专业气象服务

几种果树防冻措施效果的观测分析①

蔡文华[1]　张　辉[2]　张伟光[2]　林新坚[2]　兰忠明[2]

（1. 福建省气象科学研究所，福州　350001；2. 福建省农科院土壤肥料所）

提　要

对果农已采用稻草遮盖、套袋和准备采用遮阳网遮盖的防冻措施进行最低温度的对比观测。结果表明：用稻草遮盖防冻效果好；用遮阳网遮盖的防冻效果不佳；用编织袋和塑料袋进行套袋反而会加重冻害。防冻措施的观测值与相应的对比值相关密切。

关键词： 果树　防冻措施　对比观测　效果分析

引　言

每种果树都有它的生态特征，耐低温的指标各不相同。当气温低于其所能忍受的界限时，果树会遭受冻（寒）害（以下称冻害）。即使按农业气候区划的成果进行适地适树，在强冷冬年，遭受20年以上一遇的强低温袭击，果树仍会遭受冻害。如不适地适树，果树则常遭冻害。防冻措施不可避免地被提到议事日程。对于植物冬季防冻的研究，有采用地膜[1]、塑料大棚[2]、包草[3]、熏烟[4]等措施。2004/2005冬季在连江县浦东农场（下称浦东）、2003/2004冬季在福鼎市白岩村部北边的果园（下称白岩）就果农们已采用（稻草遮盖、套袋）或准备采用（遮阳网遮盖）的防冻措施进行最低温度的对比观测，对防冻措施的效果做出评估。

1　方　法

在采取防冻措施的果树上进行对比观测，用最低温度表观测日最低温度。观测资料按晴天（含多云）和阴天（含雨天）两类进行统计，用差值法和相关统计法进行比较分析。浦东观测在2004年12月31日至2005年1月29日进行；福鼎白岩观测在2003年12月17日至2004年1月13日进行。白岩的记录加＊表示。

2　结果分析

2.1　稻草遮盖

稻草遮盖分三种处理：树体全遮盖、树冠遮盖和树杆包扎。

2.1.1　树体全遮盖（用于小树防冻）

树体全遮盖分三种：单稻草全遮盖、多稻草全遮盖和薄膜加稻草二层全遮盖。

对于植株较小的树，浦东用一捆稻草，把稻草穗部扎紧，稻草头部沿树体四周散开，呈锥状遮盖着小树，稻草头部着地。在同一高层选择相距较近（约6m）两株大小相似的小树，一株光用稻草遮盖；另一株先用薄膜着地遮盖树体，再用稻草加盖树体。稻草离地高约0.6m。在稻草旁立一根杆子，在离地0.4m处安置最低温度表，球部伸进稻草（或薄膜加稻草）内。采用薄膜加稻草防护措施的杆上离地0.4m处加放一支最低温度表，其与插入薄膜加稻草内的最低温度表并列，球部反向安置、暴露在空气中。多稻草全遮

① 本文由福建省科技厅重点项目“福建名优果树生态区域选择与示范研究”（NO. 2004N033）资助。蔡文华、张辉、兰忠明等同志参加了考察。

盖是在白岩进行的，树稍高些，其下部用3把稻草接地围着，上部再用1把稻草把树体全遮盖，稻草顶离地约1.1m。草旁的杆上离地0.6m处安放两支最低温度表进行对比观测。观测值(t)、对比值(t_d)、效应即温差($\Delta t = t - t_d$)和样本数(n)详见表1。

表1 稻草遮盖的防冻效应

措施	单稻草全遮盖			薄膜和稻草全遮盖			多稻草全遮盖*			树冠遮盖			树干包扎		
	晴		阴	晴		阴	晴		阴	晴		阴	晴		阴
	平均	个例	平均	平均	个例	平均	平均	个例	平均	平均	个例	平均	平均	个例	平均
t/℃	4.4	0.5	8.4	4.8	−0.7	8.0	4.7	8.7	10.9	2.8	−2.4	8.2	4.7	1.2	8.3
t_d/℃	3.0	−1.3	7.8	3.0	−3.2	7.8	3.2	6.4	9.9	2.2	−3.5	7.9	3.3	−0.9	7.8
Δt/℃	1.4	1.8	0.6	1.8	2.5	0.2	1.5	2.3	1.0	0.6	1.1	0.3	1.4	2.1	0.5
n/次	10		15	10		15	7		10	13		16	9		14

从表1可见，稻草全遮盖无论是阴雨天还是晴天，都有增温效果。阴雨天 Δt 平均多稻草为1.0℃；单稻草为0.6℃；薄膜加稻草为0.2℃。晴天 Δt 薄膜加稻草遮盖平均为1.8℃，最大为2.5℃；多稻草平均为1.5℃，最大为2.3℃；单稻草平均为1.4℃，最大为1.8℃。

2.1.2 树冠盖草(用于较高的果树)

对于较高的橄榄树，浦东用稻草遮盖树冠来防冻。稻草穗部扎紧，稻草头部呈伞状散开，盖在树冠上，据树冠的大小，用2～4把不等的稻草遮盖树冠。观测的树高约1.6m，是用两把稻草遮盖，观测其中的一把。在离地约1.4m(即草下0.2m)处的树杈间安置一支最低温度表，离该树约1.8m的空地上立一根杆子，杆上离地1.4m处安置对比的最低温度表。

从表1可见，无论是阴雨天还是晴天，树冠盖草都有增温效果。阴雨天 Δt 平均为0.3℃；晴天 Δt 平均为0.6℃，最大为1.1℃。

2.1.3 树杆包扎

对于较高的橄榄树，浦东还用稻草包扎树杆的方法来防冻。包扎树杆的树高约1.2m，主杆高约0.7m，用稻草捆扎遮盖。主杆旁立一根杆子，离地约0.4m处安置两支温度表，一支球部插入草内，另一支与其并排，球部反向排列，暴露于空气中。

从表1可见，无论是阴雨天还是晴天，树杆包扎都有增温效果。阴雨天 Δt 平均为0.5℃，晴天 Δt 平均为1.4℃，最大为2.1℃。

上述可见，三种用稻草遮盖果树的防冻措施，无论是阴雨天还是晴天，Δt 都＞0℃。晴天的 Δt 比阴天大，其中以薄膜加稻草对树体全遮盖的为最大，树冠遮盖的为最小。

2.2 遮阳网遮盖

用遮阳网遮盖是浦东本要推出的最主要防冻措施。我们建议先搞几株树作试验，若有效再全场推广。浦东用2m×2m的黑色遮阳网遮盖在橄榄树的树冠上，四角用塑料绳拉紧，固定在该树的四周。最低温度表安置在遮阳网下的树中。用遮阳网遮盖的树有两株，一株树高约1.9m，表高约1.4m；另一枝树高1.1m，表高约0.9m。在离此两株树各2.5 m的空地上立一根杆子，杆上离地0.9m和1.4m处悬挂两支对比的最低温度表。

从表2可见，遮阳网遮盖阴雨天的 Δt 平均为0℃。晴天树高1.9m的 Δt 平均为0.3℃，最大为0.7℃；树高1.1m的 Δt 平均为0.0℃，最大为0.3℃。可见用遮阳网遮盖果树防冻效果不佳。

表2 遮阳网遮盖的防冻效应

措施	遮阳网(1.9m)			遮阳网(1.1m)		
	晴		阴	晴		阴
	平均	个例	平均	平均	个例	平均
t/℃	2.9	−2.3	7.9	2.6	−2.7	7.9
t_d/℃	2.6	−3.0	7.9	2.6	−3.0	7.9
Δt/℃	0.3	0.7	0.0	0.0	0.3	0.0
n/次	12		16	12		16

2.3 套袋

浦东套袋的材料分两种，一为编织袋(装大米或饲料用的袋子)，一为塑料薄膜袋。套袋的方式也分两种，对于小树(观测的树高约为0.7m)，套袋着地(下称地套)，袋口用土块压住，但不密封；对于较高的树(观测的树高

约为1.5m)，则为套袋悬空(下称顶套)，袋口敞开。在树旁立一根杆子，最低温度表球部插入袋内的树中。地套的表高约0.4m，顶套的表高约1.2m。观测的四株橄榄树都在同一高度内，同树高的株间距约为4 m左右，对比最低温度表都安置在套编织袋树旁的杆子上，它与插入袋内的最低温度表并列，球部反向排列，暴露于空气中。白岩观测的树高为1.1m，编织袋自树顶往下套，袋口离地约0.2m，两支最低温度表离地约0.6m。

从表3可见，阴天塑料薄膜袋地套的Δt平均为-0.1℃，顶套的Δt平均为0.2℃。晴天塑料薄膜袋地套的Δt平均为-0.7℃，最大偏低1.0℃；顶套的Δt平均为-1.2℃，最大偏低1.4℃。可见阴天塑料薄膜袋基本上不增温。晴天无论是地套还是顶套，塑料薄膜袋不但不增温，反而起减温作用，以顶套的减温为激烈。阴天编织袋地套和顶套的Δt平均约为$-0.3\sim-0.2$℃。晴天编织袋地套的Δt平均为-0.5℃，最大偏低1.0℃；顶套的Δt平均为-0.8℃，最大偏低1.2℃；白岩顶套的Δt平均为-0.3℃，最大偏低0.8℃。可见无论是阴天还是晴天，无论是地套还是顶套，无论是浦东还是白岩，用编织袋遮盖果树不但不增温，反而起减温作用；晴天比阴天的减温作用明显。实际冻害情况也证实了这一点。2005年1月1日浦东采用编织袋顶套防护的t为-4.4℃，t_d为-3.2℃，反而减温1.2℃。当天打开编织袋，其片叶呈深褐色，其冻害程度比尚未采取防护措施的橄榄树更为严重。

表3 套袋遮盖的防冻效应

措施	薄膜袋(地套)			薄膜袋(顶套)			编织袋(地套)			编织袋(顶套)			编织袋(顶套)*		
	晴		阴	晴		阴	晴		阴	晴		阴	晴		阴
	平均	个例	平均	平均	个例	平均	平均	个例	平均	平均	个例	平均	平均	个例	平均
t/℃	5.6	4.7	8.7	5.6	4.6	9.1	3.4	4.7	8.5	3.5	−4.4	8.6	1.7	−2.5	8.8
t_d/℃	6.3	5.7	8.8	6.8	6.0	8.9	3.9	5.7	8.8	4.3	−3.2	8.9	2.0	−1.7	9.2
Δt/℃	−0.7	−1.0	−0.1	−1.2	−1.4	0.2	−0.5	−1.0	−0.3	−0.8	−1.2	−0.3	−0.3	−0.8	−0.2
n/次	3		4	3		4	4		4	4		4	13		2

2.4 防寒措施的相关分析

晴天各种防寒措施t与相应t_d的相关分析见表4。表中r为相关系数，a和b是t_d为自变量t为因变量的一元一次回归方程的系数。从表4可见，稻草遮盖和遮阳网遮盖的r通过显著性水平为0.001的检验；编织袋通过α为0.01检验；薄膜顶套通过α为0.02的检验，薄膜地套未通过α为0.10的检验(可能是由于样本太少所致，留待继续试验)。可见，各种防寒措施t与t_d相关密切，它们成正相关。即采取了防护措施，t仍随大气温度t_d的升高而升高、降低而降低。当$1>b>0$且$t_d<0$时，$b\times t_d>t_d$，b小的增温作用大，t_d越低，其增温(即防冻)作用越明显；防寒措施中以薄膜加稻草的效果为好。反之，$b>1$且$t_d<0$时，$b\times t_d<t_d$，t_d越低，其减温(加重冻害)作用越明显。

表4 晴天t与t_d的相关分析

措施	稻草遮盖					遮阳网遮盖		薄膜套袋遮盖		编织袋套袋遮盖		
	单把	加薄膜	多把*	树冠	树杆	1.9m	1.1m	地套	顶套	地套	顶套	顶套*
r	0.998*	0.997*	0.994*	0.998*	0.994*	0.999*	0.999*	0.985−	0.9996△	0.998▽	0.9999*	0.998*
a	1.437	1.977	1.110	0.706	1.485	0.381	0.036	−1.438	−2.002	−0.280	−1.041	−0.320
b	0.971	0.893	1.099	0.959	0.965	0.959	0.986	1.127	1.108	0.937	1.056	1.002

注：*为通过α为0.001的检验，▽为通过α为0.01的检验，△为通过α为0.02的检验，−为未通过检验。

3 小结与讨论

(1) 果树发生的冻害常发生在冷空气过后的晴夜，辐射降温的天气型中。在此天气下，用纤维质的稻草遮盖，防冻效果不错，都有增温作用。对于小树用薄膜加稻草全遮盖的防冻效果最好；树冠盖草的防冻效果相对要差一些，其另一个不足之处是一旦风稍大一些，树冠上的稻草常被吹落在地。稻草遮

盖树体防冻就如同人体穿纤维衣服御寒一样，由于纤维的遮盖，阻碍了草下的地表和树体的长波辐射，减少辐射降温，从而达到防冻的作用，故用稻草遮盖的防冻措施值得提倡和推广。

(2) 用遮阳网悬空遮盖树体基本上没有防冻效果，故不宜采用它作为果树的防冻措施。

(3) 早春利用塑料薄膜进行早稻育秧，冬季利用塑料大棚的增温效应种植蔬菜早已被广大农民所掌握。果农们用塑料薄膜来防护果树也就顺理成章了。由于编织袋和塑料薄膜袋获取较易，又是废旧物品的重复利用，无(或低)成本。福鼎、连江、永泰等地的不少果农都是这样防冻的。殊不知，塑料薄膜的材料有异，覆盖的方式、植株群体和下垫面的性质各不相同，其对温度的反应也就不同。近二年的观测表明，用编织袋或塑料薄膜袋来套树(含地套和顶套)，袋内的气温反而比袋外的气温低，此种防冻不但无效，反而加重冻害。虽然此降温机理尚不清楚，但这是近两年观测的事实。故不宜用套袋的方法作为果树的防冻措施。

参考文献

1 普宗朝，李青松，宋水华等. 晚播地膜冬麦气候适应性研究. 气象，2000，26(4)：45～49.

2 蒋兴荣. 蔬菜保护地冻害预测方法探讨. 气象，1983，9(12)：14～15.

3 谢罗乃. 橡胶树寒害及预防措施. 气象，1982，8(8)：34～35.

4 陈家豪，张容焱，林俩法. 烟幕防御香蕉低温害的效应. 福建农林大学学报，2003，32(4)：468～470.