

作物的根病 及其防治原理

高 萊 特 著

陳 延 熙 譯

中 華 書 局 出 版

作物的根病及其防治原理

Root Disease Fungi

S. D. Garrett 著

陳 延 熙 譯

中 華 書 局 出 版

本書內容提要

本書是研究作物根病的專家高萊特對近半世紀來根病研究工作所作的總結。書中前半部對作物真菌性根病的發生和流行作了系統的分析；後半部按作物栽培方式分別討論其防治原理，特別注重農作防治法，並詳細討論橡膠樹根病的防治。書中某些不易了解的地方，已由譯者加以注解。這是一本比較專門的書籍，可供高等農林學校師生及較高級農林幹部參考之用。

S. D. Garrett
ROOT DISEASE FUNGI
Waltham, Mass. 1946

作物的根病及其防治原理

陳延熙譯

*

中華書局出版

(北京東總布胡同57號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第17號

大新印刷廠印刷

新華書店總經售

*

850×1168 1/32 • 6 3/8 印張 • 149,000 字

1953年7月第1版

1956年9月第2版上海第4次印刷

印數：4,501—7,100 定價：(10) 1.00元

統一書號：16018.15 68.7, 滬型

譯者的話

在植物病害當中，根病是比較頑強的一類，它使我們的農林作物經常遭受很大的損失。英國的高萊特氏本多年的研究寫了這本體系相當完整的著作，對於根病真菌的習性與根病防治原理均詳予敘述。美中不足的是作者引用蘇聯文獻不多；如衆所知，蘇聯自從帝俄時代的伏魯寧氏起，在作物根病的研究方面一直有卓越的貢獻，在根病的防治方面，如防治棉枯萎病，更有輝煌的成就。

原著引用文獻的題目所佔篇幅太大，被譯者刪掉了。書中的腳註，除註明“原註”者外，都是譯者加的。

感謝北京農大裘維蕃教授抽暇校閱原稿，提出很多寶貴意見。由於譯者學力有限，譯文中不大妥當的地方在所不免，請大家多多指正。

陳延熙

1953 年於北京農業大學

著者原序

侵染植物根部的真菌，作為一個生態羣，對於研究進化的人提供豐富的材料；它們對於植物病理學工作者在應用生物學上提出一系列的複雜問題。在植物病理學的教科書上，為了方便起見，通常將這些真菌與其他寄生真菌按分類學的系統歸類，這種安排會使真菌與其定居地的生態關係發生模糊。我寫這本書是為強調植物寄生菌中的一類與其定居地——土壤——的關係。

在地球的表面上，微生物和植物的土壤環境不如地表以上的環境變動之大；這種看法對於耕地尤其正確。熱帶作物根病防治的要點與溫帶作物的大致相同。所以根病防治法在地域性上的差異，並不如耕作方式，如農場栽培、植場栽培與溫室栽培等所致的差異之大。

我沒有打算把這本書寫成一本教科書，因之對於各種根病真菌及其所致的病害均未詳細敘述。我所注重的是幾種衆所週知的重要根病真菌。在第2—8章裏，我討論了根病真菌的習性，並想闡明寄生習性在地下進化的趨勢。在第9—15章裏，我論及不同耕作方式下的根病防治原理。

我對於“應用真菌學文摘”(1)的編輯和職員的衷心感激是難於言表的，他們所作的優秀的文摘使我對於這方面的了解得到很大的幫助。

最後，我特別感謝我的同事巴登先生，他於百忙中抽暇評閱了原稿的全部。

洛森斯泰試驗場

英國·赫次郡·安普敦

1944年秋

(1) Review of Applied Mycology

目 錄

譯者的話	1
著者原序	2
第一章 導論	7
土壤中微生物的消長	10
根病防治	14
第二章 根病真菌的寄生專化	19
土壤習居菌與土壤寄居菌	21
菌根真菌	23
第三章 根病真菌的寄生活動	29
在寄主體外的蔓延	29
在寄主體內的蔓延	40
第四章 土壤溫度對於寄生活動的影響	44
溫度	45
第五章 土壤水份含量、結構與反應對於寄生活動的影響	53
水份含量	53
結構	57
反應	61
第六章 土壤有機物含量及植物養料濃度對於寄	

生活動的影響.....	66
有機物含量.....	66
植物養料的濃度.....	70
氮素.....	72
磷酸鹽.....	75
鉀鹼.....	76
微量原素.....	76
第七章 根病真菌的腐生活動.....	78
強力腐生性.....	78
在土中進行以肉眼可見的腐生蔓延的真菌.....	78
在土中進行以顯微鏡可見的腐生蔓延的真菌.....	79
在土中不作廣袤腐生蔓延的真菌.....	82
在以寄生方式侵入的組織中的腐生生存.....	82
第八章 根病真菌的休眠.....	88
休眠孢子.....	88
菌核.....	92
棉根腐病菌(<i>Phymatotrichum omnivorum</i>)的菌核.....	93
棉根腐病菌的菌核在土中的分佈.....	94
棉根腐病菌的菌核在土中的壽命.....	96
其他根病真菌的菌核.....	100
第九章 大田作物根病的防治：輪作.....	102
輪作.....	103
僅以菌絲體在染病寄主組織內生存的真菌之剷除.....	103
以休眠孢子生存的真菌之剷除.....	104
以菌核生存的真菌之剷除.....	106
兼行腐生菌的剷除.....	106

輪作對於根病真菌的生存與活動之其他影響.....	109
第十章 大田作物根病的防治：植物衛生.....	111
阻止寄生菌由染病的種籽散佈.....	111
阻止寄生菌由染病的營養繁殖體散佈.....	112
銷毀其他的染病作物殘餘.....	113
阻止寄生菌藉其他的媒體散佈.....	114
藉風散佈.....	114
藉水散佈.....	115
藉耕種操作而散佈.....	116
藉染病的植物體作飼料而散佈.....	116
藉堆肥散佈.....	117
促進寄生菌早日由土中“自然”消失.....	117
第十一章 大田作物根病的防治：作物生長期間 的病害防治.....	120
機械方法.....	120
土壤溫度的改良.....	121
土壤水份與通氣的管制及種植深度的變更.....	122
土壤反應的改正.....	125
加有機物.....	126
施用化學肥料.....	126
第十二章 植場作物根病的防治：初墾地區.....	127
植場作物根病的初期防治法.....	128
那普的根病防治法.....	130
砍伐後的垂死樹根之被侵染.....	134
用環狀剝皮與毒殺法減少砍伐後根病所致的損失.....	137

樹樁露面的氣傳孢子侵染.....	140
根病防治的經濟學.....	141
第十三章 植場作物根病的防治：成年林與改植區	143
成年林根病的防治.....	143
改植區根病的防治.....	146
第十四章 植場作物根病的防治：特種問題	154
需要特別處理的根病.....	155
白紋羽菌(<i>Rosellinia</i> spp.)所致的根病.....	155
黑根腐病菌(<i>Ustilina zonata</i>)所致的黑根腐病.....	156
紫根腐病菌(<i>Sphaerostible repens</i>)所致的紫根腐病.....	156
茶根心腐病,從前認為是 <i>Botryodiplodia theobromae</i> 所致.....	157
新輸入的根病真菌的剷除或限制發展.....	158
第十五章 溫室作物根病的防治	163
土壤部份消毒.....	165
蒸氣.....	167
烘培.....	170
電.....	170
藥劑.....	171
附錄 土壤傳播的植物病毒	174
引用文獻	177
一般索引	191
病名索引	194
中西人名對照表	197

第一章 導論

根病研究的歷史，可分爲一系列雖錯綜却可以劃分的階段，並可視爲由十九世紀的後半葉開始。在這五十年裏，根病的重要性日益爲農人和植物學家所重視，但解釋這類病害的假說却紛繁歧異；如賽克斯特(1891)關於馬鈴薯瘡痂病便指出：“如衆所知，在說明馬鈴薯塊莖表面病情，即通常稱爲瘡痂病的一種病害時，其理論和解說之多，幾乎和研究這個病害的人數相若。”不僅是農人，甚至科學工作者也特別重視環境裏的非生物的因素，認爲它們是根病的可能的導因；不是抱怨土質，就是譴罪氣候，雖然有時認爲昆蟲也得負責。在今天，病害的寄生本源對於我們是一種家常話，但是對於十九世紀的植物學家，它是一種新奇的、甚至令人震驚的觀念；因此，起初農人不樂意放棄他們已往認爲土壤、氣候或昆蟲負責使他們的作物發生根病的假說，而接受微生物寄生的假說，正不足爲怪，因爲他們根本看不到那種微生物。

證明寄生性的法則是柯赫(1882)作出的；應用這種法則，可用實驗確定寄生細菌與其在動物和人體上所致的病害的關聯。這些法則是：(1)生物⁽¹⁾與病害經常聯繫着；(2)將生物分離成純培養菌種⁽²⁾；(3)用生物的純種接種便產生病害；(4)從因接種而發病的寄主上再分離生物，並用原來的接種物鑑定它。植物病理學家也將柯赫的假說當作應當遵循的法則而普遍地接受，可是像十字花科植物根腫病菌一類的純粹寄生

(1)係指微生物而言。(2) pure culture, 或作純培養。

菌⁽¹⁾無法用人工培養基來培養，研究的方法就不能完全依從它。雖然如此，在早期的根病研究者當中，嚴格遵守這些證明法則的並不普遍。第一條法則總是遵照的，第二條和第三條法則就不然，在接種試驗裏，常用天然受病的寄主組織代替純養菌種；如前指出，當研究純粹寄生的病原時，這種方法是不可避免的。第四條法則普遍地完全被忽視。許多早期的研究工作者，雖未完全依從柯赫法則，却幸運地發現了根病的主要寄生菌。

一個最早被正確地認為由於寄生真菌的活動所致的土傳病害⁽²⁾，是馬鈴薯的莖潰瘍和黑痣病，德國的辜英(1858)證明它是由於絲核菌(*Rhizoctonia solani*)的侵染⁽³⁾所致。不久以後，雷英凱和伯梭德(1879)證明德國的馬鈴薯枯萎病是由另一種真菌，*Verticillium albo-atrum*(叢子菌)所致。剛剛在雷英凱和伯梭德的發現之前，聞名的德國林木病理學家哈提希(1873)已經證明密色環菌(*Armillaria mellea*)使林木發生一種嚴重的根病。德國學者這些早期的發現，反映了其時德國在植物學和植物病理學上卓越的成就。那時著名的俄國真菌學家伏魯寧(1878)接着便發表 *Plasmodiophora brassicae* 是十字花科植物根腫病的病原；根腫病是個普遍流行的病害，若干年前就名聞全歐。其後，普里羅和達拉克羅(1890)正確地指出 *Ophiobolus graminis* 至少是法國小麥的根腐或“piétin”的病原之一；不久以後，馬克阿爾平(1904)說：兩種澳大利農民所熟知的，叫做“立枯”和“白穗”的病害，實際上是同一病害的不同階段，那是由於 *Ophiobolus graminis* (法國“piétin”的病原)侵染所致。在美國，帕邁爾(1890)認定棉台克薩斯⁽⁴⁾根腐病是由於 *Ozonium auricomum* 侵染所致；帕邁爾的發現之可靠性，並不因洗爾(1907)將棉

(1) obligate parasite, 或作絕對寄生菌，專性寄生菌，parasite 本係“寄生生物”之意，但在本書中，除了個別例外，完全指的真菌，故譯為“寄生菌”，下同。(2) soil-borne disease, 即土壤傳染的病害。(3) infection。(4) Texas。

根腐菌立爲新種——*O. omnivorum* 而受影響。隨着德格(1916)發現這個真菌的一個孢子型，它的學名又變爲 *Phymatotrichum omnivorum*，棉根腐菌現在還叫這個名字。大約也在這個時期，另一美國學者，賽克斯特(1891)，指明 *Oospora scabies* 是馬鈴薯瘡痂病的病原，這個生物今日列爲放線菌⁽¹⁾ 而不屬於真菌，所以它的名字已改做 *Actinomyces scabies*⁽²⁾。當時在美國有名的另一種土傳病害，菸草根腐病的病原不是在美國，而是在意大利被發現的，發現者皮格里翁(1897)對它的命名(雖不十分正確)是 *Thielavia basicola*；菸草根腐菌現名 *Thielaviopsis basicola*。稍晚，研究工作者轉移他們的注意力於熱帶作物的根病；拉德萊(1904)將馬來亞橡膠樹白根病的病原菌命名爲 *Fomes semitostus* (現改稱 *F. lignosus*)，約十二年後，拜格雷夫(1916)斷定橡膠樹紅根病的病原是另一個傘菌⁽³⁾ (現名 *Ganoderma pseudoferrem*) 所致。發現那普遍流行的香蕉巴拿馬病⁽⁴⁾ 病原的功績，應歸功於聞名的美國植物病理學家 E. F. 史密斯(1910)，他從古巴寄來的、枯萎的香蕉植株組織上，獲得一個真菌的純培養菌種，並命名爲 *Fusarium cubense* (現重新定名爲 *F. oxysporium cubense*)。他將這真菌接種到華盛頓市溫室栽培的香蕉上，誘發了這種病害的症狀。但是，確定 *F. oxysporium cubense* 爲巴拿馬病病原的大部份功績應公平地給予布蘭得斯(1919)，他在1915年，不知道 E. F. 史密斯的報告，在波多黎各⁽⁵⁾ 做了大規模的接種試驗，來斷定這個真菌是不是病原；在布蘭得斯的試驗裏，柯赫法則的每個細節都是被嚴格地遵循的。

不足爲怪，大多數土傳病害的寄生本源，起初雖然沒有很快地被承認，其後除了在某些年頭，由於其他的原因而外，遂日益爲植物學家和

(1) Actinomycetes. (2)最近又改爲 *Streptomyces scabies*. (3) hymenomycete.

(4) Panama disease. (5) Porto Rico.

植物病理學家所熱烈地接受了。真菌學家的那個稱號便雄辯地說明對於寄生菌的極度重視。有些植物病理學家迄今在職守上還稱做真菌學家。防治方法特別着重剷除寄生菌，或抑制它們的活動，不論它們是在土壤裏或在寄主的組織裏。這並不是說，在這個時期植物病理學家完全忽視了間接的、藉改變土壤情況來防治土傳病害的可能性。例如哈斯泰在1900年曾經報告：酸性土利於十字花科植物根腫病的發生，而鹼性土則促進馬鈴薯瘡痂病。

但是，研究工作者終於認識到：土壤環境對於大多數土傳病害的發生具有重大影響；而環境對於病害之是否適合，會與寄生菌之是否存在，具有同樣的重要性。L. R. 瓊斯所領導的威士康辛⁽¹⁾派對於這種觀念的改變特別有功；這方面的工作總結已由瓊斯等(1926)在他們關於土壤溫度與植物病害的關係的傑出的專門報告中提出。威士康辛工作者們特別注重土壤溫度對於土傳病害的影響，並研究出一種在實驗情況下精密控制土壤溫度的方法。在美洲大陸上，各處的氣候相差很大，這使美國工作者在研究不同地區的土溫和氣溫與發病的關係時，得到充分的便利。

土壤中微生物的消長 在土傳病害的發生上，土壤和空氣環境中非生物因素的重要性，已被威士康辛及其他各地的工作者牢不可破地證實了。在本世紀二十年代的後期，當人們體會到土傳病害的發生不僅受特種有關的寄生菌的影響，而且也同樣地受其他微生物的影響時，另一個極重要的土壤因素終於受到認識。在評論米拉第(1921)所報導的馬鈴薯瘡痂病可用秣草作綠肥來防治時，散福特(1926)最先指出：此種防治可能是由於分解中的綠肥所生腐生細菌對於馬鈴薯瘡痂病菌的韻韻作用⁽²⁾所致。其後米拉第和泰勒(1927)闡明：當用馬鈴薯瘡痂病菌接種

(1) Wisconsin. (2) antagonism.

於長在消毒土裏的馬鈴薯時，倘同時用一種生長較爲旺盛的純粹腐生菌⁽¹⁾ *A. praecox* 接種，便減少瘡痂病的發生。

在自然界裏，寄主與寄生菌之間的關係，必然受環境裏的生物的和非生物的因素所左右。在染病根中，其他的微生物迅速地跟着致病真菌進入寄主組織，其後，寄生菌便不得不以它們爲伴侶。試驗中的純菌培養法，如柯赫所擬定者，主要是解決根本問題，即檢定使寄主致病的主導寄生菌⁽²⁾。但是，當這個問題一旦解決，試驗工作便不應再局限於將寄生菌的純培養菌種放到消毒土裏；至少應當在容許微生物因素發揮充分作用的、天然的、未消毒的土壤中做些試驗。關於純菌培養法可能衍生的錯誤結論，曾由發舍特(1931)在美國植物病理學會上的主席致詞中予以適時的警告；發舍特指出：採用單個微生物培養所做的試驗，應當用其他已知微生物的混合培養來補充。

土壤環境中的微生物因素對於根病真菌的重要性，也由某些加拿大學者用禾穀類根腐真菌所做的試驗而獲得注意；他們很有功績。當用這些真菌之一在花盆及大田裏做試驗時，通常是把它們培養在幾種有機培養基上；這些培養基是煮熟的小麥粒、燕麥及大麥粒的混合物、燕麥殼或玉米粉及沙的混合物等等。將染病物埋入試驗土中，分量總是用得很多。可是，由於這種傳染體⁽³⁾的致病力迅速衰減，它們不能滿意地證明什麼；通常在幾個月以後，接種土對於長在其中的禾穀幼苗便完全無害。因爲這種衰減作用在大田土中較在花盆裏的消毒土或部份消毒⁽⁴⁾土中來得快些，於是散福特和布羅浮特(1931)指出：那是由於微生物頤頤作用克制了致病菌的傳染體。他們發現：許多真菌和細菌的頤頤作用，完全抑制了禾穀立枯病菌 (*Ophiobolus graminis*) 對小麥幼苗的侵

(1) obligate saprophyte. (2) primary parasite. (3) inoculum, 或作接種物。 (4) partial sterilisation.

染,不僅活的培養菌種有抑制作用,在許多事例上,甚至培養那些菌的培養基濾液也有抑制作用。亨利(1931)發現:加極少量未消毒的土壤,或同時接種許多其他的真菌或細菌,至盛有消毒土的小三角瓶中,便可完全抑制瓶中*Helminthosporium sativum*(鏽籽菌)的生長;當用這種三角瓶中的土壤接種於小花盆中的小麥種籽時,並不發生侵染。布羅浮特(1933a)證明:穀類立枯病菌對小麥幼苗的侵染,最初在未消毒的土壤較消毒的土壤少得多,可是當微植物羣⁽¹⁾又回到消毒土中大量繁殖時,此種差異便顯著地減少。莫里茲(1932)在德國觀察到:在三種土壤中,穀類立枯病菌所致的小麥立枯病的嚴重性與一般土壤微植物羣的“保護”作用有反相關;那是與未消毒土壤中的侵染程度比較而估計的。微生物顯作用與溫度的交互影響,最初由亨利(1932)從穀類立枯病菌對小麥幼苗的侵染中獲得證明。高萊特(1934a)證實了亨利的發現,並證明其他不穀類根腐真菌的活動也受這種影響(高萊特 1934b)。這些植病工作者發現:提高土溫便增加微生物顯作用對於寄生真菌的影響;在消毒情況下可看到高土溫促進侵染的基本作用,但是當土壤中有其他微生物存在時,便抑制了隨着溫度之升高而俱增的病菌傳染體,而高溫促進侵染的作用也就隱蔽不顯。這些試驗以及其後的試驗表明:從有關土傳病害的各項試驗中,完全忽視微生物因素是不妥當的,因為那與大田裏的自然情況相去太遠;但是,與自然情況相去更遠的是那些片面地強調這個因素的試驗,那便是用含有未經同化的炭水化合物及其他養料的肥沃培養基⁽²⁾上的真菌培養作傳染體,大量與土壤混和。

在消毒土中,不論是否另加炭水化合物或其他有機物,養料濃度總是相當高的,而微植物羣總是十分簡單的。這些情況與肉汁洋菜⁽³⁾培養基上的試驗情況相近。在洋菜培養皿上,選定的真菌或其他微生物比

(1) microflora. (2) rich medium. (3) nutrient agar.

鄰生長着。在這些洋菜皿培養裏，頡頏作用的極度顯著的表現已由許多工作者報導了；關於這方面，維克斯曼(1937, 1941)、怕泰和卡泰(1938)、魏德林(1938)以及德愛斯(1939)的綜論應予參考。在這種洋菜皿試驗裏，不僅是頡頏作用，甚至微生物之間的確實的寄生性已被證實。一個最著名的例子是 *Trichoderma lignorum* 對絲核菌及其他真菌的寄生性；這種寄生性的機理已被魏德林及其共同研究者(魏德林, 1932, 1934, 1937, 1941；魏德林和愛麥生, 1938；魏德林和發舍特, 1936) 光輝地闡明了。甚至在消毒土中，即微植物羣極為單純而養料濃度過高的情況下，重覆那洋菜皿裏的情況，也獲得相同的結果。例如亨利(1931)證明：祇要在消毒土中加一小撮沒有消毒的土，便可完全抑制 *Helminthosporium sativum* (蠕籽菌)的生長；米奇爾等(1941)常用消毒棉根為基物⁽¹⁾研究棉台克薩斯根腐菌時，也得到同樣的證明。另一方面，在自然土壤中，微植物羣遠為複雜，而可用的養料濃度却低得多。洋菜皿或消毒土裏的利於頡頏作用發生的，或利於一個微生物寄生於另一個的特殊情況，在未消毒的土或自然土裏，不復存在。這可由“自然土是生物地緩衝的”一句話來精確地說明。因為這種緣故，在田間試驗中，“生物防治法”⁽²⁾常不能履行它在洋菜碟上與消毒盆土中的誇張性的諾言。

微生物因素對於根病真菌⁽³⁾的最重要的作用，就已知的而論，大致在限制真菌的寄生活動上不如在縮減它們的腐生生存上為大。由於大多數的根病真菌易於作為腐生菌而無限期地培養在人工培養基上，以前便往往假定它們能夠無限期地在土壤裏存活，在土壤有機物上生存甚至蔓延。當然，這樣的結論無視了輪作法——一個防治大多數土傳病害的最有效的方法。維克斯曼(1917)削弱了這種想法，他發現：土中有一各地共有的土壤習居菌的微植物羣，包括正常的腐生菌；在這土壤習

(1) substratum. (2) biological control. (3) root-infecting fungi, root disease fungi.

居菌⁽¹⁾的微植物羣當中，其他的真菌作為外來的，或土壤寄居菌⁽²⁾而出現。在雷英金和曼英士(1933、1934)及雷英金(1934)對於 *Fusarium* (鏽刀菌) 屬真菌在中美洲土壤中的分佈作結論時，應用維克斯曼的觀念而獲得顯著的成功。某些 *Fusarium* spp. 在所有的、或幾乎所有的被檢視的土壤裏都存在，所以列為土壤習居菌；其他的 *Fusarium* spp. 僅存在於含有寄生組織的土壤中，並終於消失，所以應當獲得維克斯曼的土壤寄居菌的稱號。雷英金和曼英士這樣區分 *Fusarium* 的寄生種和腐生種的方法，其後被高萊特(1938a)擴展至區分一般根病真菌中習性根本不同的兩類。

根病防治 現在必須談談這些發現在作物根病防治上的應用。某些根病防治法是能够用於所有國家中的所有作物上的根病的，事實上，某些方法幾乎用於所有的作物病害。舉例說，這些方法是：育成抗病的或免疫的作物品種，與(某種)⁽³⁾ 作物衛生⁽⁴⁾ 措施，即防止從染病的種苗上引進病害等等。這些方法雖是重要的，但此後不準備怎麼討論它，因為那是屬於一般性的植物病理學的範圍，而不是專用於根病防治的。根病防治的特殊方法，最好就作物的類別，如大田作物⁽⁵⁾、植場作物⁽⁶⁾與溫室作物⁽⁷⁾來討論。

大田作物的根病是用輪作法，應用植物衛生原理清除染病殘餘，以及阻止根病在作物生長期間的發生和蔓延等法防治。輪作法是防治大田作物根病的最古老而最有效的方法；它對那些在寄生活動末期形成長命的休眠孢子或菌核⁽⁸⁾的真菌所致的病害效力最小。防治棉根腐病所需的輪作年限與土中病原菌的關係，已由羅格士(1937)在台克薩斯做了值得稱道的研究。布斯(1938)在印度，及海爾布蘭德和魏斯特(19

(1) soil inhabitant. (2) soil invader. (3)括弧裏的字是譯者添的。(4) crop sanitation, 指橡膠樹和茶樹等作物。(5) field crop, 在高萊特的詞彙裏，大田作物包括露天栽培的蔬菜。(6) plantation crop. (7) glasshouse crop. (8) sclerotium.