

文章编号: 1001-4675(2010)05-0801-05

地膜覆盖对棉铃虫羽化的影响初探*

黄顶成^{1,2}, 田长彦³, 张润志¹

(1. 农业虫害鼠害综合治理研究国家重点实验室,中国科学院动物研究所,北京 100101;
2. 中国科学院研究生院,北京 100049; 3. 中国科学院新疆生态与地理研究所,新疆乌鲁木齐 830011)

摘要: 地膜在中国特别是西北干旱地区棉花等农田长期、广泛使用。采用埋蛹腹膜罩笼法,研究地膜覆盖对棉铃虫蛹的羽化以及出土的影响。结果发现:①地膜对棉铃虫成虫的阻隔率与地膜覆盖率之间存在线性关系,模型为 $y = 0.977x - 7.233$ (x 为地膜覆盖率, y 为成虫阻隔率; $R^2 = 0.839$, $P < 0.001$); ②75%地膜覆盖率可导致棉铃虫羽化成虫64%的死亡率。试验证明,地膜可以有效阻隔棉铃虫成虫出土后的正常活动。

关键词: 棉铃虫; 地膜覆盖; 羽化; 阻隔

中图分类号: S435.622 **文献标识码:** A

地膜覆盖耕作措施在我国大面积推广应用已有30年的历史,我国已成为地膜使用量最多和覆盖面积最大的国家^[1],目前,地膜的年使用量约 4.4×10^5 t,覆盖面积达 1.4×10^7 hm²^[2]。地膜因其具有保温保湿、增加作物产量、提高农业效益等而得到广泛应用^[3-5],但也带来了“白色污染”、地力下降、病虫害发生规律改变、产量减少等一系列的生产与生态问题^[4]。有关地膜对害虫发生规模的影响,早在地膜推广初期就已观察到覆膜玉米田红蜘蛛、蛴螬、金针虫、地老虎、蝼蛄和麦根蚜象等的发生程度重于露地^[6]。此后陆续发现,棉铃虫^[7]、小麦吸浆虫^[8]等地下化蛹而地上部危害的害虫发生量减轻;棉蚜等因地膜反光拒避作用而延迟迁入农田的时间,发生高峰期滞后^[9-11],而金针虫^[12-13]、地老虎^[6]和蛴螬^[6,13]等地下害虫的危害加重,红蜘蛛^[14-15]、蓟马^[6]等害虫的危害亦加重。步甲是地表和土壤害虫的重要天敌,地膜覆盖对步甲的活动也有显著影响^[16]。棉铃虫 *Helicoverpa armigera* (Hübner) 是一种典型的土壤中化蛹和以蛹在土壤中越冬的昆虫。本试验探讨地膜覆盖下棉铃虫蛹的羽化以及出土情况。

1 材料与方 法

1.1 供试昆虫

供试棉铃虫蛹为人工饲养,由河南省济源白云

实业有限公司提供,试验用蛹3600头。

1.2 试验方法

试验地点位于北京市延庆县香村营,试验地前一年为玉米地,面积约0.2hm²,试验前未种植任何作物。试验地东侧为一温室十字花科菜地,西侧和南边为苹果和杏间种果园,北边种植十字花科蔬菜。

采用完全随机区组设计,设置5个地膜覆盖处理(采用白色普通塑料地膜,覆盖率分别为0、25%、50%、75%和100%,对应的膜宽分别为0、0.25、0.50、0.75m和1m),每个处理6个重复。随机选择30个样方(面积1m×1m),排列方式为5行×6列,行间距2m,列间距2m。在每个样方内挖10条平行、间距相等的沟(长0.8m×宽0.05m×深0.05m;沟间距8~9cm),每条沟埋蛹12头,每个样方共埋120头蛹,以细土覆盖。按照上述设计覆盖地膜,地膜边缘2~3cm用土覆盖。用120目纱笼(1m×1m×1m)罩住各个样方,并且纱笼深埋0.1m左右,四周用厚土覆盖、夯实,以防棉铃虫羽化逃脱和蚂蚁等动物潜入笼内干扰试验。2007年6月5日埋蛹覆膜,观察膜下和膜外的棉铃虫成虫数量,到6月17日蛹全部羽化为止。

1.3 分析方法

采用单因素方差分析(one-way ANOVA)和LSD法进行多重比较。统计分析前覆盖率和阻隔率进行

* 收稿日期:2009-05-04; 修订日期:2010-04-02

基金项目:国家科技支撑计划课题(2008BADA5B05)和中国科学院知识创新重要方向项目(KSCX2-YW-N-042)

作者简介:黄顶成(1979-),男,福建泉州人,博士,从事昆虫生态与农业害虫防治研究。E-mail: huangdc@ioz.ac.cn

通讯作者:张润志。E-mail: zhangrz@ioz.ac.cn

反正弦数据转换,以符合正态分布,对阻隔率和覆盖率进行单因素线性回归分析。上述统计分析均在SPSS 13.0 上进行。

2 结果与分析

2.1 棉铃虫蛹在膜下的羽化

棉铃虫羽化后,部分成虫因地膜覆盖而死亡在

膜下,称为膜内成虫;另外部分成虫从地膜外和地膜边缘出土,称为膜外成虫。从完全没有地膜覆盖(地膜覆盖率为0)到100%地膜覆盖,膜内和膜外羽化的成虫总数为912头,总的羽化率为25.3%(表1)。在5个处理中,棉铃虫羽化率分别为26.3%、24.6%、27.4%、24.7%和23.8%,各处理间没有显著差异,说明不同地膜覆盖率对棉铃虫蛹的羽化没有产生显著影响(表1)。

表1 地膜覆盖下的棉铃虫羽化情况

Tab.1 Emergence of *Helicoverpa armigera* under plastic film with different mulching rates (Yanqing, Beijing, 2007)

地膜覆盖率 /%	供试蛹数 /头	膜内成虫		膜外成虫		成虫总数 /头	羽化率 M ± SE /% ^c	阻隔率 ^b M ± SE /% ^c
		数量/头	比例 ^a /%	数量/头	比例 /%			
0	720	0	0	189	26.3	189	26.3 ± 5.4 a	0.0 ± 0.0 a
25	720	26	3.6	151	21.0	177	24.6 ± 5.0 a	14.7 ± 5.8 ab
50	720	69	9.6	128	17.8	197	27.4 ± 6.0 a	35.0 ± 10.3 b
75	720	114	15.8	64	8.9	178	24.7 ± 4.7 a	64.0 ± 5.7 c
100	720	171	23.8	0	0	171	23.8 ± 5.7 a	100 ± 0.0 d
合计	3 600	380	10.6	532	14.8	912	25.3	-

注: a 比例是指膜内成虫占供试蛹数的百分率; b 阻隔率是指膜内成虫占成虫总数的比例; c 表中同列数据后相同的小写字母表示差异性不显著(P > 0.05)。

2.2 地膜对棉铃虫的阻隔作用

在不同地膜覆盖率下,膜内成虫和膜外成虫数量及比例存在明显差异(表1和图1)。覆盖率为25%、50%和75%时,分别有3.6%、9.6%和15.8%的蛹在膜内羽化,但受到地膜的阻隔而无法正常工作,占各自羽化成虫总数的14.7%、35.0%和64.0%。100%地膜覆盖时,所有羽化成虫均被阻隔在地膜之下。这一结果显示,地膜虽然没有影响棉铃虫蛹在土壤中的羽化,但阻隔了羽化成虫的正常活动。

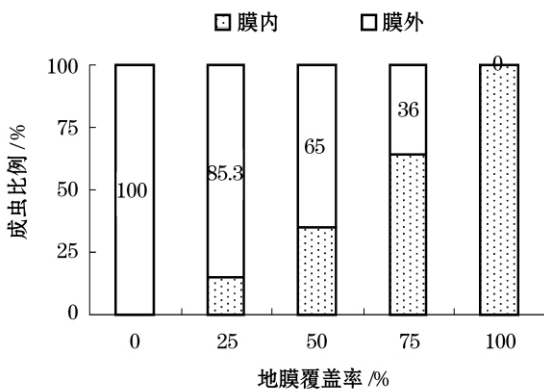


图1 不同覆盖率下地膜内外棉铃虫羽化成虫的比例

Fig.1 Proportions of the emerged adults of *Helicoverpa armigera* under plastic film with different mulching rates

2.3 地膜覆盖率与成虫阻隔作用的线性关系

随着地膜覆盖率的增加,被阻隔在地膜下的成虫数逐渐增加,阻隔率增大。阻隔率与覆盖率之间存在极显著的线性正相关关系($y = 0.997x - 7.233$; $R^2 = 0.839$, $P < 0.001$) (图2)。由回归方程推算,当覆盖率小于8%时,不对棉铃虫羽化成虫产生阻隔作用。

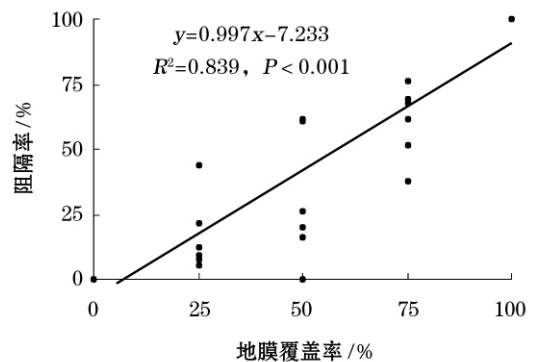


图2 地膜覆盖率与阻隔率的线性关系

Fig.2 Linear relationship between the proportion of eclosion adults of *Helicoverpa armigera* under plastic film with the mulching rate of plastic film

3 讨论

本研究中棉铃虫蛹的羽化率比正常情况下略

低,可能是由于供试棉铃虫蛹为人工饲养多代获得的。此外,棉铃虫蛹的羽化还受诸多因素的影响,包括土壤湿度⁽¹⁷⁾和滞育⁽¹⁸⁾等。本研究仅为验证地膜对棉铃虫成虫的阻隔作用,在试验条件一致的情况下,较低的羽化率对研究结果没有太大影响。

地膜对于干旱区的保墒和增加土壤湿度、温度方面具有重要作用,通常对耕地的覆盖率达到80%以上,并且宽膜(1.4 m)效果更好,在生产上的应用越来越广⁽¹⁹⁾。本研究表明,75%地膜覆盖即可阻止64%的棉铃虫成虫正常出土,加之地膜可以显著增加土壤湿度⁽²⁰⁾,进而影响棉铃虫的羽化和繁殖能力⁽²¹⁾,因此,目前新疆棉田广泛采用的宽膜技术可对棉铃虫产生显著的防治效果。

新疆是我国乃至世界上使用地膜范围最广和面积最大的耕作区,2002年新疆地膜棉种植面积 $1.1 \times 10^6 \text{ hm}^2$,地膜总用量达 $7.3 \times 10^4 \text{ t}$,占该地区总耕地面积的32.6%⁽²²⁾。新疆棉铃虫的发生历史可能与该地区棉田地膜覆盖存在密切关系。20世纪50-60年代没有采用地膜覆盖技术时,棉铃虫发生严重。1954-1957年新疆玛纳斯河流域和炮台垦区棉铃虫的发生面积占棉花总面积的59.9%~78.7%,一般棉田受害蕾铃脱离率为11.5%,严重地块近40%;60年代初阿拉尔垦区严重受害地块百株幼虫量达104头;70年代初吐鲁番一般棉田蕾铃脱离率为20%~30%,严重的达50%⁽²³⁾。80年代以后,除个别县市棉铃虫发生严重外,新疆总体程度逐渐减轻⁽²⁴⁾,此时正是新疆大幅度栽培地膜棉的重要时期,棉田地膜覆盖种植率近100%。90年代以后,随着转Bt基因抗虫棉在新疆部分地区的推广应用,棉铃虫得到进一步控制,如库尔勒1999年以来大面积种植Bt棉,棉铃虫越冬基数从1997-1998年的2头/ m^2 逐渐下降到2003年以后的不足0.1头/ m^2 ⁽²⁵⁾。虽然,从这些零星结果我们还不能完全判断地膜棉在新疆棉铃虫防治方面的确切效果,但可以推断,地膜覆盖在阻止新疆棉铃虫越冬代成虫出土方面发挥了作用。其作用程度需要进行更为详细的研究和评估。

经观测在新疆棉花以日平均气温稳定通过11~12℃开始大面积播种为安全。在正常情况下,一般播种期为4月10~20日⁽²⁶⁾。随着地膜的大量使用,播种期由于地膜内土壤温度的提前升高而有所提前。棉铃虫蛹的发育起点温度为12~13℃⁽²⁷⁾,

其越冬蛹发育需要一定时间,新疆南部越冬代棉铃虫成虫开始羽化通常在4月20日以后,羽化高峰期在5月中旬⁽²⁸⁾。当棉铃虫越冬代成虫羽化出土过程中,棉花已经播种完毕并进行了地膜覆盖。因此,新疆棉田地膜的使用,对越冬棉铃虫的羽化出土会产生机械阻隔作用。

参考文献(References):

- (1) 许香春,王朝云. 国内外地膜覆盖栽培现状及展望(J). 中国麻业, 2006, 28(1): 6-11. (Xu Xiangchun, Wang Zhaoyun. The status and development trend of cultivation mulch film at home and abroad (J). Plant Fibers and Products, 2006, 28(1): 6-11.)
- (2) 刘敏, 黄占斌, 杨玉姣. 可生物降解地膜的研究进展与发展趋势(J). 中国农学通报, 2008, 24(9): 439-443. (Liu Min, Huang Zhanbin, Yang Yujiao. A study on status and developmental trend of biodegradable plastic film (J). Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(9): 439-443.)
- (3) 黄占斌, 山仑. 论我国旱地农业建设的技术路线与途径(J). 干旱地区农业研究, 2000, 18(2): 1-6. (Huang Zhanbin, Shan Lun. A study on technology line and approaches of dryland farming construction in China (J). Agricultural Research in the Arid Areas, 2000, 18(2): 1-6.)
- (4) 杨青华. 液体地膜的研制与应用(D). 郑州: 河南农业大学, 2004. (Yang Qinghua. Preparation and Application of Liquid Film (D). Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2004.)
- (5) 贺欢, 田长彦, 王林霞. 不同覆盖方式对新疆棉田土壤温度和水分的影响(J). 干旱区研究, 2009, 26(6): 826-831. (He Huan, Tian Changyan, Wang Linxia. Effect of different coverings on soil temperature and soil moisture (J). Arid Zone Research, 2009, 26(6): 826-831.)
- (6) 张润祥, 梁荣先, 杨正芄. 地膜覆盖玉米田病虫害发生动态及防治研究(J). 山西农业科学, 1995, 23(3): 51-54. (Zhang Runxiang, Liang Rongxian, Yang Zhengpeng. Studies on the population dynamics and control of the main pests in maize field mulched by plastic film (J). Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 1995, 23(3): 51-54.)
- (7) 高英, 周皓, 王泽鹏, 等. 棉田害虫不同膜幅管理决策研究初报(J). 中国棉花, 1997, 24(5): 21-25. (Gao Ying, Zhou Hao, Wang Zepeng et al. Pest management in cotton field mulched with different wide plastic film: a preliminary study (J). China Cotton, 1997, 24(5): 21-25.)
- (8) 张升龙, 白拴林. 地膜覆盖技术在小麦吸浆虫防治中的作用机制初探(J). 甘肃农业, 2004(8): 112. (Zhang Shenglong, Bai Shuanlin. Wheat midge control by the use of plastic film technology: A preliminary study (J). Gansu Agriculture, 2004(8): 112.)
- (9) 张宗义, 许泽永, 陈坤荣, 等. 地膜覆盖驱蚜试验简报(J). 花生科技, 1993(1): 34-35. (Zhang Zongyi, Xu Zeyong, Chen Kunrong et al. Expellant effects of plastic film mulching on peanut aphid (J). Peanut Science and Technology, 1993(1): 34-35.)

- (10) 陆鸿连,冯建明.烟草地膜覆盖驱蚜与预防病毒病的效果(J).浙江农业科学,1989(1):44-46. (Lu Honglian, Feng Jianming. Effects of plastic film mulching on aphids and aphid-transmitted virus in tobacco field (J). Zhejiang Agricultural Science, 1989(1): 44-46.)
- (11) 张慧杰,李建社,张卓敏.地膜覆盖棉田系统生态因素对蚜虫的综合治理技术研究(J).华北农学报,1991,6(1):57-62. (Zhang Huijie, Li Jianshe, Zhang Zhuomin. The technical research of comprehensive control on the cotton aphids with systematic ecological factors in film-mulched cotton fields (J). Acta Agriculturae Boreali Sinica, 1991, 6(1): 57-62.)
- (12) 贺荣,贺永宏.地膜小麦田金针虫的发生特点及防治措施(J).陕西农业科学,2001(7):40-41. (He Rong, He Yonghong. Occurrence traits and control of wireworm in cotton field (J). Shanxi Agricultural Science, 2001(7): 40-41.)
- (13) 马守林,谭利人.地膜小麦主要病虫草害的发生特点及防治(J).青海农技推广,1997(4):43. (Ma Shoulin, Tan Liren. Occurrence traits and control of main pests in plastic film-mulched wheat field (J). Qinghai Agro-Technology Extension, 1997(4): 43.)
- (14) 苏小记,王亚红.地膜小麦病虫发生特点与防治(J).陕西农业,1999(9):6. (Su Xiaojie, Wang Yahong. Occurrence traits and control of diseases and insect pest in plastic film-mulched wheat field (J). Shanxi Agriculture, 1999(9): 6.)
- (15) 李泽善,廖中元,陈志荣.麦套地膜棉红蜘蛛大发生原因及其防治(J).中国棉花,2004,31(3):42-43. (Li Zeshan, Liao Zhongyuan, Chen Zhirong. Outbreak causes and control of cotton red mite in film-mulched cotton field intercropping with wheat (J). China Cotton, 2004, 31(3): 42-43.)
- (16) Minarro M, Dapena E. Effects of groundcover management on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in an apple orchard (J). Applied Soil Ecology, 2003, 23(2): 111-117.
- (17) 陈法军,翟保平,张孝羲.棉铃虫蛹期土壤水分对其种群发展的影响(J).生态学报,2003,23(1):112-121. (Chen Fajun, Zhai Baoping, Zhang Xiaoxi. Effects of soil moisture during pupal stage on population development of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (J). Acta Ecologica Sinica, 2003, 23(1): 112-121.)
- (18) 吴孔明,郭予元.棉铃虫迁飞与滞育的研究:棉铃虫滞育的解除与羽化形式(J).中国农业科学,1996,29(1):18-20. (Wu Kongming, Guo Yuyuan. Investigations on the migration and diapause in *Helicoverpa armigera*—Diapause termination and emergence pattern in *Helicoverpa armigera* (J). Scientia Agricultura Sinica, 1996, 29(1): 18-20.)
- (19) 胡明芳,田长彦.新疆棉田地膜覆盖耕层土壤温度效应研究(J).中国生态农业学报,2003,11(3):128-130. (Hu Mingfang, Tian Changyan. The temperature effects of membrane coverage on cultivated soil of cotton field in Xinjiang (J). Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2003, 11(3): 128-130.)
- (20) 夏自强,蒋红庚,李琼芳,等.地膜覆盖对土壤温度、水分的影响及节水效益(J).河海大学学报:自然科学版,1997,25(2):39-45. (Xia Ziqiang, Jiang Honggeng, Li Qiongfang, et al. Effect of mulch on soil temperature and moisture and analysis of water saving benefit (J). Journal of Hohai University: Natural Sciences, 1997, 25(2): 39-45.)
- (21) 苏战平,翟保平,张孝羲.土壤相对含水量对棉铃虫化蛹、羽化和生殖能力的影响(J).中国农业科学,2000,33(6):104-106. (Su Zhanping, Zhai Baoping, Zhang Xiaoxi. Effect of soil moisture on pupal survival, emergence and fecundity of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (J). Scientia Agricultura Sinica, 2000, 33(6): 104-106.)
- (22) 鲍柏洋,刘文江,甘润伟.新疆地膜覆盖及残膜治理(OL).新疆兵团农十三师科技信息网 <http://www.kjxm.org.cn/auto/com/xjjsnss/index.php?file=detail.php&id=35818>. 2010-07-16. (Bao Baiyang, Liu Wenjiang, Gan Runwei. The use and remnant management of plastic film in Xinjiang (OL). Available at <http://www.kjxm.org.cn/auto/com/xjjsnss/index.php?file=detail.php&id=35818>. 2010-07-16.)
- (23) 王登元,于江南.新疆棉花生产可持续发展与害虫综合管理(J).新疆农业科学,1999(6):257-260. (Wang Dengyuan, Yu Jiangnan. Sustainable development and integrated pest management of cotton planting in Xinjiang (J). Xinjiang Agricultural Sciences, 1999(6): 257-260.)
- (24) 盛承发,苏建伟,宣维健,等.新疆棉铃虫的生态防治(J).中国生态农业学报,2002,10(2):112-114. (Sheng Chengfa, Su Jianwei, Xuan Weijian, et al. Ecological management of the cotton bollworm in Xinjiang (J). Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2002, 10(2): 112-114.)
- (25) 孟建文.新疆南疆棉区棉铃虫发生动态及防治关键技术探讨(J).中国棉花,2005,32(7):28-29. (Meng Jianwen. Population dynamics and control techniques of the cotton bollworm in the cotton planting areas of southern Xinjiang (J). China Cotton, 2005, 32(7): 28-29.)
- (26) 穆尼热·阿不力米提.对当前阿克苏地区棉花播种期预报中一些问题的思考(J).新疆气象,2002,25(6):22-24. (Munire · Ablimit. Ideas of some problems about seed-time forecast of cotton in Akesu (J). Xinjiang Meteorology, 2002, 25(6): 22-24.)
- (27) 吴坤君,陈玉平,李明辉.温度对棉铃虫实验种群生长的影响(J).昆虫学报,1980,23(4):358-367. (Wu Kunjun, Chen Yuping, Li Minghui. Influence of temperature on the growth of laboratory population of the cotton bollworm, *Heliothis armigera* (Hübner) (J). Acta Entomologica Sinica, 1980, 23(4): 358-367.)
- (28) 陆承志.南疆不同类型棉田第一代棉铃虫危害规律及其防治(J).中国棉花,2005,32(1):24-40. (Lu Chengzhi. Bollworm infestation with first generation and its control in south Xinjiang cotton areas (J). China Cotton, 2005, 32(1): 24-40.)

Preliminary Study on the Effects of Plastic Film Mulching on the Emergence of *Helicoverpa armigera*

HUANG Ding-cheng^{1,2}, TIAN Chang-yan³, ZHANG Run-zhi¹

(1. State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents, Institute of Zoology,
Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China)

Abstract: Plastic film has been widely used in various crop fields in China especially in Xinjiang, the largest cotton producer in this country for more than three decades. Cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hübner) is one of the major cotton pests. In this article, we preliminarily studied the effects of plastic film mulching on the emergence of *H. armigera* by investigating the proportion of emerging adults under plastic film with different mulching rates. Our results show that the normal activity of emerged adults can be effectively obstructed by plastic film. There is a linear relationship between the proportion of obstructed adults (y) and the mulching rate of plastic film (x): $y = 0.977x - 7.233$ ($R^2 = 0.839$, $P < 0.001$). Particularly, 75% of plastic film mulching can lead to 64% of emerged adult deaths. These indicate that plastic film may play an important role in the chronic decline of *H. armigera* population density in Xinjiang in the past decades.

Key words: *Helicoverpa armigera*; plastic film; eclosion; obstruction.

欢迎订阅《干旱区研究》

《干旱区研究》是由中国科学院新疆生态与地理研究所和中国土壤学会共同主办的,以我国干旱区水、土、生物、气候四种可再生资源的研究为主要内容的综合性学术期刊,其内容包括干旱区生态及其生态系统与环境;干旱区自然资源的动态变化及相互作用;干旱区与大气圈、水圈、生物圈、岩石圈和人类活动之间的相互作用;干旱区生态与建设;全球变化与干旱区;干旱区减灾、防灾;先进技术在干旱区开发与研究中的应用。依靠广大的科学工作者,开展广泛而深入的基础理论研究,为我国培养和造就大批的干旱区资源与环境的科技人才。本刊适合从事干旱区研究的专家、学者、科技人员及相关院校师生阅读参考。

国内统一刊号: 65 - 1095/X, 本刊为国际大 16 开本, 双月刊, 160 页, 单月 15 日出版, 每期 28 元。

欢迎新老客户及时到当地邮局订阅 邮发代号: 58 - 37。若有漏订者可直接汇款至编辑部补订。

编辑部地址: 乌鲁木齐市北京南路 818 号 邮 编: 830011

电 话: 0991 - 7885364

E - mail: azr@ms.xjb.ac.cn