7	+ 1. 4
20~ 40	15. 1	16. 4	+ 1. 3	17. 5	+ 2. 4	16. 1	+ 1. 0
40~ 60	15. 6	16. 3	+ 0. 7	17. 0	+ 1. 4	16. 2	+ 0. 8
60~ 80	16. 8	17. 2	+ 0. 4	17. 4	+ 0. 6	17. 1	+ 0. 3
80~ 100	17. 2	17. 5	+ 0. 3	17. 6	+ 0. 4	17. 3	+ 0. 1
0~ 50 蓄水量/mm	87. 22	100. 38	—	106. 82	—	97. 86	—
50~ 100 蓄水量/mm	115. 73	119	—	121. 33	—	118. 06	—

2.3 不同覆盖对土壤温度的影响

表 4 试验结果表明, 冬小麦越冬期覆盖对土壤温度有明显的影 响, 渗水地膜和常规地膜不论是早晨、中午或下午, 不论是哪一层, 土壤温度均明显高于不覆盖, 尤以中午 5 cm 深处的差值最大, 而且随着土层深度的增加温差愈来愈小, 秸秆覆盖早晨各层温度的变化均同于渗水地膜和常规地膜的覆盖, 即秸秆覆盖各层土壤温度均高于不覆盖, 可是中午和下午秸秆覆盖各层的土壤温度均低于不覆盖处理, 且随着土层深度的增加温差愈来愈小。秸秆覆盖在早晨与渗水地膜和常规地膜有着相同

的结果, 中午和下午土壤温度低于不覆盖(对照), 昼夜各层温差也大于渗水地膜和常规地膜, 这主要是与不同覆盖材料影响热传导有关。说明: 不同覆盖技术在冬季都有一定的保温防寒效应, 渗水地膜和常规地膜覆盖保温防寒效果优于秸秆覆盖。

2.4 不同覆盖对土壤养分的影响

虽然不同覆盖处理均能提高冬小麦的土壤温度, 但由于与热传导有关, 由表 5 可知, 渗水地膜和常规地膜覆盖温度高于秸秆覆盖, 利于土壤养分向有效态转化, 促进冬小麦生长发育和吸收, 所以, 渗水地膜和常规地

膜覆盖养分转化效率高于秸秆覆盖, 因冬小麦生育期吸收和利用多的养分, 渗水地膜和常规地膜覆膜处理土壤养分含量稍低。秸秆覆盖有利于秸秆腐烂使土壤有机质有所增加, 故土壤中有有效养分氮、磷、钾含量高于渗水地膜和常规地膜覆盖。作物生长后期, 由于覆膜使根系早衰, 减少吸收土壤养分含量比对照有所增加。

表 4 越冬期不同覆盖 1 天内对土壤温度的影响
Table 4 Effects of different mulching materials for 1 day on soil temperature

观测时间	土层深度/cm	不覆盖/ (6000 kg·hm ⁻²)/	渗水地膜/ (6000 kg·hm ⁻²)/	秸秆覆盖 (6000 kg·hm ⁻²)/	较对照(百分点)	常规地膜/ (6000 kg·hm ⁻²)/	较对照(百分点)	
早上 (8: 00)	5	- 1. 2	0. 6	+ 1. 8	0. 4	+ 1. 6	0. 6	+ 1. 8
	10	- 0. 7	0. 7	+ 1. 4	0. 4	+ 1. 1	0. 7	+ 1. 4
	15	- 0. 4	0. 9	+ 1. 3	0. 6	+ 1. 0	0. 8	+ 1. 2
	20	0. 7	1. 0	+ 0. 3	1. 0	+ 0. 3	1. 1	+ 0. 4
中午 (14: 00)	5	7. 1	8. 1	+ 1. 0	5. 0	- 2. 1	8. 2	+ 1. 1
	10	3. 8	5. 2	+ 1. 4	3. 0	- 0. 8	5. 4	+ 1. 6
	15	3. 3	4. 7	+ 1. 4	2. 7	- 0. 6	4. 7	+ 1. 4
	20	2. 6	3. 8	+ 1. 2	2. 3	- 0. 3	3. 8	+ 1. 2
下午 (20: 00)	5	6. 2	7. 5	+ 1. 3	4. 5	- 1. 7	7. 5	+ 1. 3
	10	4. 3	5. 5	+ 1. 2	3. 2	- 1. 1	5. 6	+ 1. 3
	15	3. 7	4. 3	+ 0. 6	2. 7	- 1. 0	4. 3	+ 1. 0
	20	3. 3	4. 0	+ 0. 7	2. 4	- 0. 9	4. 0	+ 0. 7
日平均温度 /	5	4. 0	5. 4	+ 1. 4	3. 3	- 0. 7	5. 4	+ 1. 4
	10	2. 5	3. 8	+ 1. 3	2. 2	- 0. 3	3. 9	+ 1. 4
	15	2. 5	3. 3	+ 0. 8	2. 0	- 0. 5	3. 3	+ 0. 8
	20	2. 2	2. 9	+ 0. 7	1. 9	- 0. 3	3. 0	+ 0. 8
昼夜温差 /	5	8. 3	7. 5	- 0. 8	4. 6	- 3. 7	7. 6	- 0. 7
	10	5. 0	4. 8	- 0. 2	2. 8	- 2. 2	4. 9	- 0. 1
	15	3. 3	3. 8	+ 0. 5	2. 1	- 1. 2	3. 9	+ 0. 6
	20	2. 6	3. 0	+ 0. 4	1. 4	- 1. 2	2. 9	+ 0. 3

我们还对不覆盖和常规地膜覆盖进行NO₃⁻-N 和NH₄⁺-N 测定, 由表 6 发现, 土壤中NH₄⁺-N 的含量基本稳定或变化不大, 不同的处理对其影响也不显著, 而常规地膜覆盖显著影响土壤NO₃⁻-N 积累, 进而影响土壤中矿质N (NO₃⁻-N + NH₄⁺-N) 的积累。覆盖由于显著促进了作物生育期生长和吸收土壤中矿质氮, 是土壤中NO₃⁻-N 积累量低于低底墒处理, 该结果与李世清等^[9]研究相吻合。

表 5 不同覆盖对土壤养分的影响
Table 5 Effects of different mulching materials on soil nutrient

处理	有机质 /g·kg ⁻¹	碱解氮 /g·kg ⁻¹	速效磷 /g·kg ⁻¹	速效钾 /g·kg ⁻¹
渗水地膜	9. 41	46. 27	5. 4	95. 7
秸秆覆盖	12. 20	53. 88	6. 5	124. 5
常规地膜	9. 27	46. 11	5. 5	96. 2
不覆盖	11. 19	48. 61	5. 2	97. 8

表 6 不覆盖和常规地膜覆盖对 0~ 100 cm 土层矿质氮积累的影响
Table 6 Effects of non-mulching and normal plastic-film mulching on accumulation of mineral nitrogen

测定时间	不覆盖			常规地膜覆盖		
	NO ₃ -N/kg·hm ⁻²	NH ₄ -N/kg·hm ⁻²	Σ	NO ₃ -N/kg·hm ⁻²	NH ₄ -N/kg·hm ⁻²	Σ
播前	159. 4	103. 7	263. 1	159. 4	103. 7	263. 1
收获后	123. 7	94. 1	217. 8	74. 3	97. 8	172. 1

3 结 论

1) 本研究进一步证明, 不同覆盖均有显著的增产效果, 以渗水地膜覆盖增产最大, 其优点是能提高土壤温度, 降低昼夜温差; 能减少水分蒸发, 增加土壤水分储量; 避免降雨直接冲击地面, 保持土壤良好结构; 能使土壤上层长期保持湿润状态, 有利于抗旱保全苗; 使上层速效养分得到充分利用, 对培育壮苗, 夺高产非常有利。

2) 秸秆覆盖还能增加土壤有机质, 提高土壤肥力,

但是由于覆盖材料与热传导有关, 秸秆覆盖土壤温度略低于渗水地膜和常规地膜, 开春返青地温回升晚。

3) 由于渗水地膜加入了渗水材料, 不仅具有常规地膜保温提墒减少水分蒸发之功能, 还能接纳雨水。据报道^[7]当气温接近或大于 35℃ 时, 渗水地膜覆盖的土壤温度明显低于常规地膜覆盖土壤温度大约 10℃ 以上, 从而认为, 渗水地膜还具有降级极端最高温度的调节功能。

4) 不同覆盖是温度的提高加快了有机质以及养分转化为速效养分, 显著促进了作物生长发育和吸收, 进

而 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 累积量低于低底墒处理, $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 的含量基本稳定不变。

[参 考 文 献]

[1] 张正茂,任广鑫,民安成 渭北旱原冬小麦不同栽培方式初探[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(4): 36~ 40

[2] 姚建民,聂宏声,桑选民 关于植物生态位数量化方法探讨. 见: 生态学研究进展[M]. 北京: 科学技术出版社, 1991, 82~ 83

[3] 姚建民 黄土残原沟壑区土地开发适应性评价方法研究[J]. 自然资源学报, 1994, 9(2): 185~ 192

[4] 任泽信,马志正 论山西的水资源与洪水[J]. 自然资源, 1997(5): 52~ 58

[5] 谷 洁,高 华,方日尧 施肥和秸秆覆盖对旱地作物水分利用效率的影响[J]. 农业工程学报, 1998, 14(2): 160~ 164

[6] 王虎全,韩思明,李 钢 渭北旱原冬小麦全程微型聚水两元覆盖高产栽培增产机理研究[J]. 干旱地区农业研究, 2000, 18(1): 48~ 53

[7] 姚建民,殷海善,师新宇 晋西旱烟地渗水地膜覆盖玉米试验[J]. 华北农学报, 1998, 13(3): 68~ 72

[8] 李西开. 土壤农化常规分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 1984, 67~ 99

[9] 李世清,李凤民,宋秋华,等 半干旱地区不同地膜覆盖时期对土壤氮素有效性的影响[J]. 生态学报, 2001, 21(9): 1519~ 1526

Comprehensive effects of different mulching materials
on winter wheat productions in Weibei highland

Fang Riyao, Tong Yan'an, Liang Dongli

(College of Resources and Environment, Northw est Sci-Tech University
of Agriculture and Forestry, Yangling 7121000, China)

Abstract In order to search for the comprehensive effects of different mulching on winter wheat production. Three years experimental results showed that when the land with winter wheat was covered with water osmosis plastic film, straw, normal plastic film mulching during growth period, they had particularly effect of distinct increased yield, the effects of all three methods were: significant increase in yield and soil water contents except for normal plastic film mulching which allows the upper layer of soil water keeping for a long time. The mulching could also increase soil temperature, reduce temperature difference between day and night, avoid precipitation to impact on ground directly, keep better soil structure. Compared normal plastic film and straw mulching, winter wheat yield with water osmosis plastic film mulching increased by 43.1% and 40.4%. Straw mulching remarkably increased soil organic matter and fertility. Water osmosis plastic film had effect of increase in temperature. When air temperature was more than 35℃, water osmosis plastic film had function of reduced extreme temperature. Long term mulching promote excessive mineralization of soil organic nitrogen and nitrate nitrogen which could be leached very easily during latter stage of winter wheat growth.

Key words: Weibei highland; different mulching; soil water contents; soil temperature; soil nutrients