

塑料大棚冻害预测

刘长江

塑料大棚生产蔬菜目的在于通过提早或延后栽培来满足淡季蔬菜供应,提高经济效益。然而,提早或延后栽培都面临着低温冻害的威胁,如能预测大棚内夜间最低温度则可以在冻害发生前做好防寒准备,避免不必要的损失。为此,我们于今年春进行了塑料大棚夜间最低温度预测的初步探讨。

材料与方法

材料:供试验的塑料大棚为红兴隆农校蔬菜试验地的单层钢管大棚。大棚北侧有1.5米高的砖墙、大棚跨度5米、长30米,东西延长,采用0.1毫米农用聚氯乙烯塑料膜覆盖。四月一日扣棚。单层棚,无其它保温、加温设施。

白天太阳光通过薄膜入射到地面上,使地面获得太阳的辐射热量而提高棚内土温和气温;午后,随着太阳辐射减少,温度逐渐下降,到日落时只剩大棚内土壤中贮存的热继续向地面进行长波辐射,并在夜间通过“辐射放热”(长波辐射量),“贯流放热”(通过物体传导放热)和“换气放热”(由各种间隙逸出热量),三种形式释放热量,使大棚内温度逐渐降低,至日出前达最低。因而大棚内夜间最低温度的高低取决于日落时棚内的基础温度(T)和夜间棚内的降温梯度(ΔT),即: $y = T - \Delta T$ 。又因为夜间大棚三种放热形式的放热量均与棚内外温差有线性关系,故此认为棚内夜间降温梯度(ΔT)与日落时,棚内、外温差(x)存在着直线回归关系。找到这一关系就可以据日落时,棚内、外温差及日落时大棚内的基础温度来预测棚内夜间的降温梯度(ΔT),继而预测棚内最低温度。

我们从四月十五日至五月五日采用水银温度计测棚外日落时温度,并用自记温度计(经水银温度计校正)记录棚内昼夜温度(主要测日落时棚内温度(T)和夜间最低温度)。

结果与分析

由表I列出落日时棚内、外温差和大棚内夜间降温梯度如表II。

表II即为大棚夜间降温梯度与日落时棚内外温差的关系表。由此表可计算 ΔT 随 x 变化的直线回归方程:

首先求得回归分析的六个一级数据:

$$\sum x = 7 + 8 + \dots + 7 = 196$$

$$\sum x^2 = 7^2 + 8^2 + \dots + 7^2 = 2028$$

$$\sum \Delta T = 8 + 10 + \dots + 13 = 289$$

$$\sum (\Delta T)^2 = 8^2 + 10^2 + \dots + 13^2 = 4267$$

$$\sum x(\Delta T) = (7 \times 8) + (8 \times 10) + \dots$$

$$+ (7 \times 13) = 2913 \quad n = 21$$

由此得五个二级数据:

$$SSx = \sum x^2 - (\sum x)^2/n$$

$$= 2028 - 196^2/21 = 198.67$$

$$SS\Delta T = \sum (\Delta T)^2 - (\sum \Delta T)^2/n$$

$$= 4267 - 289^2/21 = 289.80$$

$$Sp = \sum x \cdot \Delta T - \frac{1}{n} \sum x \sum \Delta T$$

$$= 2913 - \frac{1}{21} \times 196 \times 289$$

$$= 215.67$$

$$\bar{x} = 196/21 = 9.33$$

$$\bar{\Delta T} = \Delta T/n = \frac{289}{21} = 13.76$$

因有:

回归系数

$$b = Sp/SSx = \frac{215.67}{198.67} = 1.086$$

回归截距

$$a = \bar{\Delta T} - b\bar{x} = 13.76 - 1.086 \times 9.33 = 3.538$$

故得表II资料的直线回归方程为:

$$\Delta T = a + bx \quad (a = 3.538 \quad b = 1.086)$$

$$\Delta T = 3.538 + 1.086x$$

简化为:

$$\Delta T = 3.54 + 1.09x$$

通过对此回归关系的 T 测验知:

$$T = 9.05 \text{ 而 } T_{0.05, 19} = 2.073$$

$$T_{0.01, 19} = 2.867$$

因 $T = 9.05 > T_{0.01, 19} = 2.867$ 说明此回归关系是真实的, 回归系数 $b = 1.09$ 是极显著的。同时得出此回归方程的估计标准误, $S_{\Delta T, x} = 1.71$ (计算从略), 即: 夜间棚内降温梯度在 $\Delta T \pm 1.71^\circ\text{C}$ 的范围内可信度为 68.27%; 在 $\Delta T \pm 3.42^\circ\text{C}$ 范围内可信度为 95.45%, 因此大棚夜间最低温为:

$$y = T - (3.54 + 1.09x) \pm 1.71$$

(其中降温梯度可信度为 68.2%) 或

$$y = T - (3.54 + 1.09x) \pm 3.42$$

(其中降温梯度可信度为 95.45%)

我们根据不同蔬菜的致死临界温度, 如黄瓜 $0-1^\circ\text{C}$, 番茄 $-1 \sim -2^\circ\text{C}$, 辣椒 0°C , 茄子 5°C 等, 就可以初步预测大棚蔬菜冻害的发生情况。事实上,

今年试验 (大棚黄瓜冻害预测) 的 21 天中, 八次 $0-1^\circ\text{C}$ 的低温冻害, 我们都预测出来了, 无漏报, 我们据预测结果选于四月二十八日定植大棚黄瓜, 当天晚间的低温我们也预测到了, 做了防寒准备 (棚内生火), 避免冻害的损失。

小 结

试验证明, 日落时大棚内、外温差与棚内夜间降温梯度真实地存在着回归关系, 回归系数 $b = 1.09$ 是极显著的, 采用日落时棚内外温差预测棚内夜间降温梯度, 继而预测大棚夜间最低温度是可行的。但因地理位置不同, 阳光辐射热不同, 所以不同地区大棚接受光能则不同, 加之大棚的表面形态结构、棚向、加温、保温设施的有无等等的不同, 各地区大棚低温预测的直线回归方程亦不同, 所以回归方程不能通用, 必须因地确定并检验方能应用。

本试验的直线回归方程可用于红管局地区春季相应大棚的最低温预测。

表 1 四月十五日至五月时大棚内、外温度及棚内夜间最低温度

<div><div>项目</div><div>温度</div><div>日期</div></div>	4月																5月					
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	
日落时棚内温度	12	12	10	11	13	16	16	13	10	15	17	19	21	20	22	21		22	23	22	20	23
日落时棚外温度	5	4	4	6	5	5	6	5	4	6	8	9	8	5	6	8		10	12	15	15	16
夜间棚内最低温	3	2	0	2	1	1	3	0	0	1	2	3	3	-2	0	3		8	10	10	8	10

(为计算方便记录温度取整数, 四舍五入)

表 2 日落时棚内、外温差和棚内夜间降温梯度

项目	月	日	°C																											
			4月	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	5月	1	2	3	4	5					
日落时棚内外温差			7	8	6	5	8	11	10	8	6	9	9	10	13	15	16	13		12	11	7	5	7						
棚内夜间降温梯度			8	10	10	9	12	15	13	13	10	14	15	16	18	22	22	18		14	13	12	12	13						

(参考资料略 黑龙江省红兴隆农业技术学校 收稿时间: 1990 年 11 月 1 日 邮政编码: 156911)