

水浮莲、水葫芦、水花生的 越冬、春繁与放养

下 集

湖南省革委会科技局科技情报研究所翻印

一九七五年五月

说 明

利用湖泊、河溪、山塘水库等广阔水面、放养“三水”（水浮莲、水葫芦、水花生的简称），它不占用耕地，产量高，是广辟肥源和提供猪饲料的有效途径。各地凡有条件的地方都可积极推广。现将江苏省地理研究所编的《水浮莲、水葫芦、水花生的越冬、春繁与放养》资料，分两期翻印，以供参考。

目 录

牛粪稻草作酿热物的水浮莲越冬温床管理·····	(1)
水浮莲越冬温床的小气候特点·····	(8)
水浮莲越冬温床内的几种酿热物·····	(14)
水浮莲种籽繁殖与幼苗培育	
——介绍煤油灯催芽法·····	(20)
水葫芦的越冬与春繁·····	(26)

牛粪稻草作酿热物的 水浮莲越冬温床管理

水浮莲是喜温植物，一般水温低于 15°C 就会生长不良。苏北地区在霜降前后，气温明显下降，就需采取人工措施保水浮莲越冬。各地就地取材，用棉籽壳、牛马粪、稻草糠等农副产品作酿热物，建土温床保苗越冬，积累了不少成功的经验。本文根据1972年冬至1973年春，我们在洪泽地区的试验，介绍以牛粪稻草作酿热物保水浮莲越冬的温床管理方法。

牛粪稻草作酿热物，具有发热时间长、热量稳定的特点，对水浮莲越冬很有利。同时，由于牛粪稻草来源广、取材易，用作酿热物后仍可作堆肥，经济实用，适合农村普遍推广。

一、水浮莲种苗进床前的准备

（一）温床建造的方法

水浮莲越冬温床，可建成地上式与地下式两种（或介于二者之间的半地下式）。地下式温床保温性能较好，但必须选择地势高燥、背风向阳、土质结实、便于管理的地点修建。挖南北宽1.5—2米、东西长3米左右、深70—80厘米的土坑，挖出的土堆于土坑北面，夯实筑成离地面80厘米左右的土墙，作为温床后墙。温床东墙下部挖60—70厘米见方的窗门作出入口。东西墙上部各开一直径为10厘米的通气孔。床面采用紫穗槐条子作顶架，上面用无色透明塑料薄膜覆盖，温床四周开排水沟。

在地下水位较高的地区，可修建地上式或半地下式温床。若选择牛房南墙屋檐下建床，既可就近取得新鲜牛粪，又可利用牛房南墙作温床后墙。在牛房南墙的东、西、南三面各打30—40厘米厚的土墙。东、西墙间距3米左右，前、后墙相距1.3米左右。前墙高70厘米，后墙高1.5米左右。后墙正中距地80厘米处，开一60—70厘米见方的窗门。使温床与牛房相通。土墙必须夯实无缝，防止漏风，外沿用稻草披护，保温防雨。墙脚必须培土，以免积水。其余设施与地下式温床相同。

我们所建一、二号温床为地上式“牛房温床”，三号温床为半地下式温床，四号温床为地下式温床。

温床床面倾角大小，关系到温床有效采光面与散热面的大小。倾角过小，温床有效采光面太小，对水浮莲的光照与利用太阳辐射加温不利。倾角过大，要增加散热面，增加温床建造所用材料。根据洪泽地处北纬 33°C 左右的具体情况，温床倾角以 30° — 40° 为宜。若床宽1.3米，则前后墙间的高差以75厘米—1米较好。

（二）选苗入盆进床

用牛粪稻草作酿热物的温床，需经常更换酿热物，盆钵要经常搬动，因此，选用口径较大（直径30厘米、深17厘米左右）的小号盆钵较好。木盆及其它容器擦洗干净后亦

可使用。盆钵内盛肥河泥，若河泥肥效不高时，可拌入1/5左右的腐熟猪脚泥作基肥。然后，除去杂质，装至离盆沿5厘米左右，再加入约2厘米深的清水。

寒露以后，选择叶色深绿，直径约5厘米、心叶卷得紧、叶片肥厚、青秀老健、无烂叶虫害的植株作为种苗。霜降前数日将已放入种苗的盆钵（密度以苗靠苗为宜），移至已建成的温床内，露天练苗7—8昼夜。霜降以后，床内开始放干牛粪和碎稻草，晚上覆盖塑料薄膜保温。十一月中旬以后，床面再盖1—2层草帘。严寒时，草帘上再盖一层塑料薄膜保温防雨。

种苗进床以后，温床内的气温、水温以及光照、湿度、空气、盆泥中的养分和病虫害等对水浮莲种苗均有不同程度的影响。同时，这些因素之间又是互相联系的。如温床内的气温与相对湿度，相对湿度与光照、通气的相互影响等；床内气温的高低往往随温床内的湿度、光照、通气等不同条件而变化；而水温又受气温和其它因素的影响。一般说来，温床内水浮莲正常生长所需的光、水、肥、气等条件较易控制和满足。而床内气温、水温的调节比较困难和复杂，对种苗生长的影响也较大。如连续阴雨后，温床内因缺光低温，使种苗变弱。一旦天气转晴，骤然遇到强光照，气温迅速升高，若持续1—2小时气温超过30℃，种苗叶片易灼伤，甚至烤死。另外，若连续数天水温低于15℃时，又会逐渐发生烂根烂叶、以至脱根落叶的现象。根据初步观察，在光、水、肥、气等基本满足要求时，温床水温（早晨8时未揭草帘时所测水温）与水浮莲的长势，大致有如下关系（见表一）。水浮莲种苗在越冬期间，处于缓慢生长的状态较好。温床水温控制在15°—20℃、气温控制在10°—30℃为宜。

表一 盆钵水温与水浮莲种苗长势间的关系

连续七天以上早晨8时所测水温	12℃以下	12°—15℃	15°—20℃	20°—30℃
苗情	烂叶衰亡	萎缩	缓慢生长	较快生长

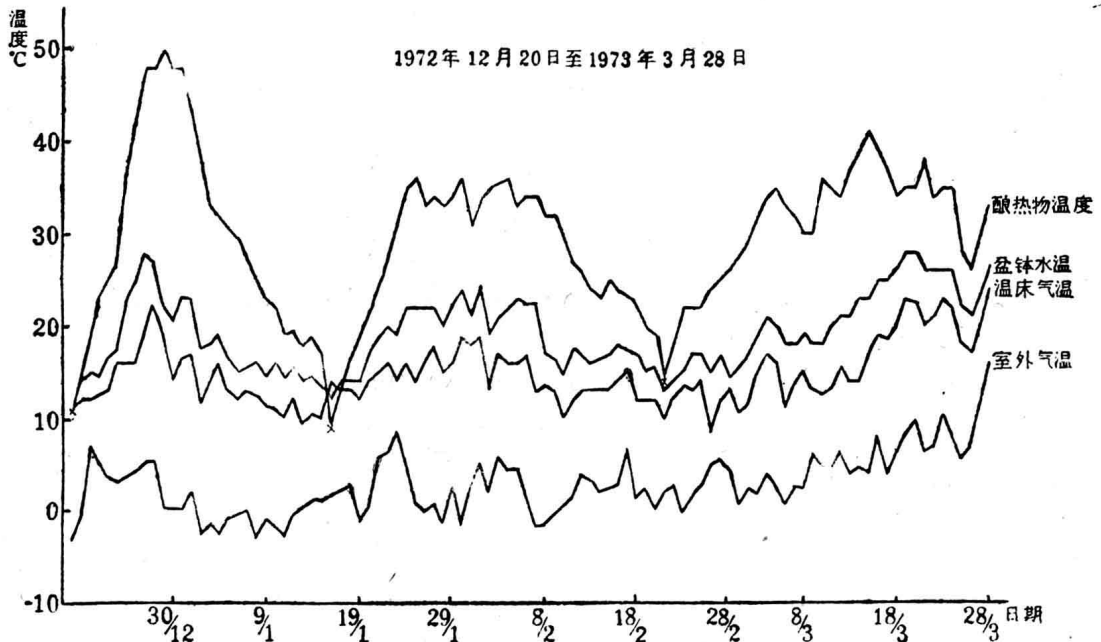
温床内的酿热物和太阳辐射能量的大小，构成了温床的主要热源，其它措施（如烟道加温、床内装电灯、温床内加煤炉等）也有一定的作用。在水浮莲越冬的前期（12月以前）和后期（3月中旬以后），太阳辐射是温床热量的主要来源。自12月初至翌年3月中旬，由于太阳辐射较弱，酿热物的温度变化，控制了温床内水温的变化（见图一）。从表二还可见，酿热物22℃和30℃与盆钵水温（晨8时）的15℃和18℃相对应。因此，酿热物和太阳辐射的合理利用，是水浮莲越冬的关键。

表二 水温与酿热物温度对照表

酿热物编号	酿热物22℃以上持续时间(天)	水温15℃以上持续时间(天)	酿热物30℃以上持续时间(天)	水温18℃以上持续时间(天)
1	19	19	12	11
2	29	30	18	19
3	31	30	22	24

图一

II号温床酿热物、盆钵水温、温床气温、室外气温变化过程线图



注：1. 温度为早晨8时所测
2. ×为更换酿热物符号

二、酿热物

(一) 牛粪稻草作酿热物的发热特点

牛粪和稻草中，由于各种微生物的生命活动，会释放出大量热能，其发热过程有如下特点：

1. 增温过程比降温过程快；酿热物22℃以上持续时间为19—30天。如二号温床，第二次换进的酿热物自9℃升至36℃，历时8天。自36℃降至14℃，历时17天。酿热物进床后4天（采取一些措施后还不要4天），温度就达到22℃以上，至第30日，酿热物才降至22℃以下。

2. 牛粪稻草的发热量，与在酿热物上加不加热水有关。加适量热水的酿热物较不加热水的酿热物，其增温较快，发热时达到的温度也较高，但高温持续时间短。如II号温床酿热物上加30—40斤温度70—80℃的热水后，酿热物温度达到22℃所需时间仅3天，而不加热水的酿热物温度达到22℃则需5天，其最高温度加热水也较不加热水的高出14℃，但22℃以上持续时间前者较后者短十天。

3. 牛粪稻草的发热量与酿热物装填厚度有关。如II号温床酿热物较III号温床酿热物厚20厘米，酿热物达到的最高温度II号较III号高10℃，在22℃以上持续时间也多出12天。

4. 牛粪稻草作酿热物比棉籽壳或稻草糠作酿热物增温的速度慢一些，但温度较稳定、利用时间也较长。如牛粪稻草发热时高于30℃的持续时间较稻草糠长3—9天、较棉籽壳长3—4天。高于22℃的持续时间与棉籽壳大体相似，较稻草糠长11—12天。

此外，牛粪与稻草之间的比例、装填时踏的松与紧、牛粪有没有预先堆藏发酵等因素，对牛粪稻草的发热过程均有一定影响。

（二）牛粪稻草作酿热物的使用方法

根据牛粪稻草发热的特点，在水浮莲越冬的不同季节进行因时制宜的管理。

1. 霜降——大雪

这时，由于白天太阳辐射还较强，气温较高，须防止水浮莲种苗因床温过高而发生陡长，必须控制酿热物的发热过程。为了使酿热物温度不致太高，并尽可能延长酿热物的发热过程，可选用晒干的牛粪；在装填时，干牛粪与稻草为2与1之比。稻草必须新鲜，并铡成二寸左右。可将牛粪与稻草拌匀后装入床内，也可将牛粪二寸厚与稻草二寸厚相间装入。并尽可能踏紧。

在这一个半月里，只要注意白天揭开草帘，充分利用日光，夜晚做好保温工作，一般不用更换酿热物。但必须乘晴天，把新鲜牛粪爆晒2—3天后，收藏于室内，摊开存放，待下阶段更换酿热物时使用。

2. 大雪——雨水

冬至以后，气温迅速下降，洪泽地区在12月初就可能结冰。小寒——立春间，最低气温可低于零下10℃，如果床温控制不当，水浮莲种苗极易受到冷害。需每天检查酿热物的温度，一般分早、中、晚三次（至少在早晨揭草帘前测一次）进行，将温度计插入酿热物15厘米深处测量，当测得酿热物在40℃以上，或水温高于25℃时，必须把盆钵端起，盆底垫高一些散热。高温过后，再将盆钵埋入酿热物中。当发现早晚盆钵水温低于15℃，或酿热物低于22℃时，应抓紧晴天中午，突击更换酿热物。

更换酿热物的方法：先把盆钵取出，放至牛房屋内，若放在室外，可用塑料薄膜把盆钵遮盖好。然后将床内已发过酵的牛粪稻草取出2/3，留下1/3与新鲜的半干牛粪及二寸长的新鲜稻草拌和踏实，根据温床前墙高度，尽可能装厚一些。在装入的酿热物中，牛粪的比例要大一些，按重量半干牛粪3份与稻草1份。为使种苗受光热均匀，盆钵在进床时，应互相交换位置。在更换酿热物后1—2天内，如遇寒流袭击，酿热物温度降低，可翻动表层酿热物并泼浇70°—80℃的热水适量，促使酿热物加速发酵。

如果半干牛粪在入床前二、三天，能堆在室内，或堆在场上，用塑料薄膜盖好，并稍加踏实，使之初步发酵后再入温床，可加快酿热物的发热过程。避免因更换酿热物而出现低温，危害种苗。

此外，在建造温床时，建两个温床，一个放水浮莲种苗，一个作为备用温床，当放水浮莲种苗的温床酿热物温度下降至22℃左右时，在备用温床内装填好新鲜半干牛粪与稻草，二、三天后，备用温床内的酿热物即可升高至22℃以上，这时，可将水浮莲盆钵移至备用温床内，过一时期后，再更换原来温床的酿热物。这样，两个温床交替使用。到春分以后，即可提高床温，加快繁殖，并将水浮莲种苗分成两床进行春繁。

套室温床（即在大温床内，套建较小的塑料薄膜温床）的保温性能较好，可延长酿热物的使用时间；更换酿热物时，温度也易掌握。但建床时需多用一些人工和材料。

在大雪——雨水的二个半月里，一般需更换酿热物3—4次。

3. 雨水——清明

这时，气温逐步升高，但不够稳定。晴天中午，要防止床内气温过高、相对湿度太低，造成种苗叶片脱水的现象，可勤洒水、多通气来调节温床气温。但平时，仍应象严冬时一样，做好更换酿热物和保温等工作，并尽可能将水温提高至 20°C — 30°C ，要求酿热物经常保持在 30°C 以上，以便促使水浮莲种苗加快繁殖。这一时期，一般需更换酿热物1—2次。

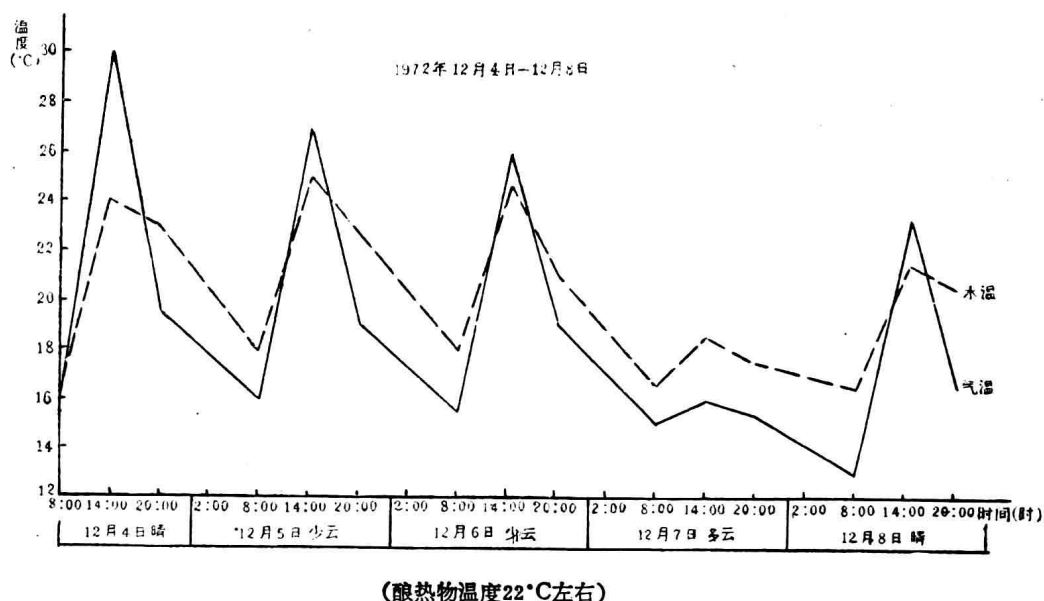
三月下旬以后，由于白天太阳辐射强烈，气温较高，只要早晚做好保温工作，一般不再更换酿热物。

在种苗繁殖到原来温床放不下时，可新建一些水浮莲春繁温床。春繁温床的设备、酿热物与越冬温床相同，其不同在于，在酿热物上，用塑料薄膜铺盖，塑料薄膜上加二寸肥河泥和半寸水，然后把水浮莲种苗放进温床内（不用盆钵）。这种温床容量大，可节省大量盆钵，其春繁效果与用盆钵进行春繁基本一样。

三、充分利用太阳辐射的光和热

太阳辐射能是水浮莲越冬温床热量的重要来源。由于太阳辐射的日变化，使温床内的气温和水温也有显著的日变化。晴天，揭开草帘以后，温床内的气温迅速升高。如1973年3月5日8时53分揭草帘以后，至9时15分，床内气温升高 22°C ，平均每分钟升高 1°C 。下午盖草帘以后，温床内的气温和水温又迅速下降（见图二）。一天中，床内气温水温的最高值出现在12—13时，最低值出现在早晨。晴天昼夜水温相差 6°C — 8°C ，气温相差 14°C 左右。多云与阴天，水温和气温的昼夜温差均在 3°C 上下。因此，晴天中午采取一些降温措施和晚上盖草帘、封床保温以及温床内放热水缸等方法，防止温度下降过甚，对水浮莲种苗安全越冬，都是必要的。

图二 II号温床气温水温日变化过程线



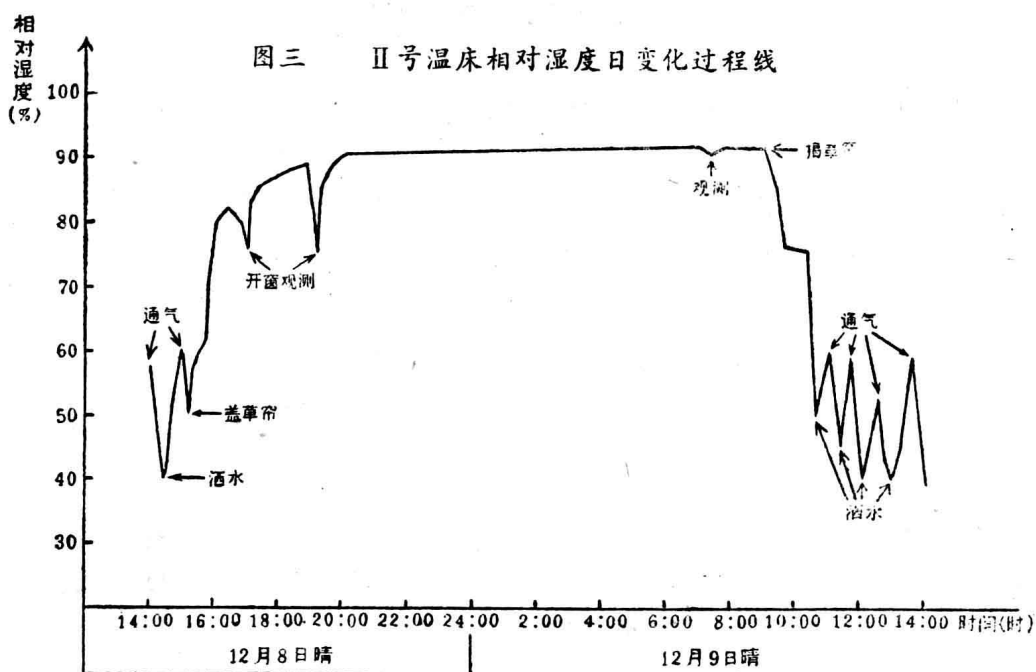
太阳辐射是水浮莲越冬期间进行光合作用的必要条件。水浮莲是喜光植物，如缺

乏光照，不能进行正常的光合作用，叶片就要变黄发瘫。为了充分利用太阳辐射的热能和光照，必须适时揭盖草帘。12月至2月，在晴天或少云天气，一般在8时—15时半揭帘透光。12月以前和3月初以后，以7时至16时半揭开草帘较好。阴雨天气，只要不是很厚的低层云，在10时至13时揭开草帘，仍能使温床气温上升。阴雨天草帘可适当迟揭早盖。

四、通气和湿度控制

氧和二氧化碳是植物进行呼吸作用和光合作用不可缺少的要素。温床的合理通气，能保持床内有足够的氧和二氧化碳供给水浮莲，排除有害气体，调节温床内的空气，还可控制温床内的温度和湿度。如通气孔打开一刻钟，床内气温可下降1—5℃，相对湿度可降低10%左右。如果连续二三天不通气，水浮莲就会因缺氧或床内二氧化碳过多以及积累有害气体而受闷发黄，叶片软瘫。因此，及时通气，对水浮莲种苗的正常生长是很重要的。晴天无大风时，十时左右可打开通气孔，至下午二时左右堵塞孔道。如果通气孔打开后，床内气温仍高于30℃，则可打开通牛房的窗门。阴雨天气，可灵活掌握，通气孔打开的时间从几分钟至数十分钟不等，以白天温床内的气温不低于15℃为准。

水浮莲喜温好湿，相对湿度以70%左右最为适宜。温床内由于气温日变化很大，相对湿度的变化也很显著。在早晨揭草帘以后，由于气温迅速升高，相对湿度急剧下降，在1—2小时内，相对湿度可从90%下降至50%以下，有时甚至下降至30%（见图三），这就易使种苗脱水枯萎。因此，晴天中午（11时至14时），每隔半小时需喷洒一次水，以提高床内湿度。每洒一次水，床内相对湿度可提高10—20%。洒水时，应用温床内贮水缸中的水，对温床内壁、酿热物、水浮莲叶片全面喷洒。此外，也可在中午时，用芦帘放在温床上挡光，降低温床气温，提高相对湿度。



五、水 肥 管 理

水浮莲种苗越冬时，必须在盆钵内保持2厘米左右的水层。早春繁殖时，水深可增至3—5厘米。平时发现盆内水层减少，必须用温床内贮水缸的水进行补充，并保持盆内水质清洁，要求盆钵内的水，无油花、无浮膜、无白霉、无臭味。如发现有脏物和水中有臭味，需及时换水。在更换酿热物时，需普遍换一次水。先将盆内原有水滤去，换进15°—25℃的清洁水，以补充水中溶解氧的含量。

种苗越冬时，生长较缓慢，对肥料的需要量不大。如盆内放的是优质河泥，一般不必追肥。二、三月份，确实发现种苗因缺肥发黄，可用浓度为1/10的腐熟稀粪水适量，拨开种苗注入盆内。一般忌用化肥。

六、病 虫 害 及 其 它

水浮莲在越冬时，较常见的有蚜虫，吮食叶汁，危害种苗。在更换酿热物时，于表层酿热物内适当拌一些“六六六”药粉，可预防蚜虫的发生。当温床内已发现有蚜虫危害时，可在傍晚封闭温床前，用二三个棉花球，蘸“敌敌畏”后，吊挂在盆钵之间熏治，效果较好。但要防止药物沾到水浮莲叶片上或滴在盆钵中。

当连续七天以上水温低于15℃时，水浮莲易受冷害，叶色由绿转灰白，进而发生霉烂，并逐渐蔓延，植株愈来愈小，群众称之为“白霉病”。提高床温，使水温不低于15℃，是预防“白霉病”的根本措施。发现有霉烂病叶，需及时剔除，并进行换水处理，还要采取措施，逐步提高水温，增加光照、多通气，使种苗慢慢恢复生长，但不能操之过急，防止受太阳曝晒。

青苔一般发生在种苗瘦小稀疏的盆钵内。如果种苗长势茂密，青苔因见不到阳光，不易滋生。若已发生青苔危害，可拨开种苗，把稻草灰撒在青苔上，或每盆加2—3汤匙草木灰溶液，这种方法不易伤害种苗，但灭苔效果不甚理想。如用1/240的波尔多液（配方为一份硫酸铜加二份生石灰加240倍水稀释）喷洒，灭苔效果较好，但不要把溶液喷在水浮莲叶片上，用量也不宜过多。

若水浮莲盆钵内的底泥太肥，或使用未腐熟的生粪肥作基肥，会出现盆泥发臭，并有大量小气孔的现象。反映在水浮莲的长势上，因种苗生理缺水，使叶色变黄、个体缩小、根黑发烂，群众称它为“肥中毒”，这在早春时更易发生。发现这种情况，要及时换泥、换水。

七、苗 情 观 察 点 滴

1. 叶片长势向上，叶厚挺直，叶色深绿一致，老叶背面有红筋，心叶卷得紧，根须发白，早晨叶尖有水珠（或在下午盖草帘后1—2小时，即有水珠出现）是种苗青秀老健、发育正常的标志。

2. 叶片发软、心叶发绿、白根少而短，早晨叶尖无水珠，说明水温偏低，生长不良，必须逐步提高水温。若长期低温，叶片散落、根系发烂，种苗已临死亡。

3. 老叶发黄、心叶绿色、颜色不一，但叶尖早晨有水珠，是缺肥象征。

4. 叶片发黄发瘫，叶缘霉烂，个体变小，早晨叶尖水珠较少，是种苗缺光、受闷所致。

水浮莲越冬温床的小气候特点

为了摸索水浮莲在苏北洪泽地区安全越冬的规律，我们用两个水浮莲温床（一个半地下式，一个地上式）进行了温床小气候特点和苗情观测。试验温床都是坐西北向东南，上面都覆盖厚0.095毫米的无色透明塑料薄膜。夜间，温床上覆盖二层草帘。地上式温床以棉子壳作酿热物，厚约45厘米，半地下式温床试用二种酿热物，东半部是稻草糠+荻糠及少量麸皮，西半部是牛粪+碎稻草。

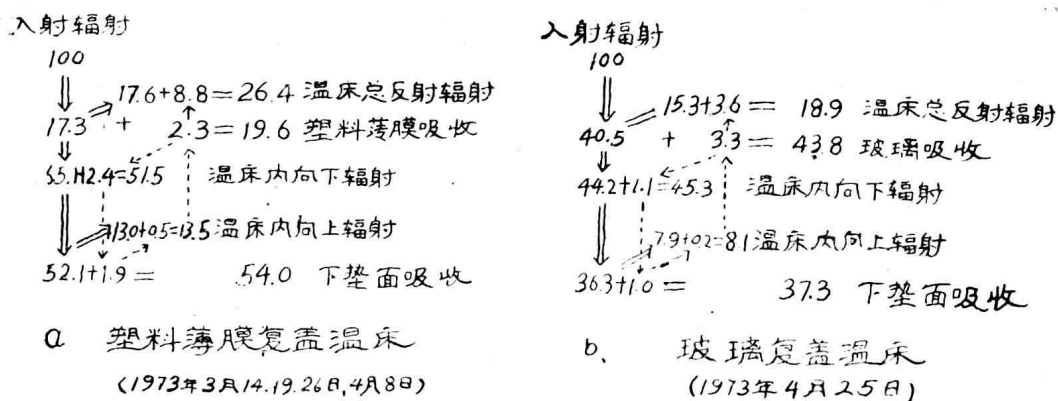
从1972年11月起每天除用温湿自记仪记录温床内的气温和相对湿度外，还观测温床内不同深度酿热物温度、盆钵水温、叶面气温、最高最低气温及苗情。1973年3月13日起还用反射率表、多点半导体温度计、电动通风干湿表等仪器进一步观测温床的小气候特点。

一、温床里的太阳光照

水浮莲在越冬期间需要进行光合作用，同时，温床也要利用阳光加热。所以，温床里太阳光照情况如何与水浮莲安全越冬的关系很大。

射到温床表面的太阳辐射遇到塑料薄膜（或玻璃，下同）后要分成三部分：一部分被反射回大气，一部分被吸收，余下部分透过塑料薄膜进入温床。进入温床的太阳光，一部分被下垫面吸收，余下部分又反射向上，后者遇到塑料薄膜后又要经历反射、吸收和透射的过程。

半地下式塑料薄膜温床的观测资料表明，晴天温床里的光照大约是床外光照的70—80%，而阴天为60—70%。水浮莲的反射率为18%。就是说，平均约有26%的光照被温床反射掉，有54%被下垫面吸收，20%被塑料薄膜吸收。对覆盖玻璃的温床试验表明，温床反射率为19%，比塑料薄膜温床的反射率小，但入射辐射中被玻璃吸收的为44%，而被下垫面吸收的只有37%，较塑料薄膜温床为少。所以总的光热特性塑料薄膜温床并不比玻璃温床差（见图一）。加之塑料薄膜具有价格低，支架简易，破损后容易修补等优点，因而在广大农村推广使用塑料薄膜做温床覆盖物是适宜的。

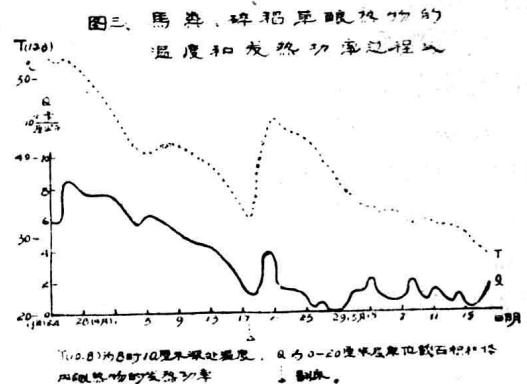
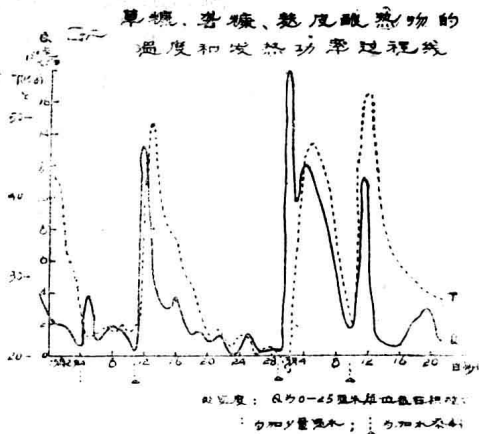


图一 水浮莲温床短波辐射平衡示意图

二、酿热物中的热状况

酿热物发出的热量是保证水浮莲安全越冬的重要能源，它对温床的热状况有很大影响。为了了解酿热物究竟放出多少热量及它对温床热量平衡的影响，我们观测了酿热物中不同深度的温度随时间的变化，以及酿热物的容积热容量等物理特性。酿热物的容积热容量平均上可取一般腐殖质的数据 $0.164 \text{卡}/(\text{厘米}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ 。根据酿热物中实测的温度资料可求得稻草糠+砻糠酿热物的导温率平均为 $3.3 \cdot 10^{-3} \text{厘米}^2/\text{秒}$ ；马粪+碎稻草酿热物的导温率平均为 $3.7 \cdot 10^{-3} \text{厘米}^2/\text{秒}$ 。

计算结果表明，在4月中旬以前，酿热物0—20,25厘米层内单位截面柱体内的发热功率与8时酿热物10—15厘米深处温度的变化趋势基本一致。温度变化稍落后于发热功率的变化（见图二、图三）。这说明越冬期间酿热物的温度主要取决于酿热物的发热功率。由于越冬期间酿热物的发热功率变化趋势与其温度变化趋势基本一致，所以在日常管理中可以利用8时10—15厘米深处的酿热物温度变化来判断其发热功率的变化特点。当8时酿热物温度低于 22°C 时，发热功率已很小。在寒冷季节遇到这种情况就要抓紧更换（或增添）酿热物，并加温水翻床。比较图二、三可明显看出二种酿热物发热特点的差异，稻草糠的发热功率变化较快，高峰较尖，最大可达 $0.120 \text{卡}/\text{厘米}^2 \cdot \text{分}$ 。每次翻床加草糠和温水后迅速发热，随后又很快下降。较大的发热功率集中在10天左右。而马粪的发热功率较强，达 $0.087 \text{卡}/\text{厘米}^2 \cdot \text{分}$ ，且稳定持久，较大的发热功率延续可达一月左右。



酿热物直接加热盆钵内的底质和水（当盆钵深埋入酿热物时，盆钵水温与酿热物温度的变化趋势很一致），并通过向其表面输送的热通量补偿温床向外输送的热通量，使夜间温床内有足够的温度。因此，酿热物热能是使水浮莲安全越冬的重要保证。

三、温床里的热量平衡

太阳光照和酿热物的发热功率是加热温床的两个主要热源，温床下垫面上得到了这些热量后要通过长波辐射直接把热量传给塑料薄膜，另外还要通过和空气的热量交换及蒸发把热量散发到温床内的空气中，使气温和绝对湿度增加，在温床内热量收支各项应

该是平衡的。

下垫面给塑料薄膜的长波辐射纯收入与二者的温度差成正比。其比例常数平均为 $0.814 \cdot 10^{-2}$ 卡/厘米²·分·°C。所以，这一项可以根据下垫面与塑料薄膜的温差来确定。观测资料表明，白天揭草帘后，在晴——少云天气，这个温差一般为7—14°C，有时可达18°C，夜间盖草帘后较小，一般为3—6°C，相应的长波辐射纯收入分别约为白天 $4-16 \cdot 10^{-2}$ 卡/厘米²·分，夜间 $2-5 \cdot 10^{-2}$ 卡/厘米²·分。下垫面损失这些量，塑料薄膜得到相同的量。所以长波辐射对温床平均气温没有影响，但它是上下能量交换的重要机制。特别在夜间，酿热物给下垫面输送的热量主要是通过长波辐射向上输送给塑料薄膜的。这时下垫面与空气的热量和水汽交换都很小。床内气温缓慢下降，水汽接近饱和。

白天揭开草帘后，情况就大不相同了，这时，下垫面得到大量的太阳辐射能，在三月份，中午前后经常可达0.5卡/厘米²·分，这时通过长波辐射可散失约0.15卡/厘米²·分，向酿热物和盆钵水中输送约0.10卡/厘米²·分，还有一半（0.25卡/厘米²·分）左右的能量要输送给温床里的空气，这就会使气温和绝对湿度都迅速上升。例如，假若温床向外没有热量散失，那么0.1卡/厘米²·分的热通量对空间平均高度（即酿热物及盆钵表面与塑料薄膜的平均距离）为60厘米的温床就会引起每分钟增加6.5°C的温度变化。实际上，温床通过长波辐射及湍流交换向外界输出热量。水汽在塑料薄膜上凝结并不断下滴相当于向床外输出水汽。这些过程可减缓温床内温度和绝对湿度的迅速增加。如果温床迅速增温，就要进行通风换气，使温床的热量和水汽可以向床外大量输送。或者采用草帘临时遮荫、减少光照、向床内四周洒水等办法来控制温床的气温和湿度。另外，盆钵内要及时加水，以补充水分的蒸发。通风换气时要注意不能让冷空气直接吹入温床。

由于温床平均气温的变化速度与温床空间大小成反比，所以温床空间太小，塑料薄膜距盆钵太近，容易引起温度的剧烈变化，对保苗不利。例如，早春繁殖期间增建的马粪温床其塑料薄膜距下垫面平均约高35厘米，温湿变化急剧，白天不透气时，气温有时可达45°C以上，相对湿度可小于40—50%，透气后气温立即下降，温湿变化较剧烈，致使水浮莲生长较差。相邻的另外二个温床，薄膜平均高度约60—70厘米，水浮莲生长比高35厘米的温床好得多。当然，过高的温床会增加建筑上的困难，并且增加散热面，不利于夜间保温。看来一般塑料薄膜距盆钵平均高度以60—70厘米为宜。

四、白天温床里的温湿变化特点

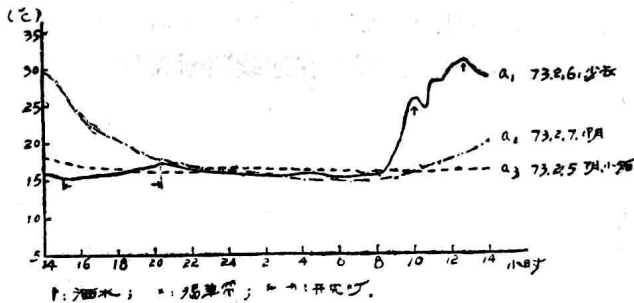
在一天之内，温床里温湿变化幅度很大，只有掌握了它的变化规律，才能正确进行管理。鉴于白天揭草帘后和夜间盖草帘后，温床里气象要素的变化差异很大，下面先将白天情况加以讨论。

1. 晴天

晴天揭草帘后，温床内气温迅速增加，例如，1973年3月15日从8:50到9:15平均气温最大增长率达每分钟1°C。极大值出现在12:30左右，在11—12月，最高气温达26—32°C，（见图四a₁），在3—5月可超过45°C。因此，在4月以后，太阳辐射较强，天气由阴转晴时要立即通风降温，否则十分钟内气温即可增加到40°C以上，这对

水浮莲生长很不利。越冬期间（1973年1月22——3月15日）与同期晴到少云天气床外1.5米高处气温相比，温床内的最高气温平均可高出22.3℃左右，极端值达28.1℃。在阴或多云天气下，床内最高气温平均可高出15.1℃左右，极端值达20.9℃。（见表）

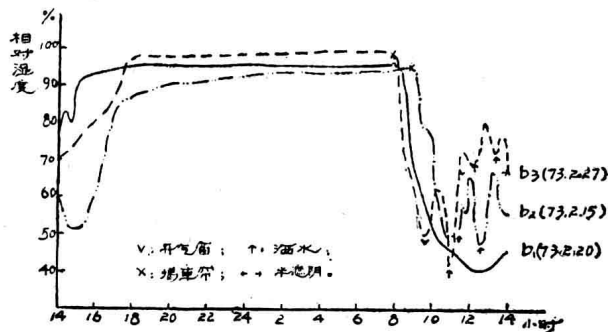
图四 温床气温日变化过程线



水浮莲温床增温效果

1973.1.22—3.15半地下式温床

天 气	特征值	最 高 温 度 ℃			最 低 度 温 ℃		
		床内叶面	床 外 1.5m	床内外 较 差	床内叶面	床 外 1.5m	床内外 较 差
晴天—少云 (13次)	平 均	29.7	7.0	22.7	14.9	0.5	14.4
	极 端	34.4	12.8	28.1	11.8	-2.3	20.7
多云—阴—雨 (19次)	平 均	22.4	7.3	15.1	16.3	3.1	13.2
	极 端	27.7	10.4	20.9	12.0	-1.7	19.8



图五 相对湿度日变化过程线

迅速的增温引起相对湿度的急剧下降，常可降到40—50%（见图五），这就会引起水浮莲叶面蒸腾加剧，可造成弱苗脱水，灼伤叶片，甚至弱苗死亡。根据我们试验的初步结果，当相对湿度

$$f < 20 + 0.2 (t - 20)$$

时，会明显灼伤水浮莲。观测相对湿度如有困难，可用控制气温 t 在35℃以下作为防止灼伤水浮莲的指标。

从图五 b_2 —— b_3 上可明显看出通气、洒水及部分遮阴可改变相对湿度的下降趋势，一次洒水能提高相对湿度10—20%，但作用时间较短，约半小时左右。在晴天中午，若

光照很强，除了通气和经常洒水外应部分遮荫，特别在三月份以后，过强的光照也会抑制水浮莲的生长，中午部分遮荫的莲苗叶颜色深绿，长得更健壮。

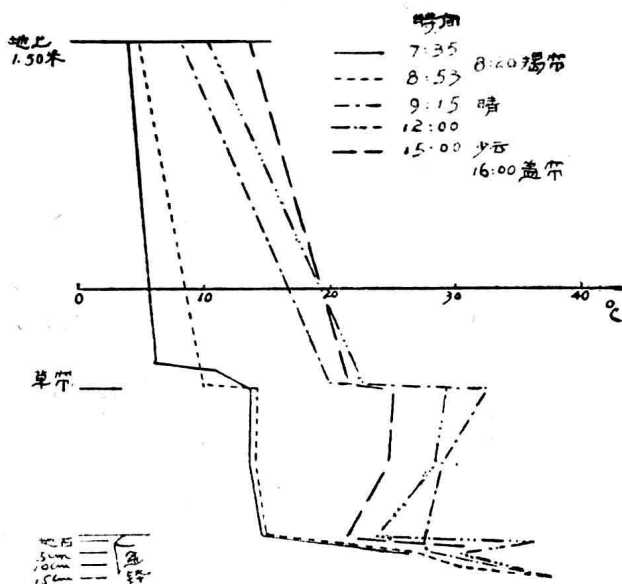
2. 阴天

雨雪天如果揭开草帘，会引起温床气温下降。而在阴天，即使满天有云，气温不高，只要不是很厚的低层云，一般在日出后3小时（10时左右）揭开草帘也能有较弱光照使温床内气温有所增加（见图四a₂）。所以，在连续阴雨天气时，要尽量抓紧中午云层减薄的时机揭帘透光。

3. 白天温床温度垂直分布特点

图六是晴天白天温床温度的垂直分布图。从图上可看到，在下垫面附近及塑料薄膜内外各存在一个较大的温差。酿热物表面温度比离它2.5厘米的叶面气温高出好几度。根据1973年3月15—17日的资料，这个温差平均为7.7°C，最大达12.7°C。同样，在温床面上，床内离塑料薄膜1.5厘米处的气温比薄膜外表面温度高出平均达5.7°C，最大达12.2°C。这些事实说明在这二个界面附近热量都是向上输送的。但是在温床里气温却是随高度而增加的，如试验温床中部气温比底部高3.5°C，上部比中部高1.3°C，平均垂直递增率达每米8.5°C，这个特点可能是温床里水平加热不均匀，上下有热对流形成的。冷空气下沉，暖空气上升并被塑料薄膜阻挡在温床顶部，致使形成热量向上输送并维持逆温分布的特点。这种分布说明水浮莲附近的气温比温床内平均气温低，可见塑料薄膜离水浮莲高一些对避免晴天高温灼伤幼苗是有好处的。

阴天温床里的温湿分布比较均匀。



图六 白天温床温度垂直分布 (73.3.15)

4. 白天温床里温度的水平分布

由于照射到温床各部分的太阳辐射有差别，以及酿热物在近墙处一般温度较低，所以温床里的水平分布常有较大的差异。在前墙背荫面上及后墙东西二角平均气温要低2—3°C，这里水浮莲长得差些。为使苗情生长均一，须经常更换盆钵位置。

马粪温床的塑料薄膜在前墙处与水浮莲很靠近，在后墙处相隔70厘米。这二处同一水平面上的温湿自记记录表明：前墙处的温湿日变化较后墙处要剧烈。加之经常揭开前面的塑料薄膜，这使气温变化更大，忽冷忽热，对水浮莲生长很不利，长势比另外两个温床差得多。因此，在前墙附近水浮莲不宜过于接近塑料薄膜，温床的空间不宜过小。

五、夜间温床里的温湿变化特点

温床的保温性能对夜间温床内温度、湿度的变化有很大影响。

塑料薄膜是比较容易散热的，当下午太阳辐射较弱时应及时盖好草帘。盖草帘前，床内气温递减速度常是随时间增加的，而盖草帘后则随时间减少，气温下降速度愈来愈慢。水温 and 绝对湿度都随时间减小，相对湿度则很快接近饱和（见图四、五）。气温和湿度的垂直、水平分布也变得比较均匀。

夜间温床内的增温效果可用床内下垫面温度与床外表温度之差来表示，它等于温床向外部空气输送的热通量和温床的热阻系数之乘积，可近似表示为：

$$T_i - T_o = Q \left(\frac{n}{v} + \frac{d}{\lambda} \right)$$

式中：

T_i ——床内下垫面温度

T_o ——床外表温度

Q ——温床向大气输送的热通量

n ——温床塑料薄膜密封空间的层数

d ——草帘厚度

λ ——草帘导热率

v ——温床内长波辐射导热率

$\left(\frac{n}{v} + \frac{d}{\lambda} \right)$ ——温床热阻系数

由上式可知，温床密闭空间层次加多（ $n=1, 2$ ），覆盖草帘厚度增大，草帘的导热率降低，则温床的热阻系数就大，温床内外温差也愈大，说明温床的保温性能愈好。目前许多地方采用套式温床，就是使 n 值增大为 2，这可增强温床的保温效果。

观测资料表明，一般两层草帘（约厚 6 厘米）的热阻系数 $\frac{d}{\lambda}$ 项为 $3.57 \cdot 10^2$ 厘米²·分·°C/卡，约为辐射热阻率 $\frac{1}{\gamma}$ 的 2.94 倍，草帘的导热率 λ 为 $2.8 \cdot 10^{-4}$ 卡/厘米²·秒·°C。若草帘厚度增（减）一倍，假定 Q 不变，则 $T_i - T_o$ 可增（减）约 6.6°C，实际上这时 T_o 和 Q 都要减（增），所以 T_i 只可能有 3—4°C 的增（减）。由此可见覆盖两层草帘较覆盖一层草帘其增温效果明显变大。

草帘受潮会减小热阻率，不利保温，因此草帘湿了要勤晒勤换，在有条件时，草帘外最好再加盖一层塑料薄膜。

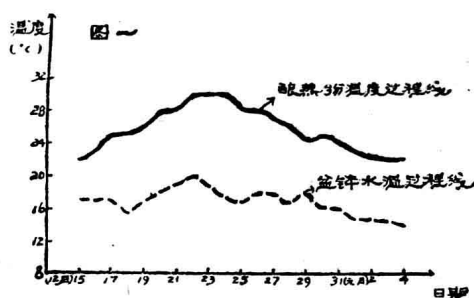
灯光加热对气温有一定影响，在半地下式温床内装有二只 100 瓦电灯，在连续照明下，一般夜间（或有覆盖物的阴雨天）能使气温比不照明的增加 2—3°C（见图四 a₁）。

水浮莲越冬温床内的几种酿热物

目前,在我省广大农村,水浮莲的越冬保苗大都在温床内进行。温床内的温度、光照、湿度、空气、肥料、病虫害等环境因素都直接影响着越冬种苗的安全生长,其中以温度的影响尤为重要。因此能不能确保温床内有足够的温度条件,是水浮莲越冬保苗成败的关键。

产生温床内适宜温度的热量来源有三个方面:即太阳辐射热能;酿热物中由于微生物的分解有机质而释放的热能;人工措施产生的热能,如利用余热架设烟道、按装电灯、电炉、煤炉、热水缸等。

越冬保苗的初期和末期,太阳辐射能对温床的温度影响较大。在严寒低温期间(约12月中旬至翌年3月中旬)温床内单靠白天太阳辐射能加温和夜间覆盖物的保温措施是不够的,这时,酿热物释放的热能就成为温床内热量的主要来源。据实际观测,温床内盆钵水温(指上午8时揭帘前的温度),在整个越冬期内(尤其是低温时期)与酿热物温度(指上午8时揭帘前酿热物10厘米—15厘米深处温度)有十分密切的关系,若盆钵盆沿以下全部埋入酿热物中,则二者的温度变化基本一致。(见图一)



由此可见,正确的使用、管理酿热物是水浮莲温床越冬保苗的中心环节。

一、酿热物为什么会发热?

用作温床内酿热物的材料很多,常见的有棉籽壳、稻颖子或碎稻草、稻草糠、砻糠、新鲜的牛、马粪等。在这些有机物质中都分布有很多微生物,如细菌、放线菌、病毒、藻类和原生动物等。其中以细菌为最多。这些微生物和所有的动植物生命体一样,都能通过呼吸作用氧化、分解温床内的有机物质,从而释放能量,维持生命,并逐步产生大量热能,增加温床内的温度。

由于微生物的活动,酿热物中产生了热量,而不同的微生物又对温度有不同的要求。根据各类微生物对温度的适应性,可分为高温性、中温性和低温性三类。中温性和低温性微生物活动范围一般在3—4°C至40—50°C之间,超过了这个范围,它们的生