

秸秆覆盖免耕条件下土壤温度动态变化研究

姚宝林, 施炯林 (1. 塔里木大学农业工程学院, 新疆阿拉尔 843300; 2. 甘肃农业大学工学院, 甘肃兰州 730070)

摘要 [目的] 研究秸秆覆盖免耕条件下土壤温度的动态变化。[方法] 设置常规耕作、秸秆还田和秸秆覆盖免耕3种处理, 研究河西内陆河灌区作物生育期土壤温度的动态变化。[结果] 8:00时3种耕作方式土壤温度相差不大, 14:00时土壤温度增速最明显, 覆盖免耕的土壤温度变化较其他两种方式平缓, 秸秆的覆盖降温作用在作物生育中前期表现明显, 后期减弱。20:00时覆盖免耕的土壤积温分别比常规耕作和秸秆还田小134.3、161.4。3种耕作方式的土壤温度差值随土壤深度的增加而减小, 降温过程中的差值较增温过程的小。作物生育早期常规耕作和秸秆还田的土壤温度变化剧烈; 降温天气覆盖免耕的增温和降温分别为7.4、2.4, 增温天气增温和降温则为13.6、12.7。[结论] 秸秆覆盖免耕依据气温和作物生育期表现出不同的调温效应, 减缓和抑平了土壤时间和空间温度的变化, 所产生的“增温效应”和“降温效应”在土壤表层表现突出。

关键词 秸秆覆盖免耕; 土壤温度; 调温效应

中图分类号 S152.8 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)03-01128-02

Study on the Dynamic Change of Soil Temperature under the Condition of No-tillage with Straw Cover

YAO Baolin et al (College of Agronomic Engineering, Tarim University, Alaer, Xinjiang 843300)

Abstract [Objective] The purpose was to study the dynamic change of soil temperature under the condition of no-tillage with straw cover. [Method] 3 treatments of conventional cultivation, returning straw into the field and no-tillage with straw cover were set up to study the dynamic change of soil temperature in Hexi corridor irrigation region during growth period of crops. [Result] The soil temperatures of 3 cultivation modes had little difference at 8:00 am. The increase speed of soil temperature was most significantly at 14:00, and that in the treatment of no-tillage with straw cover increased most significantly was slower than that in the treatments of the other 2 modes. The cooling effect by covering of straw showed obviously in the early and middle growth period and weakened in the anaphase. The accumulated soil temperature in the treatment of no-tillage with straw cover was 134.3 and 161.4 lower than that in the treatment of conventional cultivation and returning straw into the field, resp. The difference values of soil temperature among 3 cultivation modes reduced along with the increment of soil depth and that in cooling process was smaller than that in warming process. The soil temperatures in the treatment of conventional cultivation and returning straw into the field changed acutely in the early growth period of crops. The increased and decreased temperatures in the treatment of no-tillage with straw cover in cooling weather were 7.4 and 2.4 resp. and that in warming weather were 13.6 and 12.7 resp. [Conclusion] No-tillage with straw cover showed different temperature adjusting effects according to air temperature and growth period of crops, slowed and restrained the temporal and spatial changes of soil temperature and the "warming effect" and "cooling effect" occurred obviously in soil surface layer.

Key words No-tillage with straw cover; Soil temperature; Temperature adjusting effect

秸秆覆盖和地膜覆盖对光辐射、吸收转化和热量传导均有影响^[1-4]:一方面, 覆盖在地表形成一层土壤与大气热交换的障碍层, 既可以阻止太阳直接辐射, 减少土壤热量向大气散失, 也可以有效地反射长波辐射; 另一方面, 免耕形成的土壤结构容重低, 不利于热量向土壤中传播。因此, 覆盖条件下土温年、日变化趋于缓和, 低温时有“增温效应”, 高温时有“降温效应”, 同时, 秸秆覆盖在春季有调节麦田地温的滞后作用, 可抗御“倒春寒”对作物的危害, 同时在夏季高温时可降低土壤温度, 防止干热风出现。

1 材料与方

试验于2004和2005年在甘肃省张掖市甘州区二十里堡乡试验基地完成, 土壤为中壤土。基地位于甘肃河西走廊中部, 海拔1570 m, 地下水位100 m, 光热资源丰富, 全年日照时数2932~3085 h, 昼夜温差13.0~16.0, 0℃的有效积温3388, 多年平均降水量129 mm, 蒸发量1920 mm, 属于典型的灌溉农业区。

试验设3个处理, 常规耕作: 和当地农民耕作方式一样; 秸秆还田: 人工收割时, 留茬5 cm和传统的要求一样, 将原田收获的秸秆用人工铡成5~10 cm的长度, 耕地时均匀撒于地表并翻入地下; 秸秆覆盖免耕: 收割时留茬20 cm, 收割后将原田秸秆均匀撒在地表, 但收后不予耕作, 春播时由于小区

面积小, 采用畜力浅耕, 耕种时人工耩至小区边缘, 播后再均匀地撒上。秸秆还田耕作秸秆量3346 kg/hm², 覆盖免耕秸秆量3328 kg/hm²。每处理2次重复, 共6个小区。土壤温度测定时间分别为2004和2005年的4月1日至6月25日, 每日8:00、14:00和20:00。测定深度为0、5、10、15、20、25 cm, 地表采用常规温度计测定, 5~25 cm采用曲杆温度计测定。

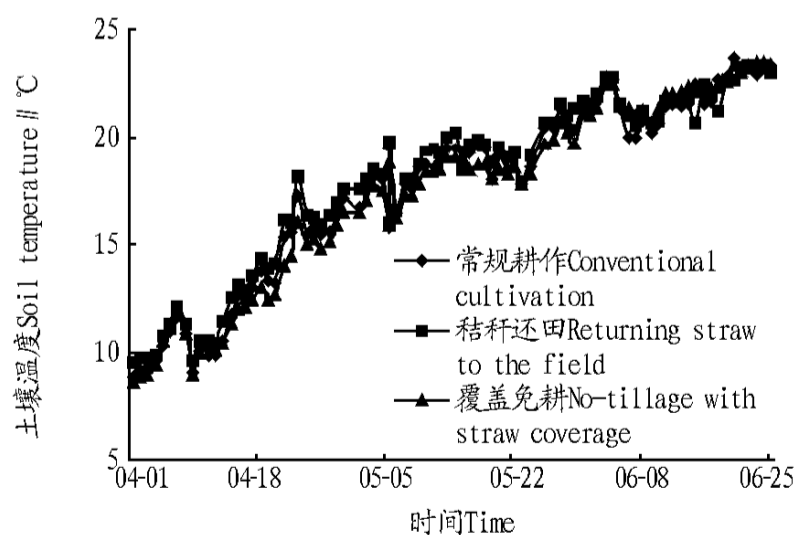


图1 不同耕作方式8:00土壤0~25 cm平均温度

Fig.1 Average temperature of 0~25 cm soil at 8:00 a.m. under different cultivation types

2 结果与分析

2.1 不同时刻土壤温度变化 3种耕作方式两年土壤0~25 cm 8:00、14:00和20:00各时刻土壤温度变化见图1、2和3。8:00时土壤经过晚上的降温过程开始增温, 土壤温度较低。3种耕作方式土壤温度相差不大, 温度变化趋于一致, 常规耕作、秸秆还田和覆盖免耕方式的土壤积温分别为1071.3、1101.8和

基金项目 国家高技术研究发展计划(863计划)项目(2002-AA2-Z4191); 甘肃省省长基金项目(RS015-A41-006)。

作者简介 姚宝林(1978-), 男, 甘肃合水人, 讲师, 从事节水灌溉和生态农业研究。

收稿日期 2007-09-25

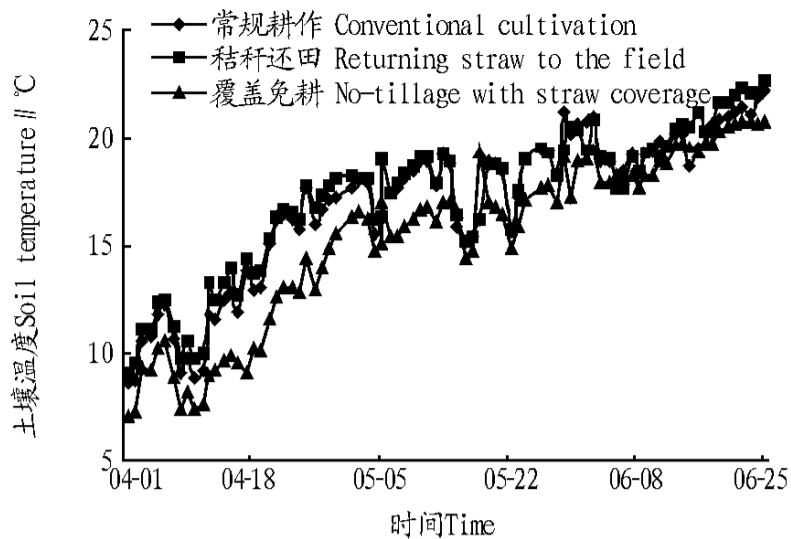


图2 不同耕作方式14:00 土壤0~25 cm平均温度

Fig. 2 Average temperature of 0~25 cmsoil at 14:00 a 'dock under different cultivation types

1 051.6, 覆盖免耕比其他两种偏小19.7 和50.1。14 :00 为一天中气温最高的时刻,也是土壤温度增速最明显的时段,由于秸秆的覆盖作用,覆盖免耕处理的土壤温度小于并且变化较其他两种耕作方式平缓;作物生育中前期(4 月1 日~6 月3 日),3 种耕作方式的土壤积温分别为1 169.6、1 183.2和922.6,覆盖免耕比其他两种偏小247.0 和260.7;生育后期由于作物的生长,致使土壤遮阴率提高,土壤温度差别减小,土壤积温分别为553.8、560.3 和505.6,覆盖

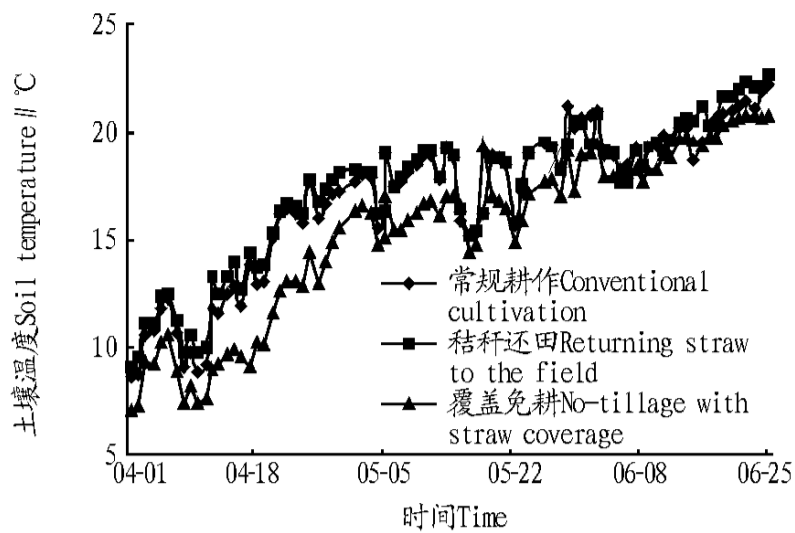


图3 不同耕作方式20:00 土壤0~25 cm平均温度

Fig. 3 Average temperature of 0~25 cmsoil at 20:00 a 'dock under different cultivation types

免耕比其他两种偏小48.2 和54.7,可见秸秆的覆盖降温作用在作物生育中前期表现明显,而后期对土壤温度的影响减弱。20 :00 时,土壤开始降温,常规耕作、秸秆还田和覆盖免耕方式的土壤积温分别为1 433.4、1 460.5 和1 299.2,覆盖免耕比常规耕作和秸秆还田土壤积温偏小减少了134.3 和161.4,可见覆盖免耕具有推迟和延缓土壤温度降低的作用。

表1 不同耕作方式土壤温度

Table 1 Soil temperature under different cultivation types

土壤深度 cm Soil depth	2004-04-06(雨夹雪)Seet									2004-05-30(晴)Fire								
	8:00			14:00			20:00			8:00			14:00			20:00		
	常规耕作 Conve ntional culti vation	秸秆还田 Returning straw to the field	覆盖免耕 No-til lage with straw coverage	常规耕作 Conve ntional culti vation	秸秆还田 Returning straw to the field	覆盖免耕 No-til lage with straw coverage	常规耕作 Conve ntional culti vation	秸秆还田 Returning straw to the field	覆盖免耕 No-til lage with straw coverage	常规耕作 Conve ntional culti vation	秸秆还田 Returning straw to the field	覆盖免耕 No-til lage with straw coverage	常规耕作 Conve ntional culti vation	秸秆还田 Returning straw to the field	覆盖免耕 No-til lage with straw coverage	常规耕作 Conve ntional culti vation	秸秆还田 Returning straw to the field	覆盖免耕 No-til lage with straw coverage
0	4.2	4.5	5.0	22.0	20.4	12.4	11.6	12.8	10.0	18.9	19.9	17.5	38.8	42.1	31.1	20.2	20.1	18.4
5	3.8	4.0	4.2	18.4	18.0	8.0	13.0	14.0	8.0	16.5	17.7	16.0	29.7	26.5	22.3	20.6	21.0	19.0
10	4.6	5.8	5.4	12.8	14.6	7.8	11.4	13.0	8.4	17.0	17.6	16.4	24.1	23.9	20.4	21.9	22.0	19.9
15	5.2	6.0	5.5	10.0	11.0	7.0	11.0	12.0	8.0	17.0	17.8	16.7	21.8	21.3	19.4	21.1	21.1	19.7
20	6.5	5.2	5.7	9.0	9.4	7.0	10.0	10.0	7.0	17.5	17.0	16.5	20.0	19.0	17.6	20.8	20.0	18.5
25	6.0	7.0	4.7	8.0	8.9	6.4	8.7	9.0	6.0	17.1	17.5	16.5	18.0	18.4	16.9	19.1	19.4	17.7

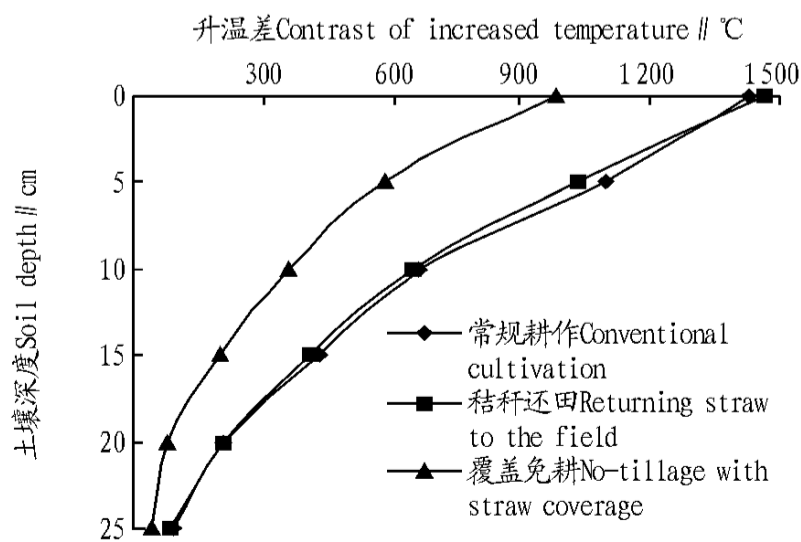


图4 土壤升温积温情况(8:00~14:00)

Fig. 4 Figure of temperature increase and accumulated temperature insoil(8:00- 14:00)

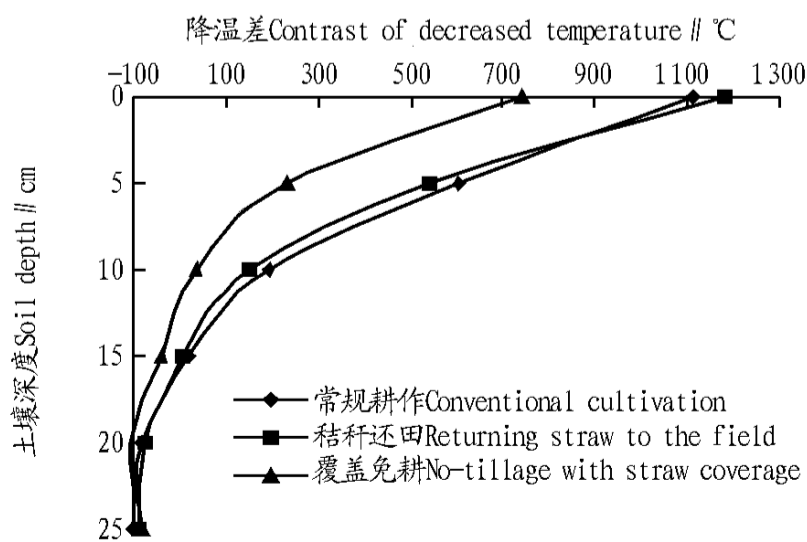


图5 土壤降温积温情况(14:00~20:00)

Fig. 5 Figure of temperature decrease and accumulated temperature in soil(14:00- 20:00)

2.2 土壤增温与降温过程 图4、5 为土壤各层8:00 到14:00 增温,14:00 到20:00 降温过程的积温变化。由图4、5 可知,

在增温过程中,覆盖免耕各层增温较常规耕作和秸秆还田

(下转第1132 页)

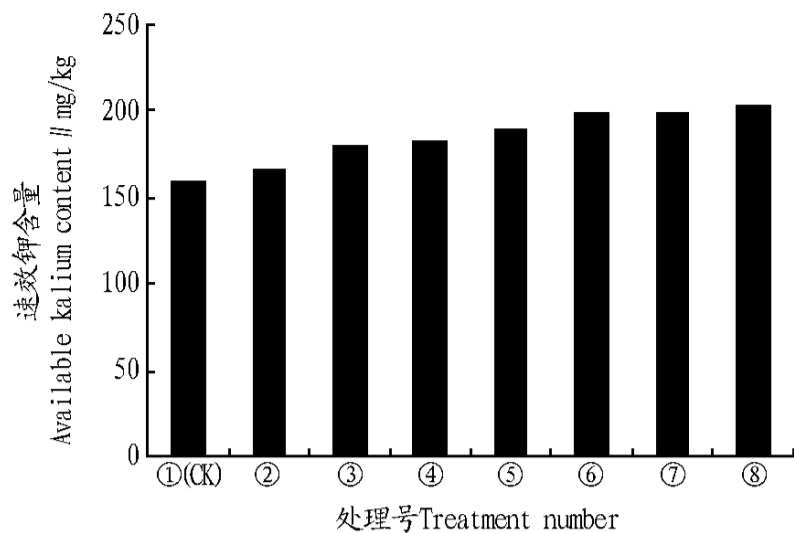


图4 不同施肥处理对冬小麦土壤速效钾含量的影响

Fig. 4 Effects of different fertilizers treatment on available potassium content of soil winter wheat planted

明,施肥特别是施用生物有机肥,可以显著提高土壤中速效氮、速效磷、速效钾及有机质的含量,增加土壤养分的供应量,充分满足冬小麦生长发育各个阶段对养分的需求,从而促进植株生长和干物质的积累,并且提高冬小麦的抗逆性,

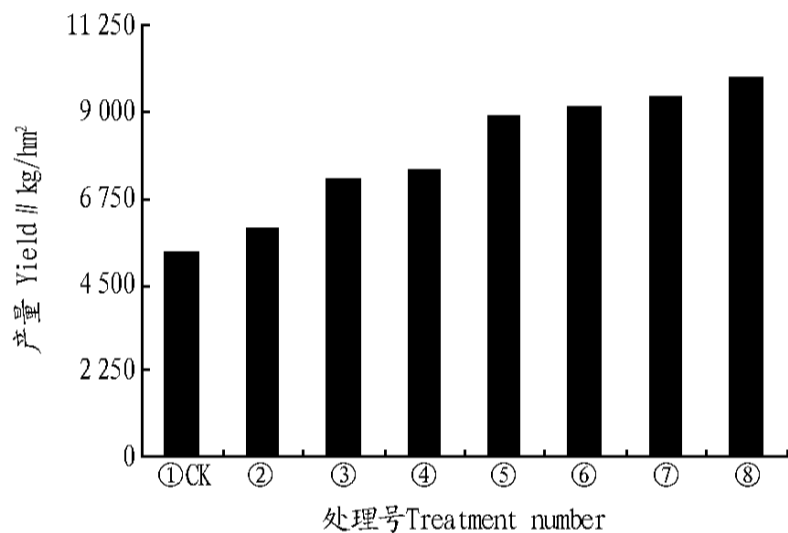


图5 不同施肥处理对冬小麦产量的影响

Fig. 5 Effects of different fertilizers treatment on yield of winter

(上接第1129页)

小,并且表层差值最大,随土壤深度的增加差别减小,常规耕作和秸秆还田耕作方式增温基本一致;在降温过程中,3种耕作方式土壤温度随土壤深度的增加而变小,覆盖免耕各层土壤积温较常规耕作和秸秆还田土壤积温的差值与增温过程的差值相比变小,但对于覆盖免耕处理,在土壤10cm以下出现负值,而其他两种耕作方式在土壤15cm以下出现负值,出现负值说明该处的土壤依然处于增温状态,可见秸秆覆盖具有减缓土壤温度降低的能力。

2.3 典型时间土壤温度变化 从表1可见,在作物生育早期2004年4月6日(雨夹雪),由于大气的降温作用,常规耕作和秸秆还田处理土壤温度变化剧烈,表层增温和降温分别为17.8、15.9和10.4、7.6,而覆盖免耕的增温和降温分别为7.4和2.4。2005年5月30日(晴),气温较高,地表温度高达40,常规耕作和秸秆还田处理土壤温度变化剧烈,表层增温和降温分别为19.9、22.2和18.6、22.0,覆盖免耕的增温和降温分别为13.6和12.7。可见覆盖免耕在低温

使籽粒发育良好,产量显著提高。

从图5可知,各施肥处理冬小麦的产量均高于不施肥CK处理,施用生物有机肥处理(处理~)较复合肥处理冬小麦产量高,各施肥处理冬小麦产量增加值为13.41%~86.35%;生物有机肥不同施用量处理的变化规律为处理>处理>处理>处理>处理>处理,处理比处理高3.45%,处理比处理高18.83%,处理比处理高1.96%,处理比处理高2.47%,处理比处理高6.31%,说明随生物有机肥用量的增加,冬小麦产量增加。

3 结论

(1) 施用生物有机肥,土壤中速效氮、速效磷、速效钾及有机质等养分含量均有所增加,且随着生物有机肥施用量的增加而递增。

(2) 生物有机肥可以增加土壤养分,改良土壤结构,增进土壤肥力,为冬小麦整个生育期提供充足的养分,利于作物的生长发育,提高产量。

(3) 该试验条件下,施用生物有机肥350 kg/hm²,显著提高了土壤中养分的含量及冬小麦产量,此处理成本低,具有较好的经济效益,值得推广。

参考文献

- [1] 李义山,涂业国.生物有机肥在蔬菜上的应用效果试验总结[J].农业科技,2002(3):22-24.
- [2] 张道勇,王鹤平.中国实用肥料学[M].上海:上海科学技术出版社,1997.
- [3] 姜瑞波,张晓霞,吴胜军.生物有机肥及其应用前景[J].磷肥与复肥,2003,18(4):62-63.
- [4] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2005:30-107.
- [5] 许学宏,王红惠.肥料对农产品品质的影响综述[J].磷肥与复肥,2003,18(4):67-68.
- [6] 浙江农业大学.植物营养与肥料[M].北京:农业出版社,2003.
- [7] 陆景陵.植物营养学[M].北京:农业出版社,2003.
- [8] 赵晓艳.不同生物有机肥应用效果及机理的比较研究[D].北京:中国农业大学,2003.

和高温时可以减缓土壤温度急剧的变化,使土壤温度处于一个相对稳定的状态,有利于创造作物良好的生长环境。

3 结论

秸秆覆盖对土壤温度变化具有明显的调节作用,覆盖处理对太阳辐射的吸收转化和热量传导都有较大的影响,就整个生育期看,覆盖免耕需表现为降温作用,但在不同的时间段土壤层次上,其降温和增温效应具有不同体现。调温效应在作物生育前期和土壤表层表现突出。这种在高温时具有降温,低温时具有保温的双重效应有利于满足作物生长的水热条件。但同时秸秆覆盖会推迟播种时间,影响作物发芽和幼苗生长,这是秸秆覆盖免耕需解决的主要问题。

参考文献

- [1] 张海林,秦耀东,朱文删.覆盖免耕土壤裸间蒸发的研究[J].土壤通报,2003,34(4):259-261.
- [2] 刘明昌,王会肖.土壤-作物-大气界面水分过程与节水调控[M].北京:科学出版社,1999:126-130.
- [3] 张乃生,赵金梅.旱地玉米免耕整秸秆半覆盖技术经济效果评价[J].山西农业科学,1994,22(3):49-52.
- [4] 张乃生,洛希图.旱地玉米免耕覆盖土壤温度效应[J].山西农业科学,1994,22(3):13-16.