

普通塑料膜与降解膜内土壤热特性之比较

姚渝丽 李秀岩 骆桂芬 高洁 李琳 一 孙克敏

(吉林农业大学·长春)

(吉林省长春市气象站)

第一作者简介 姚渝

丽,女。1956年生,1978年毕业于南京气象学院。现为吉林农业大学气象室主任、副教授,从事教学和科研工作。参编《农业气象》教材两部,在《中国农业气象》《吉林农学报》等刊物发表论文20余篇。

摘要

通过对塑料膜和降解膜内土壤热特性的比较得知:在同一天气条件下,不同地膜内土壤同一时刻的热通量有差异,且早晚差距大,正午差值小,两者较差是晴天大于阴天。白天,塑料膜内土壤的净热量收入高于降解膜,夜间净热量支出亦是如此。降解膜增温效应不及塑料膜,但保温效应较优于塑料膜,且土温变化幅度及降温时段亦小于塑料膜。

关键词 塑料地膜 降解膜 热通量 温度梯度

目前,地膜覆盖栽培面积已遍及北方大部分蔬菜产区,并已扩展到大田作物,使生产效益大幅度增加,但随着塑料薄膜使用次数的增多,残膜积累于土壤且很难分解,造成农田的“白色污染”,使作物根系生长受阻,形成新的农业灾害——薄膜害。为此,选用降解速度快,并能降解成腐殖质、增加土壤营养成分的地膜势在必行。

1 材料与方法

1.1 试验材料 试验选用普通聚氯乙烯塑料薄膜和天津园艺工程研究所、天津市第四人民造纸厂联合研制的以植物为材料的多效农艺营养地膜。

1.2 试验设置及观测 试验在吉林农业大学试验站

和气象观测场进行,每次试验选择3个试验区,每个试验区安排一个塑料膜——降解膜对照,试验季节在春季和初秋。每个小区按地面观测规范沿E—W向埋置一组曲管地温表及地面温度表、地面最高温度表和最低温度表。观测时间为每日4:00~20:00时,每两小时观测一次,即为全天观测。

2 结果与分析

2.1 不同地膜覆盖下的土壤铅直热量收入状况 白天,下垫面所吸收的太阳辐射能有一部分以热流入量的形式进入土壤,土温升高;夜间部分热量又从土壤中流出,以补偿地面因长波辐射所失去的热量,土壤中的这种铅直热流量可用土壤热通量B表示; $B>0$ 表示在铅直方向上有净热量流入土壤; $B<0$,表示在铅直方向上有净热量流出土壤。本文采用拉依哈特曼方法计算了裸地不同地膜覆盖下晴、阴天铅直土壤热流量的日变化(如图1)。

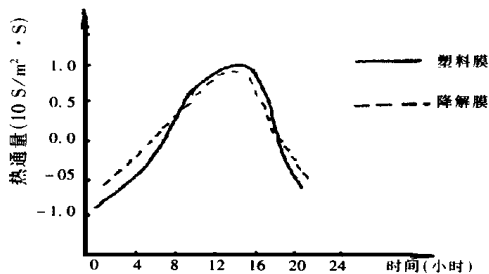


图1 晴天条件下塑料膜与降解膜下热通量变化
计算热通量的公式为:

$$B = \frac{C_m}{t} \left(s_1 - \frac{k}{10} s_2 \right) \quad (\text{cal. cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1})$$

$$\text{其中 } s_1 = 20(0.082\Delta\theta_0 + 0.333\Delta\theta_5 + 0.175\Delta\theta_{10} + 0.156\Delta\theta_{15} + 0.004\Delta\theta_{20}) \quad (^\circ\text{C} \cdot \text{cm})$$

$$s_2 = \frac{1}{2} [\theta(20^\circ t_1) - \theta(10^\circ t_1) + \theta(20^\circ t_2) - \theta(10^\circ t_2)] \quad (^\circ\text{C}, \text{h})$$

$\Delta\theta_0, \Delta\theta_5, \Delta\theta_{10}, \Delta\theta_{15}, \Delta\theta_{20}$ 分别为 0、5、10、15、20cm 土壤深处相邻两次观测时间的土温差(由后一时刻 t_2 减去前一时刻 t_1)。 $t=t_2-t_1$ (以 min 为单位)

$\theta(20^\circ t_1)$ 表示 t_1 时刻 20cm 深度土温, 余者类推, cm 和 k 分别表示土壤热容量($\text{cal. cm}^{-3}, \text{d}^{-1}$)和导热系数(cm^2/h)。并以 $\cos\theta_0 = -\text{tg}\varphi \text{tg}\delta$ (φ : 观测点纬度, δ : 观测时的太阳赤纬)计算日出、日落时间。

从图 1 可看出两种膜下的土壤热通量有如下特征: 在晴、阴天条件下, 不同膜内的热通量日变化趋势一致, 基本上呈正弦形式; 同一天气条件下不同地膜同一时刻的热通量值不同, 且早晚差值大、正午差值小, 两者较差是晴天大于阴天, 热通量由负转正时间两者均约在 6 时左右, 由正转负时间约在 18 时左右, 这与计算出的试验期间的日出、日落时间是大致一致的。 $B > 0$ 的时段塑料膜略长于降解膜。晴、阴条件下土壤热通量收支累积(表)是 $\sum_{(+)} B > 0$ (白天土壤净收入的热量)晴天条件下塑料膜内的最高; $\sum_{(-)} B < 0$ (夜间土壤净支出的热量)也是塑料膜内的最多; 晴阴天条件全天

$\sum_{i=0}^{24} B$ 值均为正值, 表示土壤得到热量。又 $\frac{\sum_{(-)} B}{\sum_{(+)} B}$ (塑) $>$ $\frac{\sum_{(-)} B}{\sum_{(+)} B}$ (降)故晴天降解膜的保热效应大于塑料膜。

晴、阴天条件下土壤热量收支累积值表
(单位: $10^4 \text{J/m}^2 \cdot \text{S}$)

天气 处理 累积值	晴天		阴天	
	塑膜	降解膜	塑膜	降解膜
$\sum_{(+)} B$	1.72	2.10	2.65	1.29
$\sum_{(-)} B$	-1.80	-1.21	-0.25	-0.25
$\sum_{i=0}^{24} B$	-0.1	0.9	2.4	1.04

基本原因解释如下: 根据热量平衡方程 $R = P + LE + B$ 因是地膜覆盖土壤, 故可考虑两种膜内的 P 项无显著差别。虽然降解膜的透气性好于塑料膜, 但也可考虑忽略 LE 项的差异。以 $B_{\text{塑}}$ 表示塑料膜下的土壤热通量, $B_{\text{降}}$ 表示降解膜下的土壤热通量, $R_{\text{塑}}$ 与 $R_{\text{降}}$ 分别表示两者的辐射差额。因此, 影响 $B_{\text{塑}}$ 、 $B_{\text{降}}$ 的主要因素是 $R_{\text{塑}}$ 、 $R_{\text{降}}$ 。由于塑料薄膜的透光性大大超过降解膜且厚度很薄, 白天 $R_{\text{塑}} > R_{\text{降}}$, 则 $\sum_{(+)} B_{\text{塑}} > \sum_{(+)} B_{\text{降}}$; 夜间, $R_{\text{塑}} < R_{\text{降}}$, 则全天 $\sum_{i=0}^{24} B_{\text{塑}} < \sum_{i=0}^{24} B_{\text{降}} > 0$ 。

2.2 不同膜内土壤平均铅直土温梯度日变化。不同膜内土壤平均铅直土温梯度变化(如图 2)是晴天大于阴天; 同一天气条件下。塑料膜内的土温梯度大于降解膜内的, 温度梯度的最大值约在 14 时, 土温梯度由正转负时间在 6 时左右; 由负转正不同膜间有差异, 塑料膜约在 18 时左右, 降解膜约在 20 时左右。两种膜

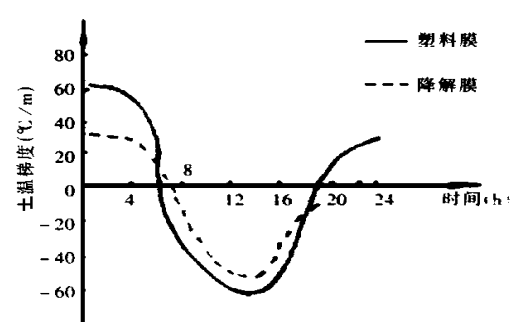


图 2 晴天铅直土温梯度

白天温度梯度差异小, 夜间温度梯度差异大, 且塑料膜温度梯度的变化幅度大于降解膜。两种膜同一时刻所对应的最大绝对差值是夜间最大, 清晨和傍晚最小, 正午处于两者之间。

3 结论

塑料膜与降解膜下的土壤热特性变化基本是一致的。不同的是白天净热量收入塑料膜内的高于降解膜内的; 夜间净热量支出亦是如此, 且晴天差异大, 早晚差异大。降解膜增温效应不及塑料膜, 保温效应优于塑料膜, 且土温变化幅度及降温时段亦小于塑料膜。

参考文献

- 翁笃鸣等。“小气候与农田小气候”《农业出版社》1981, 41 ~ 45
- 储长树等。“塑料大棚内土壤的热特性”《农业气象》13 卷 5 期, 1992, 10
- 张理等。农业气象, 农业出版社, 1981 (邮编 130000)

温室高效利用四差法

1 空间差 利用温室有效空间和立柱, 进行高矮作物、蔓性作物配套生产如: 黄瓜隔畦套种芹菜; 黄瓜隔畦育苗; 主栽西葫芦, 温室立柱下掩种豇豆; 大架番茄套种小白菜、油菜; 温室内搭设 2~3 层架床。从事蒜苗立体生产。

2 时间差 利用温室主栽品种定植前或收获后的空闲, 抢种一茬速生菜, 主要方式有: 早春定植茄子前, 抢种一茬水萝卜; 温室春季黄瓜拉秧后, 在秋茬未定植前抢栽一茬倒畦葱; 春季黄瓜定植前, 抢种一茬油菜; 早春定植青椒前, 抢种一茬小白菜。

3 品种差 利用早、中、晚熟品种配套生产。以番茄为例, 主栽品种 L402, 配套品种为齐研矮粉。隔行定植, 主副行栽培。副行适当密植, 两层果, 熟后拔掉。矮秧早熟抢上市, 高秧晚熟保中后期产量。

4 温度差 利用喜温与喜冷凉蔬菜品种进行配套生产, 主要方式有: 温室的前部每垄栽植 1 株西葫芦, 中后部主栽黄瓜; 温室的前部每垄种植 2~3 掩矮生芸豆、中后部栽茄子; 温室的前部撒播香菜、小白菜、油菜、水萝卜, 中后部栽青椒。(于丽萍)