

树苗猝倒病的防治

张发荣 著

基 芒

內 容 提 要

這本書是根據蘇聯茹拉夫列夫所寫的“樹苗猝倒病的防治”譯出的。書中着重介紹了樹苗猝倒病的預防方法，如種子檢驗、消毒和土壤消毒，特別是土壤消毒；同時也比較具體地介紹了這種病害的間接和直接防治法，如採取合理的農業技術措施，應用有效的殺菌劑等。

樹苗猝倒病在我國是比較嚴重的病害，目前這方面的資料還很少，因此該書的出版對這種病害的研究和實際防治工作人員有很大參考價值。

目 录

緒 言.....	1
鐮刀菌病的預防.....	5
鐮刀菌病的間接防治法.....	41
鐮刀菌病的直接防治法.....	44
結 論.....	53

緒 言

本書是一些文獻資料和中央林業科學研究所對喬灌木樹種幼苗病害綜合防治研究結果的簡明科學技術彙報。這裡所指的幼苗病害即大家知道的所謂“猝倒病”，而目前則稱之為“樹苗鐮刀菌病”。

這種病所造成的損失非常巨大。本書作者曾在列寧格勒、唐波夫、鄂木斯克和其他各省發現樹苗由於猝倒病損失達90%，種子和種芽死於土中的情況也造成不小的損失。

當然，此病已引起了森林植物病理學家的注意，並且現在已經積累了許多有關這種病害防治法的資料。

中央林業科學研究所在1937—1940年以及1944—1952年所進行的工作，對制定這些方法有着重大的作用。這些研究，目的是為了在生產上制定有科學根據的系統的措施，以保證有計劃地防治這些病害。

著者對於這個問題的研究能夠滿足種子檢驗站和生產方面所提出的許多迫切的要求。過去已經發表了許多材料，解決了防治鐮刀菌病的一些最重要的問題。直到現在，種子檢驗站也還是依據這些材料來進行工作的。

在這方面，中央林業科學研究所繼續研究出了防治鐮刀菌病的系統的措施。這個系統的措施，通過國定標準的立法方式，通過出版書籍的方法，已運用到生產上來了。“森林種子和土壤消毒實踐指導”（1947年），“喬灌木種子真菌病”等，都屬於這類著作。

本書尽可能收集了所有有關防治鐮刀菌病的主要資料，並

且綜合了有關這個問題的材料，使這些材料系統化，寫成簡明的科學技術彙報。

在森林苗圃里，播種的喬灌木幼苗，常常感染具有普遍性的猝倒病。此病通常是由真菌〔特別是鐮刀菌屬（*Fusarium*）的真菌〕所引起的。然而，眾所周知，樹苗的猝倒病有時是由于物理機械的原因所引起的：由于太陽光使土壤過熱而引起“頸部灼傷”，幼嫩的植株為砂粒所傷，受風的影響而搖動等等。

由鐮刀菌屬的真菌所引起的猝倒病，目前多稱之為“樹苗鐮刀菌病”。

黨和政府關於建立護田林帶的具有歷史性的決議，在林業面前提出了必須保證國家對種子和苗木需要的任務。

現在不但要求培育大量的樹苗，而且要求培育樹苗時把損失減至最小的限度。

這只有在運用以米丘林—李森科學說為基礎的蘇聯科學的先進成果，才能做到。

在綠化工作的第一階段，尤其是在培育苗木的時期中，種子和樹苗的真菌性病害是對苗木的品質和數量，以及對造林工作的順利進行有不良影響的主要因素。

在苗圃中，樹苗鐮刀菌病是許多真菌性病害中特別普遍的病害。由此病所造成的損失非常巨大，因此徹底地防治此病是林業工作者首要的和刻不容緩的任務。

這種病害防治法只有在採取綜合措施的情況下，才能收到良好的效果。

鐮刀菌屬屬於半知菌類囊生菌目瘤座孢科，共計有500種左右，其中已被研究的約180種，而已被承認的獨立的種有65種。

鐮刀菌是子囊菌的分生孢子階段。所以鐮刀菌中，有許多都具有兩種類型的孢子：分生孢子和子囊孢子。分生孢子具有

大型和小型的兩個類型（圖1.A和B）。菌絲或分生孢子中形成的厚垣孢子也可以作為許多鐮刀菌的特徵（圖1.B）。

鐮刀菌主要存留在土壤中，而且按其生活方式是屬於腐生或半腐生菌。它們有許多生物學特性，這些特性對許多植物有極大的危險性：鐮刀菌能長期生存於土壤中，以有機體的殘餘為營養，並保持着轉移到活植物上去的能力，能堅強地忍耐不良的條件，而且特別危險的是會侵染許多種植物，從一種傳到另一種。

這種病借種子或其他東西常入土中的病原菌的分生孢子傳播，也可借土中腐生的菌絲傳播。由於樹苗彼此相處很近，病害很容易利用菌絲穿過土壤，從病苗傳至健苗。在許多情況下，種芽剛剛突破種皮尚未出土時就已死亡。

感染病害的樹苗迅速死亡，這是由於苗根腐爛以及植物的導管被病原菌的菌絲體阻塞，因而水分不能正常進入苗木上部所致。

根據我們的觀察和其他研究者的資料來看，菌絲在土壤中，由病株傳至健株的速度每晝夜為2—5公分。

病害的外部症狀是幼苗根頸處的幼莖變得比較軟弱，且呈半透明狀，然後失去其彈性並變褐色。根頸部產生縮縮，病苗猝倒於地上（圖1.Γ），且自下面開始逐漸干枯。

病苗由於根部腐爛而呈長圓形的光桿狀，易於從土中拔出。針葉樹種的樹苗發病後，子葉下軸和針葉均變為淡藍色且無光澤，是其相當固定的症狀；闊葉樹種的主要症狀也是這樣，但許多樹種（如槭樹、樺樹和衛矛等）的莖部縮縮發生在根頸梢上部分。比較年老的苗木不會發生“猝倒”，因為它們的莖幹部已經堅硬。在這種情況下，苗木直立干枯而死。

現已查明，莖部木質化以後（生長約兩個月後），此病對

苗木就不危險了。

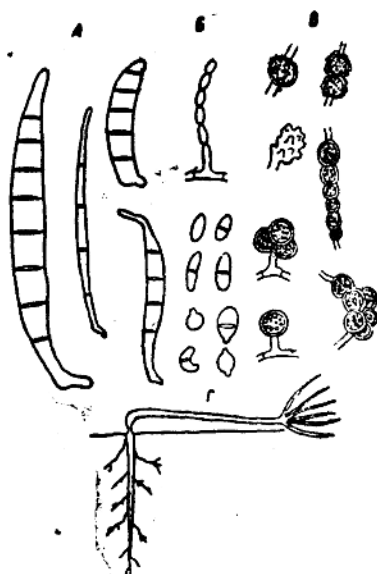


圖 1 銹刀菌的孢子

A—大型分生孢子；B—小型分生孢子；T—病苗

乔木幼苗銹刀菌病防治法的研究，在20世紀初期才開始。在這方面所積累的知識，已使防治的方式、技術和方法達到日益完善的地步。目前已知道的防治乔木幼苗銹刀菌病的方法，主要有下列三類：

- 1) 預防的方法：為了預防（採取預防的方法），可檢查種子、土壤以及貯藏室和苗圃的衛生情況等等。
- 2) 間接防治的方法：遵守農業技術，作為用環境條件控制植物和寄生物的方法。
- 3) 直接防治的方法：當寄生物進行有害活動時，將它消滅。

鐮刀菌病的預防

第一種預防的方法是檢驗種子，其本身包含有三個部分：檢驗種子的感染度，消滅感染現象，以及預防種子受病。

所謂種子的“感染度”即指種子表面有無有害的病菌孢子存在，以及種子內部是否為這些病菌所侵染。

林業中的鐮刀菌病，前一種感染最常見，後一種感染極其少有。因此，我們蘇聯採用的術語“感染”以具有更精確意義的“外部感染”或“內部感染”來表示感染的兩種類型，這種術語將在下面被我們採用。

種子檢驗

種子、土壤及雜草是樹苗感染鐮刀菌病的主要來源。

因此在制定這種病害的防治措施時，應特別注意不准把感病的種子帶到土中去。

有關喬灌木樹種的種子受病菌感染的文獻，是極其有限的。

作者的工作明確了：種子在成年樹上就會受病菌的侵染。例如在球果開裂時侵入其內。自球果內取出種子的過程中，以及在它們的貯藏期中，子上的菌系增多。關於種子上的菌系，除了作者的研究外，A. A. 伏尼次基和Д. В. 索柯洛夫的工作已為大家所知道。

索柯洛夫（1940）指出，在各種樹種的種子上所發現的53

种不同的病菌中，受镰刀菌屬真菌侵染的百分率，在橡实最高（達80%），美洲槭种子達52%，疣皮衛矛，達42%，梧桐槭達44%，青葉榕達29%，槲和槭達25%，樺樹、歐洲赤松和錦雞兒的感染度为7—16%，而其他樹种的感染度更低。

种子檢驗的任务由森林种子檢驗站执行，他們採用种子的植物病理学分析來確定必要的預防法。

对种子（果实、土壤、苗木）作植物病理学上的分析，可以估計在种子上產生的菌系即病菌的种（屬）的成分、它們在數量上的比例、有害真菌的有無及其造成的損害或將來可能發生的損害。

植物病理学的分析可用各种方法進行。离心机分离法是最簡單而比較粗做的方法。

要比較精確地分析，可採用生物学的方法。下列諸法均可採用：用洋菜培养基，用浸有洋菜培养基的濾紙，用浸有礦鹽培养基的濾紙以及用浸有消毒水的濾紙。最後一种称为“濕室”法。

著者所著的“森林种子植物病理学檢驗法參考資料”一書（1940）中对于各种种子的檢驗方法所作的比較指出，分析針葉樹和闊葉樹种子內外部对真菌的感染率时，用洋菜培养基可以獲得最充分的材料；在洋菜浸紙或浸有礦鹽营养成分的濾紙上進行研究，所得到的結果比較不精確。

濕室培养提供的結果是不能使人滿意的。如以洋菜培养基上所得到的精確度为100%，則上述所有方法的精確度（按上述的次序）的对比为：100：75：50：40。

为了提高植物病理学分析的質量，作者曾設計了一种儀器。可使培养皿受真菌孢子的侵染減少 $1/2$ — $2/3$ （“林業”雜誌，1938年第4期）。

“可允許的”染病种子百分率

由于种子内外均会帶镰刀菌病的病原菌，因而，为免种子罹病起見，往往進行种子消毒。然而是不是种子在任何感染情況下都应当進行消毒，或者只在很高的感染度下才進行消毒，換言之，有10%，5%，甚至1%的感病种子时，是否一定要消毒，这个問題直到1939年为止还没有正式確定。

假如感染度很低时也必須進行种子消毒，那麼，很顯然地，种子的植物病理学檢驗是不必要的，在實踐中毫無例外地進行所有种子的消毒要省事得多。

据此，術語“可允許的染病种子的百分率”应理解为这样的百分率，在这种百分率下，种子的消毒是不必要的，因为播种这些种子时，种子和苗木由于真菌性病害所造成的損失，事实上是可以不必考慮的。

確定可允許的种子感病率的試驗，在農業實踐中也曾做过，例如对感染了 *Colletotrichum* 菌的亞麻种子曾進行过試驗。

在1939年以前还没有对森林樹种的种子進行过類似的工工作，下面所述的是有關这个問題的唯一材料。

种子感染镰刀菌的損失有以下幾方面：A——由于种子發芽率“自然”降低的損失，即种子的田間發芽率較實驗室發芽率低；B——种子在土中由于受镰刀菌侵染的損失；C——樹苗猝倒的損失。因此，總損失等于 $A + B + C$ 。这代表这种發芽率和这种感染百分率的种子播种所產生的健康苗木，較播种同量無病种子所能獲得的健康苗木的減少數量。

A 的數量不取决于种子的感染度，而且这种發芽率对部分种子來說是穩定的；B 和 C 与病菌的生命活動有關，因之決定

于感病种子的百分率。这种情况已在布德林娜关于感染 *Fusarium avenaceum* 菌的小麦种子发芽率的著作中，以及本书作者关于感染 *Fusarium moniliforme* Sheld 的松树种子和洋槐种子的研究中所证实。

为了阐明上述依从关系，1939和1940年曾根据1940年发表的前述著作中所说明的方法，进行欧洲赤松和锦鸡儿种子的研究。在1940年的研究中，所采用的种子受病菌 *Fusarium moniliforme* 感染的感染度（%）为：0、5、10、15、20。

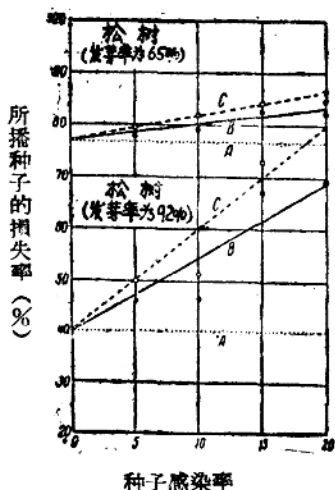
种子是用患镰刀菌病的幼苗（倒伏的）上分离得到的纯菌种的分生孢子进行感染的。试验前用普通的方法检查了病菌的毒力，即用取自纯菌种的分生孢子感染幼苗。在进行种子感染试验的同时，从这种感染而死亡的幼苗上重新分离出经检查过病菌毒力的菌种。取作试验的松树种子有32%和65%的发芽率，而洋槐的种子发芽率为37%。试验系在两种不同的砂壤土及暗壤土（菜园土）上进行的。在播种之前砂壤土曾以普通的方法用福尔马林液消过毒（一平方公尺土用50毫升福尔马林溶在8公升水中），其后接着用酒精浇在苗床的小区中深达10公分，随即点火并在酒精燃烧时搅动土壤。暗壤土则用硫酸的溶液消毒（一平方公尺用40毫升工业用的硫酸溶在8公升水中）。种子则用0.5%的高锰酸钾溶液消过毒。

将种子浸在 *F. Moniliforme* 菌的分生孢子的悬浮液中，使种子受感染。制备悬浮液时作了这样估计：在每颗种子上应沾有一个分生孢子。

每种种子感染度的重复处理为10次——每一重复为100颗种子。即每种感染度有1,000颗种子，而整个试验中每一组种子为10,000颗（发芽率32%及65%）。在60天以内进行幼苗的观察，并在幼茎木质化和猝倒现象停止后结束。所有死亡的幼苗

先用普通的方法分析，以闡明其死亡的原因。其中有一些是屬於“由於其他原因而死亡”的一類，即不是由於鐮刀菌病而死的，在整理材料時被當作“健康”的。

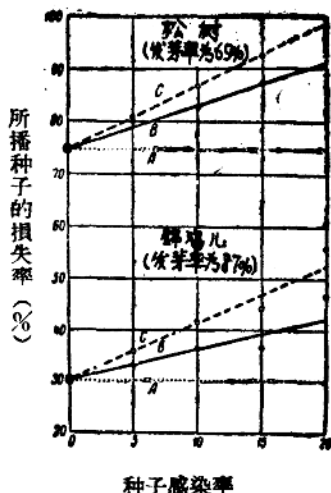
1939及1949年試驗的結果如表1所示，並繪制成圖2及圖3。



符号：

- A 天然不發芽的種子數，
B —— 土中種子及幼芽的損失，
C —— 總損失

圖2 在砂壤土中播種時種子感染率與鐮刀菌所引起的種苗損失的關係



- A 天然不發芽的種子數，
B —— 土中種子及幼芽的損失，
C —— 總損失

圖3 在壤土中播種時種子感染率與鐮刀菌所引起的種苗損失的關係

不同感染度和不同发芽率的种子由镰刀菌病所引起的种子和幼苗的损失 表 1

標 誌	土										壤										土									
	砂					壤					土					松					松					槐				
	發芽率92%					發芽率65%					發芽率65%					發芽率65%					發芽率87%									
	種 子 感 染 率																													
N—總損失 (%)	0	5	10	15	20	0	5	10	15	20	0	5	10	15	20	0	5	10	15	20										
A+B—種子不發芽數 (%)	40.4	50.0	40.0	70.0	0.0	0.77	0.79	5.82	0.44	5.87	0.74	5.80	5.86	5.92	5.98	5.90	0.85	5.41	0.46	5.52	0.0									
B—種子由於病菌感染的損失 (%)	40.4	47.5	54.5	61.5	68.5	77.0	78.5	80.5	82.0	84.0	74.5	78.5	82.5	86.5	89.0	83.0	0.36	0.39	0.42	0.0										
C—所播種子的幼苗倒數 (%)	0	7.1	14.1	21.1	28.1	0	1.5	3.0	5.0	7.0	0	4.0	8.0	12.0	16.0	0	3.0	6.0	9.0	12.0										
健 苗 (%)	0	2.5	5.5	8.5	11.5	0	0.7	1.5	2.5	3.0	0	2.0	4.0	6.0	8.0	0	2.5	5.0	7.5	10.0										
幼苗倒百分率 (佔全部幼苗數)	59.6	50.0	40.0	30.0	20.0	23.0	20.5	18.0	15.5	13.0	25.5	19.5	13.5	7.5	1.5	70.0	64.5	59.0	53.5	48.0										
	0	4.7	12.8	22.1	36.5	0	3.2	7.5	13.9	18.7	0	9.3	22.6	44.4	64.1	0	3.7	7.8	13.3	17.3										

表1及圖2、圖3的資料可概括說明如下：

1. 用發芽率高(92%)的種子播種在砂壤土中，當種子感染率增高時，種子及未出土幼芽的損失(B線)和幼苗的猝倒(C線)都顯著增多，而播種發芽率低(65%)的種子時，這些損失與猝倒不多。換言之，B線和C線在前一種情況下為陡線，而在後一種情況下則為斜線；在前一種情況下，當種子感染度為20%時，A和B的總數為68.5%，對照則為40%，而在後一種情況下，A和B的總數為84%，而對照則為77%。前一種情況與對照的差異是30%，後一種情況則為7%。

2. 播種在砂壤土中時，B的大小就整數而言，可以被認為是相等的，即對發芽率92%的種子來說，其染病的種子為1.5%，而對發芽率65%的種子來說，其染病的種子為0.33%。

3. 播種發芽率為92%的種子時，幼苗猝倒有下列的依從關係：染病的種子量增加5%時，猝倒苗木增加的百分率小二分之一。即染病的種子為5%時，C等於2.5%，染病種子為10%時，C等於5%，餘類推。

播種發芽率為65%的種子時，幼苗猝倒率的增加僅僅是種子感染率的 $\frac{1}{7}-\frac{1}{6}$ 。

4. 在發芽率為92%的種子中，種子和幼苗的損失總數(B+C)為種子感染率的二倍，而在發芽率為65%的種子中則為種子感染率的一半。

5. 在壤土中播種發芽率低(65%)的種子時，B和C的損失較播在砂壤土的大。由於這兩種土壤上對照種子的場圃發芽率實際上是相等的(B=77%和75%)，因此可以認為壤土較適宜於病菌的發育。

6. 在壤土中播種發芽率為65%的種子時，幼苗猝倒百分率的大小居於播在砂壤土中發芽率為92%和65%的種子的幼苗猝

倒百分率之間。

7. 暗色壤土上的洋槐幼苗猝倒率与播种在砂土上具有92%發芽率的松苗猝倒率幾乎相等。

自表1中可以看出：松樹种子發芽率的差異为27%。

根据感染程度，播种在砂壤土中的这些种子的N值（總損失率）的差異如下：

感染度 (%)	0	5	10	15	20
N 值的差異 (%)	36.6	29.5	22	14.5	7

因此，当种子的發芽率减低1%时，N值的变化如下：將所得到的數字（差異數）除以27，依次得到1.35，1.09，0.80，0.54和0.25。

用字母y表示种子的發芽率，字母x表示种子的感染度，然後制成若干对N有作用的輔助方程式（我們把它省略了）得到下列的公式：

$$N = 1.35y - 0.05xy + 2x + 40.$$

通过把种子發芽率的材料由100%擴大到60%的方法作出以下的改变以後，我們便可得到最後的公式（其中B为現有的發芽率）： $164 - 2.6X - 1.35B + 0.05BX = N$ 。

此公式可制成圖解（圖4）以確定种子的感染度。在这种感染度下，幼苗的出苗率不会較原有的这种种子等級的标准低（土內發芽率）。如在三級种子中，这种标准为31%，而在二級种子中則为42%。

从圖4的圖解中可看出，“可容許的感染度”是：一級种子發芽率为100%时，“可容許的感染度”为10%以內，發芽率为90%时，“可容許的感染度”为5%；二級种子發芽率为80%时，“可容許的感染度”为10%，而發芽率为70%或60%时，往往就沒有“可容許”的种子感染度了。

在同一种种子感染度下，种子發芽率越低，由病菌引起的損失也愈小，例如：当种子感染度为10%，种子發芽率等于100%时，由于病菌所引起的損失为25%，而在种子發芽率为80%时，此損失則为14%等等。

幼苗与种子的總損失率(%)

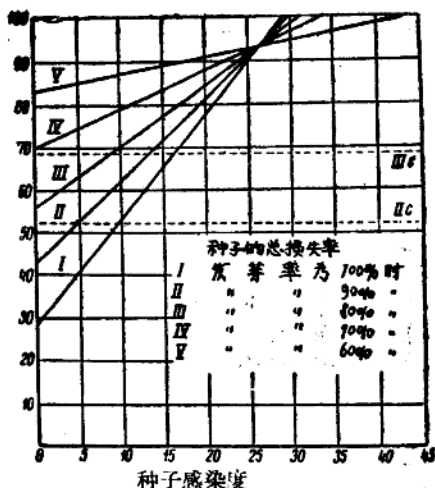


圖4 不同种子發芽率与不同种子感染度的种苗總損失率

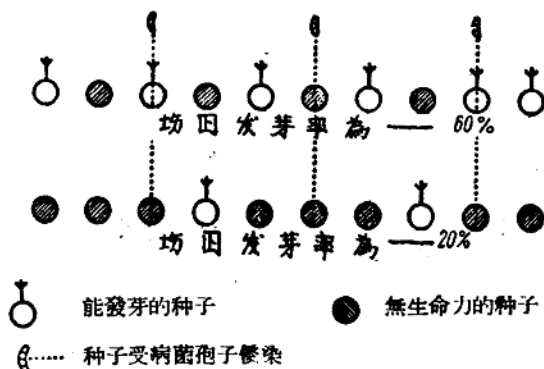


圖5 不同發芽率的种子感染度与幼苗感染的關係

这从圖5中看得很清楚，圖5表明不同發芽率的种子上平均分配同量孢子的四个处理（10个种子）中的一个。在这个例

子中，第一个孢子落在上一行左边的第三个种子上。在这行中，孢子在三个机会中有二个是落在可以發芽的种子上。而有一个則落在沒有生命力的种子上。在下面的一行中，所有三个孢子都落在無生命力的种子上。很容易查出，其他三个处理中只有一个处理能給上面一行提供另一种組合情况。

在最高級的种子中，損失这許多幼苗是不合理的。

种子發芽率低时，在生產中可增加播种量，即在同一面積（小區）中，用比較密播的方法以增加受感染种子和健康种子的數量。

最後，應該計算在小面積处理中分析种子时不可避免的誤差。根据克列切托夫的材料，这种誤差可由下列的方程式決定。

供分析的种子量		200		400
种子感染度 (%)	5	10	5	10
誤差 ($\pm m_q$)	1,542	2,121	1,090	1,000

既然平均的精確度 (M) 等于 $\pm m_q$ ，那麼当分析实际上有 4 % 受感染的 400 顆种子时，我們可以得到这样的最低數： $4 - 3,270 \approx 1\%$ ，或得到这样的最高數： $4 + 3,270 \approx 7\%$ 。

由于通常多取用 200 顆种子進行植病分析，因此在生產上与实际还有着很大的距离。假如对这种距离估計过低，那麼在播种时可能播种具有不被允許的感染度的种子；反之，如果对这种距离估計过高，便会对种子進行消毒（虽然此时並不需要消毒）。

因此考慮到上述的情况，應該注意：分析 200 个种子时，播在砂土中的种子可允許的感染度不应超过 2 %，分析 400 个种子时不应超过 3 %；在壤土上播种时一般沒有可允許的种子感染度。

种子消毒

最早研究苏联林木种子消毒的是C. И. 瓦列夫(1939) 其他研究了药剂对感染了*F. blasticola*菌的云杉及松樹种子作用。所用的药剂有：高锰酸钾，硫酸铜，硫酸，醋酸，福尔马林，特里奥利脱(триолит)，巴齐利脱(базилит)，考勃鲁(кобру)，木焦油，硫酸酐，氯，石灰水。

其中適用的(即不会降低种子發芽率的)有：

福尔馬林液(濃度为0.15%) 处理1分鐘

醋酸(濃度为1%) 处理0.5分鐘

鹽酸(濃度为2.5%) 处理0.5分鐘

硫酸(濃度为2.5%) 处理0.5分鐘

高锰酸钾(濃度为3%) 处理0.5分鐘

D. B. 索柯洛夫(1940) 研究了两种药剂——高锰酸钾和福尔馬林对白蜡槭、青桦、錦雞兒和洋槐的作用。

E. C. 克瓦舒寧娜(1939) 試驗了密郎寧(Меранин) 和尼烏依夫制剂(Ниувф)的作用。

根据全苏林業科学研究所的材料，以干燥的种子消毒剂進行种子消毒是比較好的，例如：用2克谷仁樂生(尼烏依夫-2)的标准用量处理一公斤种子。

M. A. 克維亞特柯夫斯卡婭(1941) 指出：以0.2%的尼烏依夫-1的溶液，0.15%的福尔馬林或高锰酸钾溶液处理10分鐘，对桑樹、皂莢、樺樹、小葉榆、青桦的种子是有好处的。

A. C. 傑協瓦婭(1944) 在肥料及殺虫殺菌剂科学研究所的研究總結中提及，谷仁樂生(尼烏依夫-2)、普罗塔尔薩(Протарса)、AB制剂等干燥的消毒剂和塔列關新(Талькарсина)及尼烏依夫-1液剂，均可採用。

C. M. 伏尔柯夫(1947) 在防治农作物种子受感染的报告