

森林病理学讲义

南京林学院

1958年

森林病理学讲义

(南京林学院林学系森林病虫害教研室编)

绪论	1
第一章 植物病害的基本概念	5
第一节 植物病害的定义	5
第二节 寄生性病害与非寄生性病害	5
第三节 受病植物在形态上、生理上的变化	6
第四节 森林病害的分类原则	9
第二章 森林病害的病原及损伤的原因	2-1
第一节 真菌	2-1
第二节 植物病原细菌	2-20
第三节 植物病原病毒	2-21
第四节 寄生的高等显花植物	2-22
第五节 植物病原线虫	2-25
第六节 引起森林病害的非寄生性病原	2-25
第三章 森林病害的发生和发展	3-1
第一节 病害发生的过程	3-1
第二节 侵染循环	3-3
第三节 环境条件对侵染循环的影响	3-7
第四节 植物的抗病性	3-8
第五节 森林病害的流行	3-10
第四章 森林病害防治的原理和方法	4-1
第一节 森林病害防治的原则	4-1
第二节 森林经营措施上的防治法	4-2
第三节 化学防治法	4-4
第四节 物理机械的防治法	4-14
第五节 生物防治法	4-14
第六节 检疫	4-16
第五章 种实病害及防治	5-1
第一节 种实病害的危害性及其防治特性	5-1
第二节 常见的种实病害	5-2
第六章 苗木病害及防治	6-1
第一节 苗木病害的危害性及其防治特性	6-1
第二节 猝倒和立枯病	6-1
第三节 苗木茎干病	6-5

第四节	苗木根腐病	6-7
第五节	苗木的叶病	6-8
第七章	树木的叶部病害及其防治法	7-1
第一节	叶部病害的危害性及其防治上的特性	7-1
第二节	白粉病	7-2
第三节	煤病	7-4
第四节	锈病	7-4
第五节	针叶树落针病	7-8
第六节	阔叶树叶斑病	7-11
第七节	叶的变形	7-14
第八章	枝干病害及其防治法	
第一节	枝干病害的危害性及其防治上的特性	8-1
第二节	枯萎病	8-1
第三节	溃疡病	8-4
第四节	瘿瘤病	8-7
第五节	扫帚病	8-11
第六节	膏药病和赤衣病	8-14
第九章	立木和木材腐朽及防治	9-1
第一节	立木及木材腐朽的危害性及其防治特性	9-1
第二节	腐朽的阶段与类型	9-2
第三节	腐朽菌的生物学特性	9-3
第四节	立木腐朽与林分的关系	9-6
第五节	主要的根部腐朽菌	9-8
第六节	主要的干部腐朽菌	9-9
第七节	立木腐朽防治法	9-14
第八节	木材腐朽、变色及防治	9-14
第十章	森林病害调查概论	10-1
第一节	森林病害调查的种类	10-2
第二节	森林病害调查的一般程序	10-3
第三节	成年林的调查	10-14
第四节	幼龄林的调查	10-16
第五节	苗圃调查	10-16
第六节	果实病害的调查	10-17

成年林病害的分布常与海拔高度及山的坡向有密切关系，海拔高度不同，温度、湿度及光线均有显著差异，因而影响寄主的生长及病原的生活。南坡昼夜温度差较北坡为甚，易罹霜害。山坡向海或向陆，空气湿度有显著不同。这些因素都是影响病害发生的原因。

参 考 著

1. 魏景超：普通植物病理学讲义 101—133页
南京农学院 1954
2. 朱德人：森林植物病理学（讲义）第三章
南京林学院 1955
3. 瓦第：森林植物病理学 39—54页 82—84页
中国林业出版社 1956
4. 高尔迪科：植物病害和外界环境 1—18页
财经出版社 1954

第四章 森林病害防治的原理和方法

第一节 森林病害防治的原则

森林病害的防治，主要是在病害发生之前进行予防，或者在病害初发生的时候，及时把病原消灭，设法保护健康的植株免遭侵害。清除个别的罹病林木或小面积的病害发源地，用药剂来灭病原等，也是为了予防病害的蔓延。对于单株树木的某些病害，有时也可以使用治疗的方法，但仅限于对贵重的庭园树木，而且在实施上也还有困难，广泛的应用还没有可能。

森林病害的防治，首先应了解病原的生物学特性及病害发生的规律。不同的病害有不同的特性，同一病害在不同地区发生，也有它的地域性。必须掌握这些特性才能进行恰当的和有效的防治。其次应考虑经济上的问题，从寄主的经济价值和病害造成的损失上来决定有否进行防治的必要。同时林分防治的成

本必要。同时估计防治的成本，以决定采取何种方法。

在前一章中，我们已说明一个病害的流行，须有足够数量的致病的病原和感病的寄生的存在，同时要求一定的环境条件。病害防治措施也就不外这样三个方面，即：消灭病原，培育健壮的抗病力强的寄主和改善环境，便利于寄主的生长而不利于病原的生活。从理论上说，只要控制了病原，寄主和环境条件三者中任何一方面，就可以防止病害的流行。但在实践中，我们还不可能把某种病原完全消灭，或者培育出一种绝对抗病的树木品种。环境因素的影响也是非常复杂的，因而防除措施仍要从多方面着手，对可能影响病害发生的各种因素都要加以一定的控制，才能防止病害的发生。为了保护森林防止病害发生而采取的一系列的措施，常称为病害的综合防治法。它的优良效果不仅在于能有效地防治某一种病害，而且常能同时防治森林的几种病害或其他灾害。

第二节 森林经营措施上的防治法

结合森林经营措施进行防病是最经济、最合理的方法，也是森林病害防除上最常用的有效的方法。

一、种子的经营

优良的种子是保证培育健壮苗木的基础。种子的品质表现在它的遗传性、成熟度与纯度，病虫害的感染度等上。由品质不良的种子培育出来的幼苗抗病力弱，发芽不整齐，苗木上苗木疏密不均，造成管理上的困难，因而很容易罹病。为了获得品质优良的种子，首先应注意对母树林的经营。要选择生长良好的林分作为母树林，通过抚育采伐逐渐除去生长不良的立木，及时消灭母树林及其周围林分的病虫害。其次，采种应及时，并进行精选，汰除发育不良及罹病虫害种子。在运输和贮藏中，应注意温度和湿度，以免种子发生霉烂、虫蛀的损失。

二、苗圃的经营

苗圃以设在平坦避风的地方为好。在开阔地方，水分的蒸发和蒸腾都较强，旱风寒流都无障碍，应适当栽植防护林带或行道树，改善苗圃的小气候。

苗圃土壤的物理化学性质对苗木病害有很大的影响。粘土

地排水不良，耕作困难，容易使苗木发生根部病害。沙土地夏天地表温度很高，易使苗木茎基灼伤。应尽可能选择沙壤地土作为苗圃，土壤的PH值在5以下时病菌的活动较少，而大多数的针叶树种也要求酸性土壤。

蔬菜及瓜类栽培地，常易积累病原菌，因此原来的菜园不宜选作苗圃。

选择苗圃地时，应注意排水与灌溉的便利。在苗圃如有排水不良或局部积水，生理性的和寄生性的病害常易发生。苗木经过旱涝，生长不健，许多弱寄生菌就会乘机侵入。

改变播种期可以避免某种病害为害，例如俞新要在福州进行的杉木播种试验，12月播种的完全不发生根腐病，而在4月播种的发病率达65%。这是因为到根腐病盛发的雨季，12月播种的苗木已生长健壮，能够抗病了，而4月播种的苗木则还很幼嫩，易遭病菌为害。播种过深或复土过厚，种子发芽慢，幼苗出土也迟，增加土壤中病菌为害的机会。

苗床覆盖物和荫棚材料应选用干净的。去年用过的材料，尤其是在发病苗床上用过的材料，要经过消毒后才可再用。（用0.5%的福马林液喷洒，并覆盖2小时），荫棚应早盖晚除，避免遮荫过度，下雨天也应拆除，以防倒塌及苗床上局部受水量特多，造成烂根或发流地。

有机肥料可以改变土壤理化、生物各方面的性状，使苗木生长良好。但一切有机肥料均应充分腐熟后才能施用，因为未腐熟的堆肥或其他有机肥料，其中病原体并未完全死亡，未腐熟有机质施入土中也使得土壤中的丰寄生菌获得营养基质。

氮肥过多常使植物徒长，组织柔嫩多汁，表面保护组织形成不良，都有利于病原侵入。

轮作可以避免病原体的长期积累，但在我国许多地方，育苗树种比较单纯，土地经营也很集约，强调轮作还有困难。在森林苗圃中应尽可能的实行针叶树和阔叶树的轮作。

在苗圃中应注意保持卫生的环境，及时清除妨碍苗木生长并可能作为病原载体寄生或转主寄主的杂草，清除枯枝落叶及其他垃圾以防止病原潜伏越冬，剪除病枝叶，拔除病株，随时烧毁，以消灭病害发源地等。

三、幼林的经营

造林設計时，对树种的选择和造林类型的确定就应考虑病害发生的可能性。混交林较单纯林具有抗病的性能，因为，适当的混交林可使林木生长较为健康，且各种树相互间隔，互为阻碍病害传播的屏障，即使某一树种发生较严重的病害也不致全林毁灭。但在营造混交林时，又要注意锈病的转主寄生现象，例如松类和杉类的混交在松锈病严重的地区还是值得考虑的。

造林用苗木应作严重的挑选，不健康的苗木抗旱和抗病力都弱。幼林郁闭前应进行必要的抚育，如发现病虫害，应及时采取措施，以免蔓延。

幼林郁闭后，要及时进行修枝和疏伐，用人工修除林木的下枝，不但可以防止病害的侵入，而且可以弄成无节良材。据伊修敏斯基的试验，认为林木下部的死枝和生长衰弱的树枝是病原侵入树干的途径，都应加以清除。

四、近熟林和成熟林的经营

近熟林和成熟林中主要的病害是主木腐朽，这类病害，主要由伤口或死节侵入，例如：大兴安岭落叶松林的干基腐朽病，许多是从树干上火烧伤口侵入的，因此要保护林木不受火灾及其他伤害，同时每年进行卫生采伐，以清除罹病虫害的林木，风倒木、风折木等。主木腐朽病的感染率随林木的年龄而上升，可以适当地考虑林木的采伐年龄而避免木材遭受大的损失。

采伐的木材不应保存在临时集材场到夏天。在我国南方则更无冬夏的区别，应尽快运出林区，以免腐朽并成为病菌的繁殖场所。

在林区集材场存放的木材应合理地堆放在干燥通风的地方，薪材应劈成小块与用材隔离堆放。如发现原木腐朽，应立即行运走或劈成薪材。经常保持集材场的清洁。原木运完后，应将废材清理干净。

为了保护森林免受病虫害的灾害，苏联颁布有林区卫生要求，我国也有具体规定。

第三章 化学防治法

化学防治就是用化学药剂处理已染病或未染病的植物，或者是处理植物所生长的环境及病菌的潜伏场所，以达到保护植

物不受病菌侵入或直接杀灭病菌的目的。

化学防治用的药剂通称杀菌剂，但它的作用有时不一定是把病菌杀死，而是抑制病菌的生长或是抑制病菌孢子的产生和发芽，因而达到防病的目的。

杀菌剂不仅作用于病菌，也同时作用于植物。各种病菌对杀菌剂的反应是不同的，各种植物对杀菌剂的反应也不同。良好的杀菌剂应该是对病菌的毒力很强，而对植物的毒力很小，使用时才不致发生药害。通常把杀菌剂对病菌的毒力称为绝对毒性，把这种毒力与对植物的毒力比较来说，称为相对毒性。杀菌剂的毒力与它的浓度、作用的时间及作用的温度有密切关系，因此在夏天施用时，浓度应低些，冬天使用浓度应高些。

一般杀菌剂的毒性大小，取决于它们的电离度，因为有效物质是从离子状态对病菌起作用的，电离产生的离子愈多，毒性就愈大。如果在杀菌剂中加入能够减少离子产生或能吸附离子的物质，都会使毒性降低。用硬水或不洁的水调制杀菌剂时，常会产生这样的作用。

八. 种子消毒

林木种子消毒一般有两种作用，一为杀灭附着在种子外表的病原体，一为种子带着药剂播入土中，杀灭土壤中种子周围的病菌。针叶树类的种子发芽时，将种壳顶出土面，种壳经过的地方都可能散布药物，保护幼芽不受病菌侵害。

1. 药液浸种或喷洒 用以杀灭种子外表附着的病原体。常用的药剂如次：

(1) 福马林 福马林为40%的甲醛(CHOH)水溶液，无色透明，挥发性强，比重1.09。将0.5%的福马林液(40%的福马林一分加水80分)用喷雾器喷在种子上，一面喷一面不断翻拌种子，使均匀润湿。然后把种子堆成一堆，用油布、麻袋或席子盖严，经过2小时后，摊开晾干，随即播种。

福马林长期贮藏时，可能由于聚合作用，发生浑浊或沉淀，可将它连容器放在热水中，或用热水稀释，沉淀就会消失。如处理后沉淀仍不消失，可用等量的0.8%的家用硫酸溶液加入福马林中，放在温暖的地方，至沉淀消失为止。经过这样处理的福马林，应测定其浓度，以便加水稀释。

福马林比重、浓度及稀释倍数表

福马林液的比重	福马林液的浓度 %	配成不同浓度的药液时一分福马林液应加水的倍数		
		0.15%	0.5%	1%
1.09	40	300	80	40
1.08	34	220	68	34
1.07	28	180	56	28
1.06	23	150	46	23
1.05	20	130	40	20

(2) 过锰酸钾 紫黑色固体，为一强氧化剂。经过催芽的种子用 0.5% 的过锰酸钾水溶液浸 2 小时，可以达到消毒的目的。

2. 药粉拌种 药粉拌种不仅可以杀灭种子上的病菌，而且可以杀灭土壤中种子周围的病菌，保护种子不受侵害。有机汞制剂是目前最理想的拌种剂，对防治针叶树幼苗猝倒病有一定的效果。

(1) 谷仁乐生 即 5% 的磷酸乙基汞粉剂，能溶于水，挥发性很强，因之在土壤中保护种子的作用也强。拌种量是 0.2—0.3%，即 1 公斤种子用谷仁乐生 2—3 克。

(2) 西力散 (西力生) 即 2% 的氯化乙基汞粉剂，不溶于水，有挥发性。效果较谷仁乐生稍逊，但价廉，药害亦轻。拌种用量为种子重量的 0.5%。

少量种子的拌种，可将种子及药粉放在玻璃瓶或铁罐内，以塞至容器的一半为度，将瓶塞严密塞紧，剧烈振荡 5 分钟左右。多量种子的拌种可用手摇拌种器。拌种器的制法很简单，可以利用当地易于得到的材料，普通用一只火油桶，在一端开口并加一活动盖，可以盖得很严密，扣得很牢。纵贯火油桶的对角线装一轴，轴端装一曲柄，然后把轴的两端安放一个支架上即成。使用时，将药粉及种子装入桶中至半桶左右，将盖扣严，摇动曲柄每分钟 25—30 转，经 3—5 分钟即好。

二. 土壤消毒

土壤消毒就是用杀菌剂处理带菌土壤，以杀死土壤中的病菌，或者改变土壤性质，使不适于病菌的生长而利于植物的生

长。森林苗圃多带有永久性，常以更换园地或进行轮作还有困难；林木种子发芽迟缓，用杀菌剂拌种，药效的维持也可能难于长久，因此带菌土壤的消毒还是可用的方法。

土壤中的微生物很多，它们对杀菌剂的反应有很大的差别，进行土壤消毒选用的杀菌剂，最好仅能杀死或抑制植物的病菌。对大多数腐生的微生物没有不利的影响。这样的土壤消毒常称为土壤部分消毒。因为现今发现土壤微生物的活动是植物营养的重要因素，同时它们还能对某些病原菌发生拮抗作用。如果土壤消毒的结果将土壤中微生物全部杀死，则不但植物的营养以受到影响，且往往由于病原菌重新侵染时缺乏竞争者，使病害发生更为严重。这样的土壤消毒常称为土壤完全消毒。只有当土壤严重地感染了病菌时才需要进行完全消毒。

土壤消毒的效果常因土壤的理化性质及病菌的种类而颇不一致。在甲地有效的药剂施用于乙地效果可能就不显著。有时药剂改变了土壤的化学成分，破坏土壤的结持，产生不良的副作用。同时土壤消毒的成本在目前还是很高的。土壤消毒既然还存在上述问题，且防止土壤传染病害，还有其他重要途径如适当施肥、精耕细作等，因此，我们不强调在森林苗圃中采用土壤的化学消毒。

森林苗圃中常用的土壤消毒剂及其使用法如下：

1. 皂矾 皂矾又称青矾、黑矾，即硫酸亚铁 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)，纯种的皂矾为淡绿色结晶，易溶于水。市售商品多含有一些杂质。它是廉价的国产药剂，农民习惯上常用作肥料。尹莘耘曾在北京对白皮松、油松的猝倒病作过试验，证明播种前在宽3尺长5尺的苗床上浇3%的皂矾液15斤，不但能减低松苗死亡率，而且使其生长健康。在幼苗出土后发生猝倒病时，用3%的皂矾液浇在幼苗根际土壤中，也能抑制病害的发展，但在施用后应洒清水洗去苗上的药液。

皂矾的杀菌力不强，防病的作用主要是改变土壤的酸度及促进植物的生长。在硷性较强的土壤中，用量应酌量增加，在酸性土壤中效果可能不很显著。

2. 硫酸 (H_2SO_4) 硫酸是森林苗圃中防治针叶树幼苗猝倒病常用的药剂。据安吉季诺夫的分析，施用硫酸后，使土壤酸度显著提高，如在硷性灰化土上施用，会不利于种子的发芽。

和幼苗的生长，在沙土中的用量应较粘壤土为少。因此建议，用硫酸行土壤消毒时，应在播种5日前施用，在粘壤土每平方公尺50—60毫升，而沙土为30—40毫升。施用时将硫酸缓缓注入6—12公升的水中，均匀浇在1平方公尺的苗床上。用水的多少，视土壤的含水量而定，要使药液均匀透入土壤10—12公分深。

硫酸除防病外，尚能减少杂草滋生，但在天气干旱时，易使土壤板结，应常浇水。

3. 福马林 福马林在土壤中的穿透力很强，为理想的土壤杀菌剂，缺点是价格较贵，杀菌力不能保持长久，消毒后要注意不使土壤重新染病。施用法：于播种前10日施用。每平方公尺苗床用40%的福马林50毫升，加水1—12公升。浇入土中后，用油布、油纸、麻袋或芦苇等严密覆盖，播种前3日除去覆盖物，并进行松土，使甲醛气体发挥干净。

4. 石灰 石灰具有一定的杀菌力，同时也能增加土壤的碱性反应，因此不宜于施用在针叶材的苗床上。对阔叶树苗菌核性根腐病 (*Sclerotium rolfsii*) 有效。施用量每亩苗床100—200斤，按土壤性质而定。

5. 石灰氮 石灰氮即氰氨基化钙 (CaCN_2)，是一种很好的化学肥料，但在目前我国生产的还不多。石灰氮能提高土壤的PH值，也能作局部杀菌，但施用后效用不能持久。石灰氮除用作土壤消毒外，用于堆肥中可以促进发腐，撒在落叶上可以抑制叶斑病菌子实体的产生。

用石灰氮行土壤消毒，每亩苗床用100—150斤，将石灰氮翻入土中，十日后才能播种，否则会发生药害。地面消毒每亩约用30斤。用于堆肥每千斤堆肥10—20斤。

6. 漂白粉 漂白粉用于土壤消毒可以防止阔叶树苗细菌性根肿病。施用量是每平方公尺50—150克。

除上述几种土壤消毒杀菌剂外，尚有氧化汞，过猛酸钾，硫酸铜，醋酸等，在森林苗圃中可以试用。

三、喷雾和撒粉

喷雾和撒粉最主要的目的是在植物生长季节把杀菌剂喷撒在植物体表面，保护植物不受病菌侵害。植物感病后，病菌是在植物体内发育，植物表面喷药并不能把它杀死，因此喷撒

应该在病菌侵入之前进行才会有效。只有少数病菌如白粉病菌，是在植物表面寄生的，才能被药剂杀死。因此喷撒时期的确定应首先了解当地病害发生的时期。病害发生的时期因各年气候而有所不同也是要注意的。进行再次侵袭的病害，其初次侵袭往往不很普遍，当病害发生后，及时喷药，仍能防止病害的蔓延。

喷撒用杀菌剂要求粘着力强，才能均匀附着于植物表面，同时又要具有在水中的相当溶解性，才不致很快被雨露冲洗掉，使药效维持长久。

用液体杀菌剂进行喷雾，其优点是：用量较为节省，在植物体上展布均匀，粘着力强。但因为是液体，携带不便，尤其是在缺水的山地，使用很不方便。用粉状杀菌剂撒粉，其优点是携带便利，适于大面积内使用，但消耗量较大。

据苏联经验，喷雾剂用量在苗圃中的幼苗每公顷用600—800公升，针阔叶树幼林，因年令不同，需用800—2,500公升，撒粉剂每公顷需用16—22公斤。

喷雾应在无风晴日早晨露水干后或傍晚进行，应避免在中午喷雾，撒粉则在清晨露水未干时进行最好。

常用为喷雾及撒粉的杀菌剂如下：

1. 波尔多液

波尔多液的发现距今已有六七十年的历史，但到目前为止，仍为重要喷洒剂。

波尔多液是由硫酸铜水溶液与石灰水混合而成，取硫酸铜和生石灰各一分（按重量计），分别溶于50分水中，然后同时倾入第三容器中并用力搅拌，即成天兰色的波尔多液。也可以将稀的硫酸铜液倾入浓石灰水中，切忌用浓的硫酸铜液与稀的石灰水混合。

波尔多液的浓度是以药剂中硫酸铜的含量来表示的，上述方法配制的波尔多液，在100分水中含硫酸铜一份，故其浓度为1%。

配制波尔多液时，应注意的事项如下：

(1) 生石灰要新鲜纯净，调制时，先用热水化开，使成粉末，然后用冷水稀释。如用熟石灰，则应增加用量32%。

(2) 硫酸铜以兰色者为好。可以用热水溶解，俟冷后应用。硫酸铜液不能用金属容器，可用瓦器或木桶。

(3) 两液混合时，其温度不能高于室温，同时要用刀不断搅拌。

波尔多液为良好的保护剂，应用很广，喷洒在植物体上，其保护作用可达两星期，在病害传播期间，至少每隔二星期喷洒一次。如经雨水洗掉应慎重喷。

波尔多液不能贮存，应随配随用。

2. 硫酸铜

硫酸铜的水溶液也可用来喷洒植物，但粘着力差，药害大，使用的浓度不能过高，通常可用 0.1—0.5% 的溶液。

3. 石灰硫磺合剂

石灰硫磺合剂具有杀菌和杀虫的作用，是由石灰和硫磺的混合剂熬煮而成。

用生石灰 10 份，硫磺粉 20 份，水 100 份，先将生石灰用少量热水化开，调成糊状，加入硫磺粉，充分拌匀，再加入足量的水，然后煮沸 40—60 分钟，熬煮时，要不时搅拌，并随时加入适量的水来补偿蒸发掉的水量，以保持原有的水量，当液体变成暗褐色时即成。

熬成的石灰硫磺合剂浓度很高，称为原液，通常为波美 20—25 度，在使用时，应加水稀释。先用波美比重表测定原液的浓度，然后视所需要的浓度按下表的数据加水稀释。

石灰硫磺合剂浓度稀释表

原液 浓度	稀释度 加水 倍数								
	5度	4度	3度	1度	0.5度	0.3度	0.2度	0.1度	
15度	2.24	3.07	4.46	15.6	32.5	56.0	82.0	166.0	
16度	2.48	3.38	4.87	16.8	34.6	60.0	89.0	179.0	
17度	2.72	3.68	5.30	18.7	37.3	63.0	95.0	191.0	
18度	2.98	3.98	5.70	19.4	39.8	68.0	102.0	204.0	
19度	3.23	4.30	6.10	20.7	42.5	73.0	108.0	217.0	
20度	3.49	4.65	6.60	22.0	45.1	77.0	114.0	231.0	
21度	3.75	4.97	7.00	23.4	47.8	82.0	122.0	247.0	
22度	4.03	5.30	7.50	24.7	51.0	86.0	128.0	258.0	
23度	4.29	5.70	7.90	26.1	53.0	91.0	131.0	272.0	
24度	4.57	6.00	8.40	27.5	56.0	96.0	143.0	286.0	

续前表

原液 厚度 加水 稀释 倍数	5度	4度	3度	1度	0.5度	0.3度	0.2度	0.1度
25度	4.84	6.40	8.90	29.0	59.0	101.0	150.0	300.0
26度	5.10	6.70	9.30	30.4	62.0	106.0	157.0	315.0
27度	5.40	7.10	9.80	31.9	65.0	110.0	165.0	330.0
28度	5.70	7.40	10.30	33.3	68.0	116.0	172.0	345.0
29度	6.00	7.80	10.80	34.8	71.0	120.0	179.0	361.0
30度	6.30	8.20	11.30	36.5	74.0	126.0	186.0	377.0

4—5度为石灰硫黄合剂在冬季喷洒可以杀死在树木枝、干、芽内越冬的病菌，如桃缩叶病菌等，在夏季喷洒植物可用0.3—0.5度液。石灰硫黄合剂对白粉病菌的效力很强，这是波尔多液所不及的。

石灰硫黄合剂的原液可以貯存，但应密封，或在表面加矿物油一薄层以与空气隔绝。

4. 石灰硫磺混合液

石灰硫磺混合液有称为自热石灰硫磺合剂的，生石灰、硫黄和水的用量按3:3:400的比例。先将石灰用少量水化开，乘发热最高时，将硫黄粉拌入，充分搅拌，然后加入其余的水稀释即可直接用来喷洒。这种石灰硫黄合剂化学反应没有充分进行，使用时不致发生药害。在没有条件进行熬制时，可以采用此法。

5. 硫黄粉

硫黄粉对锈病及白粉病的防除很有效。硫黄的粉末愈细，效果愈大。为了节省药剂，使用时可以与等量的消石灰或滑石粉混合。

6. 其他喷雾及撒粉药剂

苏联防治橡树白粉病也使用硫酸钙及苏打肥皂合剂。硫酸钙可以用末撒粉，也可作成1:200的悬浮液喷洒。苏打肥皂合剂即用0.3—0.5公斤的工业用碱（氢氧化钠或碳酸钠）及0.3—1.0公斤的肥皂与100公升的水混合而成。

四、其他杀菌剂的应用

1. 内科治疗

植物病害的内科治疗法是俄国昆虫学家 И. Г. 谢尔列夫 (Шерлеф) 在 1892 年倡议的。可惜试验没有得到结果。后来，俄国的和欧美的科学家们却按照他的方法作了许多成功试验。

内科疗法是将药剂导入植物体内，其方法有四：

(1) 将药液注入树干中。最简单的是在树干上钻孔，将药液注入较高的树枝上，用橡皮管通入树孔中，药液藉重力的压力徐徐注入树干内；

(2) 将药剂施入植物根际的土壤中，使自根群吸收；

(3) 将药液喷洒在植物体表面，使自枝叶吸收；

(4) 在播种前用药剂浸种或拌种。

药剂导入植物体后，其作用可能是抑制病原菌的生长和活动，阻止病原菌毒素的形成，中和病原菌所产生的毒素，或者是增强寄主的抗病力。

在森林病害的防止上，曾有人用有机化合物 β -guaiacolinol Benzoylate 施于根际以治疗榆树枯萎病获得良好效果。也有人用锂的稀溶液注射到板栗树干中，抑制了板栗干枯病 (*Endothia parasitica*) 的发展，用硫酸亚铁来治疗树木的失绿病等事。最近，内科治疗剂已发展到采用抗生素，例如：苏联已有人用抗生素喷洒防治柑桔的果实腐病等。因此，内科治疗法目前虽还在试验研究阶段，将来是有前途的。

2. 伤口消毒和保护

白塗剂：用白塗剂塗刷在树干上，主要的目的是防止冻害和日灼。但在白塗剂中加入杀菌剂和杀虫剂，也要有防病虫害的作用，白塗剂的配制方法很多，兹举一例如下：

生石灰 10 斤，食盐 2 斤，兽油（或植物油）2 两，大豆着展剂（或豆漿）1 两半，石灰硫磺合剂原液（或硫磺粉）2 斤，水 36 斤。

先将生石灰用少量水化开，在发热时，加入兽油、大豆着展剂及石灰硫磺合剂等，调成稀糊状，然后加入盐水充分搅拌均匀即成。兽油和大豆着展剂的作用是增加白塗剂的粘着力，盖铺展性，食盐则是增加其渗透力并避免干后开裂。

伤口消毒剂：伤口消毒剂用于处理已有病菌存在的

伤口。杀死残留的病菌，常用的药剂有：

(1) 碱性升汞水：用升汞 1 克，溶于 5 毫升浓盐酸中，然后加水 500—1000 毫升稀释即成。

(2) 高锰酸钾水：用高锰酸钾 30 份溶于 100 份水中，然后加入浓硫酸 1—3 份。

(3) 石灰硫酸合剂原液。

伤口保护剂 伤口保护剂的作用是保护伤口，不受病菌侵害。树干上的病组织刮除后，先用伤口消毒剂消毒，然后涂以伤口保护剂。常用的伤口保护剂有：

(1) 波尔多液

硫酸铜 1 斤 生石灰 3 斤 薯油 0.4 斤
水 15 斤

将生石灰用热水化解，加水至 8 斤，另将硫酸铜溶于 7 斤水中，然后将两者同时倒入另一容器中，充分调和并加入薯油即成。

(2) 煤焦油

(3) 虫胶的酒精溶液。

3. 木材防腐：

用化学药剂处理木材以防止木腐菌的侵害是室外建筑用材非常重要的保护方法，现在应用最广泛的是用煤焦油处理木材。铁路枕木的处理是将枕木放在密闭的锅中，加压力使煤焦油透入木材内部。处理后的枕木可经三四十年的防腐。其他建筑用材也可用煤焦油涂刷。

用 2—5% 的氯化钾溶液浸渍木材，防腐的效果也很好，并且处理后的木材可以再涂漆。但氯化钾是水溶性的，在室外容易被雨水冲洗而流失。

五. 使用药剂的安全技术

福马林具有挥发性，其蒸气能刺激人的粘膜，在配制和施用时间，应在通风良好的地方进行，同时要戴棉的纱布口罩和眼镜。

硫酸有强腐蚀性和吸水性，稀释时应将酸缓慢倾入水中，而不是相反。工作人员应穿工作服，工作场所应备有清水和碱性药液，以便在硫酸沾到皮肤上时即时洗滌。

谷仁乐生、高力散、有剧毒，有挥发性，工作人员应戴口罩及风镜，穿工作服，不应连续工作超过4小时。

硫酸铜、升汞也是有毒物质，不能入口，硫酸铜对皮肤也有腐蚀性。

在从事药剂配制，或施用时间，不得高声谈笑、抽烟，喝水及取食。工作完毕后要漱口，并用肥皂洗脸洗手。

喷撒了药物的牧草也不使家畜取食

第四节 物理机械的防治法

用机械的方法或利用高温及其物理因素来消除病原，在植物病害的防治上也是常用的方法。

在本章第二节中所说的关于保持苗圃和林区卫生环境的措施，如清除受病植株，或植株的受病部分，清除转主寄主和野生寄主，收集并销毁病菌子实体及落叶，修枝等，都属于物理机械的防治法的范畴。

在种子消毒方面，除用杀菌剂外，农业上常用温水浸种来杀死侵入种子内部的病原。对于混在种子中的病原如麦角，薹丝子的种子等，可用汰选的方法除去。为了防除镰刀菌所致针叶树幼苗猝倒病，若拉夫列夫（И. В. Крыавлев）建议用清水加2个大气压冲洗种子也能达到消毒的目的。

土壤可用高温消毒，在苗圃中应用时，将枯枝落叶堆集在土壤表面燃烧。枯枝落叶堆集的厚度要能使火焰维持30—60分钟，因此，这一方法的普遍应用还是有困难的。

对庭园行道树或其他贵重树木，当它们遭受机械损伤，或病菌侵害发生局部溃疡时，可用利刀将病部削除，并将伤口磨平正滑，然后涂以伤口消毒剂和保护剂。当树木形成树洞时，首先清除树洞木质部的腐朽部分，消毒后再用油灰，或水泥等填补。

第五节 生物防治法

防除植物病害的生物学方法可以分为两类：其一是利用其他微生物对病原的拮抗作用，其二是培育抗病的植物品种及提高植物的抗病力。

微生物对病原菌的拮抗作用表现在下列方面：