

大學用書選譯

植物病理學

下 冊

J. C. Walker 著

羅 宗 爵 譯

教 育 部 出 版
世 界 書 局 發 行

大學用書選譯

植物病理學

下 冊

J. C. Walker 著

羅 宗 爵 譯

教育部 出版
世界書局 發行

中華民國六十八年二月三版

大學用書選譯 植物病理學 下冊

平裝本(全二冊) 基本定價伍圓伍角叁分整

著者：J. C. Walker

譯者：羅育爵

出版者：教育書局

發行所：世界書局

發行人：蕭宗謀

地址：臺北市衡陽路二十號三樓

電話：三一〇一八三

印刷者：世界書局
本局登記證字號：行政院新聞局局版臺業字第〇九三一號

PLANT PATHOLOGY

by
John C. Walker

Copyright 1957 by
McGraw-Hill Book Company, Inc.
New York, U. S. A.

Published in Chinese Translation
by
COMMITTEE FOR TRANSLATION
COMPILATION OF COLLEGE TEXTBOOKS
MINISTRY OF EDUCATION
Taipei, Taiwan, China
1960

第九章

擔子菌類所誘發病害

擔子菌類組成一個多型的真菌類，包括黑穗病，銹病及肉質菌的大部份。本類中，其構造的共通點為產生“擔子柄”(Basidium)。此項擔子柄的代表型是一個棒狀或管狀的器官，外面產生四個擔子孢子。本類分成二個亞類，即 *Heterobasidiomycetes* 及 *Homobasidiomycetes*，前者包括黑穗病及銹病，後者為 *Rhizoctonia* 菌的完全世代，及其他所有木材的腐敗菌。

擔子柄固為本類菌的特徵，惟形狀變異頗大，銹病菌中則為原菌絲 (*Prothecium*)，產自二元體的多孢子，其發育的過程中，產生減數分裂而成單元胞核。擔子柄以後產生隔膜，形成單元細胞，該胞核便移動至側邊，膨大成為擔子孢子 (*Basidiospore*) 或稱小孢子 (*Sporidia*)。在黑穗病菌，其二元體的厚膜孢子萌發，形成擔子柄 (原菌絲)，大小形態及隔膜數，因菌種而異，有些產生很多單元體的擔子孢子 (小孢子)，有些則完全不產生者。*Homobasidiomycetes* 中，擔子柄的大小及形狀，亦變異甚大，同時因菌種不同，產生孢子有無色，粉紅色，黃，褐及黑色等。通常皆着生于擔子柄的細長突起點，稱為菌實柄 (*Sterigmata*)，擔子柄普通排列在一菌實層中，該層往往是充分發達的肉質子實體的一部份。

菌絲常分枝及具隔膜，開始產生單胞核的擔子孢子時，菌體先為單核，最後由各種不同方法成為二核，此種過程稱二核配對期 (*Dicaryotization*) 或二元化 (*Diploidization*)。二核菌絲稱為二核期 (*Dicaryotic stage*)，單核者稱為單核期 (*Monocaryotic stage*)。布拉 (Buller) (3) 對擔子菌類及子囊菌類二元化的過程，曾作詳盡研究。彼主採用二元化 (*Diploidization*)，二元體 (*Diploid*) 及單元體 (*Monoploid*)，較各用二核配對期 (*Dicaryotization*)，二核期及單核期等名詞為佳。

嚴格而言，二核期並不即爲二元體，因爲常由二個單元胞核不同菌體所產生(如異性絲的菌種)，而與同時行核分裂者不同。此二核即稱爲二核體或結合胞核(Dicaryon or Conjugate nuclei)。當菌體在營養體時期爲二核體，該二核融合形成真正二元體，如黑穗病菌的厚膜孢子，銹病菌的多孢子及 Homobasidiomycetes 的擔子柄。布拉的意見，以爲二核配對期的細胞，雖二個具 n 核尚未融合成 $2n$ 核，亦可以稱爲二元體。最好此種情形與其稱爲 $2n$ 不如稱爲 $n+n$ 。很多研究中，證明雖二染色體仍分開在二個核內，惟其影響，實與融合成 $2n$ 時無異。此種情形，最明顯的事實，是一個染色體上具有顯性基因，而另一具有隱性基因，其顯性特徵(如色澤，生長習性及致病力)，在二胞核配對期所表現，一如 $2n$ 期者。

擔子菌類，一如其他菌類，寄生性的範圍甚大。銹病菌均屬純寄生，黑穗病菌則屬兼腐生，大部份能在適當培養基上生長，但只有幾種除在寄生體外，可在培養基上產生厚膜孢子。Homobasidiomycetes 大部份誘發成熟木材的腐敗病，且該亞類中，甚多屬純腐生。

本章對擔子菌類中，其主要分類及病原地位，分述如下：

Heterobasidiomycetes.

Ustilaginales. 植物黑穗病。

Ustilaginaceae

Ustilago maydis (DC.) Cda., 誘發玉米黑穗病。(Corn smut)

Ustilago avenae (pers.) Rostr., 誘發燕麥散黑穗病。
(Black loose smut of oat)

Ustilago kollerii Wille 誘發燕麥堅黑穗病。(Covered smut of oat)

Ustilago nuda (Jens.) Rostr., 誘發大麥散黑穗病。(Loose smut of barley)

Tilletiaceae.

Tilletia caries (DC.) Tul., 及 *T. foetida* (Wallr.) Liro
誘發小麥腥黑穗病 (Wheat bunt)

Urocystis cepulae Frost, 誘發洋葱黑穗病 (Onion
smut)

Uredinales. 植物銹病。

Pucciniaceae. 冬孢子有柄或無柄，除若干特例着生於並
列柄外，普通不行側面結合。

Puccinia graminis Pers., 誘發穀類稈黑誘病。(Black
stem rust of cereals)

Puccinia malvacearum Bert., 誘發蜀葵銹病。(Holly-
hock rust)

Gymnosporangium juniperi-virginianae Schw., 誘發
蘋果及鉛筆柏銹病。

Melampsoraceae. 冬孢子無柄，單生或聚生，埋匿於寄主
組織內或連結成層狀或柱狀。

Melampsora lini (Pers.) Lév., 誘發亞麻銹病。

Cronartium ribicola J. C. Fisch., 誘發白松的泡銹病
(Blister rust of white pine)

Homobasidiomycetes.

Agaricales.

Thelethoraceae

Pellicularia filamentosa (Pat.) Rogers., 誘發普通 *Rhiz-
octonia* 病害。

Helicobasidium purpureum (Tul.) Pat., 誘發紫蘿蘭根
腐病 (Violet root rot)。

Polydoraceae. 多孔菌

Fomes ignarius (L.) Gill, 誘發潤葉樹的白心腐敗病
(White heart of hardwood trees)。

Agaricaceae. 多褶菌。

Armillaria mellea (Vahl.) Quel., 誘發果園其他樹木傘菌根腐病 (Mushroom root rot)。

參 考 文 獻

1. Arthur, J. C. Manual of the rusts in United States and Canada. Lafayette, Ind., 1934.
2. ——— et al. The Plant rusts (Uredinales.) New York, 1929.
3. ——— Buller, A. H. R. The diploid cell and the diploidisation process in plants and animals; with special reference to the higher fungi. *Bot. Rev.*, 7: 335-431, 1941.
4. Clinton, G. P. Ustiaginales. *North Amer. Flora*, 7: 1-82, 1906.
5. Fischer, G. W. Manual of the North American smut fungi. 343 pp. New York, 1953.
6. Holton, C. S. Physiological specialization and genetics of the smut fungi. II. *Bot. Rev.*, 19: 187-208, 1953.
7. Johnson, T. Variation in the rusts of cereals. *Biol. Rev.*, 28: 105-157, 1953.

玉 米 黑 穗 病

玉米黑穗病, *Ustilago maydis* (DC.) Cda., 爲一分佈廣濶的病害, 有時招致嚴重損失。另外一種病害, 稱花黑穗病, *Spacelotheca reiliana* (Kühn) Clint., 多發生於西部各州。此二種玉米病害在蘇俄, 印度及南非, 均爲害甚烈。花黑穗病病菌, 亦爲害高粱, 普通黑穗病病原, 則僅爲害玉米 (*Zea mays* L.) 及刁生草 (*Euchlaena mexicana* Schrad.)。本文僅將普通黑穗病, 敘述如次。

本病被害量大小, 視發生的癭瘤部位而定。蓋布 (Garber) 及胡維爾 (Hoover) (9) 發現被病植株, 增加不妊性而使損失增加。伊姆爾 (Immer) 及克利斯丁生 (Christensen) (17) 及約翰遜與克利斯丁生 (19) 謂當穗上產生病瘤時, 增加不妊性而減低產量。花穗上產生大瘤, 亦影響產量。由黑穗病株上產生的玉米穗, 種

粒品質降低。佐忍生 (Jorgensen) (21) 謂第一代雜種，由於黑穗病而使產量降低。

病徵。 玉米黑穗病的最明顯病徵，爲莖，葉，腋芽，穗及雄花部份，產生大瘤 (圖110)。大瘤直徑，大者可達4吋。當其將擴大時，先呈淡色，幾至白色。內部組織由于形成孢子而變黑色，白色外膜，至後期破裂，散出粉狀黑色孢子堆。由於瘤的形成位置，產生各種形態及生理上的不同影響。莖瘤可以影響若干產量，有時可使莖部彎曲。花絲被病時，結果種子，均變成黑色瘤。幼苗期產瘤，則使植株極度矮化或枯死。



圖 110. 玉米黑穗病，侵害穗上種粒 (Dickson 原圖)。

病原. *Ustilago maydis* (DC) Cda.
1842.

異名:

Uredo segetum var. *mays-zeae*
DC., 1805.

Uredo zeae-mays Dc., 1806.

Uredo segetum f. *zeae-maydis*
DC., 1808.

Uredo maydis DC., 1815.

Uredo zeae Schw., 1822.

Erysibe maydis (DC.) Wallr.
1833.

Ustilago zeae (Schw.) Ung., 1836.

Ustilago euschlaenae Archang.,
1822.

Ustilago maydis (DC.) Cda. f. *toluicola* Sacc., 1886.

Ustilago maydis (DC.) Cda. f. *androphila* Sacc., 1886.

Ustilago mays-zea (DC.) Magn., 1895.

厚膜孢子球形至紡錘形(7—10 μ)，黑色，外表多刺，萌發時產生一個具有隔膜的原菌絲，上面着生卵圓無隔膜而無色的小胞

系（擔孢子）（圖11）。小孢子行酵母菌的發芽方式。本菌各系，其萌發情形，具有相當變異，例如直接由厚膜孢子形成小孢子，形成二相對原菌絲；原菌絲分枝而不形成小孢子（24）。本菌在培養基內的營養體，發育甚佳，養分充足時，能產生第二次小孢子。惟培養基中，並無產生厚膜孢子。小孢子配對結合現象，則甚常見，惟亦有例外者。據保曼（Bowman）（1）報告，每一小孢子胞核分裂後，每一孢子內一胞核移至結合管上，管由隔膜隔離，由此產生二核菌體。有時延緩減數分裂期，形成二元菌絲，直

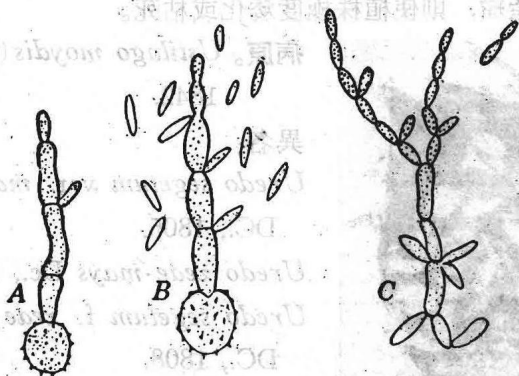


圖 111. *Ustilago maydis*. A: B. 厚膜孢子萌發產生厚菌絲及小孢子；C. 由萌芽方式形成第二次小孢子。（Stakman 原圖）。

至第二次形成厚膜孢子時，再行減數分裂（3）。有時二核小孢子，直接產生二核菌絲（2）。本菌侵入以後，大部份行細胞間繁殖，厚膜孢子形成於菌絲壁間。普通，一個單元體的單小孢子正式侵入寄主組織之先，需要與相對的單元菌系結合。有時可發現一些單性致病力的單小孢子系（Solopathogenic monosporidial line），不過均屬二元體，因其在厚膜孢子萌發期間，缺乏減數分裂（3）。變異體為數甚多，不下數百。這些均產自單元體系的突變或由二元體系雜交後，基因的結合與分離的結果。突變率受寄主體的影響。該病原菌為真菌中變異性上，很多有關基本研究的對象（

3—5, 22—24, 28—30, 32—34)

病歷。 厚膜孢子,可以藉種子傳播,但在很多禾穀類的黑穗病中,此並非爲重要的初次接種源。玉米黑穗病菌,單獨能適應於腐生。厚膜孢子,在土壤內的植物殘體維持活力。在殘體及堆肥中,遇適宜環境,便萌發產生小孢子,藉空氣及水的傳播,成爲初次接種源。若幼苗被病,則可能作系統性蔓延;不過,一般多屬局部侵害。地上部的胚體組織 (Embryonic tissue), 爲病菌直接侵入對象 (37)。如被侵組織,位於節的上方,通常並無較成熟而較抗病的葉鞘保護,則其損失較大,因此品種間的抗病性,顯然對葉鞘與包葉形態的保護關係,至爲密切 (26)。

第伯利 (7) 於1853年,謂玉米黑穗病與寄主組織有關。彼指出寄主細胞腫大 (Hypertrophy) 及細胞增殖 (Hyperplasia) 爲病原侵入的反應。彼注意此種過程,在孢子開始形成之前,繼續進行,孢子開始形成時,菌絲內的原形質,便集中於產生孢子的菌絲上,此時對寄主細胞的活動停止,隨而使組織分解。怒利斯 (Knowles) (25) 報告木質部及韌皮部亦有細胞增殖及畸形分化的現象。史可的 (Scurti) (31) 發現在產生菌絲之前,已開始成瘤。

品種的抗病性。 關於品種間及育成純品系間,所遭受本病不同的爲害程度,學者研究頗多。若干實例中,此種差異,在於保護器官上的特性 (26); 亦有若干由於病原不同品系的菌絲,對寄主組織侵入的不同程度 (10)。因爲病原極度變異,同時在事實上,經濟品種均爲他花授粉的異型結合體的第一代雜種,對於病原品系的分類及記錄,便不及銹病或其他禾穀類的黑穗病。此外,病原的變異性,使雜種玉米對病原的抗病力的工作,進展遲緩。雖然如此,育種家仍儘量避免極感染的雜交系,而獲得明顯成果。甜種及齒種玉米,以至於目前若干雜交種,均具有抵抗部份黑穗病病原的實質 (11—13, 16, 18, 20, 35)。

防治法。 田間清潔與輪作,對防治上可能有若干幫助,惟並非重要方法,因普通玉米爲集約栽培,以及小孢子能藉風傳播的

距離頗遠。選擇適應有關的氣候及土壤，與抗病力強，農藝性狀良好的品種，始為最有效方法。

參考文獻

1. Bowman, D. H. Sporidial fusion in *Ustilago maydis*. *Jour. Agr. Res.*, 72: 233-243, 1946.
2. Chilton, S. J. P. Delayed reduction of the diploid nucleus in promycelia of *Ustilago zeae*. *Phytopathology*, 30: 622-623, 1940.
3. Christensen, J. J. Studies on the genetics of *Ustilago zeae*. *Phytopath. Ztschr.*, 4: 129-188, 1931.
4. ——— and E. C. Stakman. Physiologic specialization and mutation in *Ustilago zeae*. *Phytopathology*, 16: 979-999, 1926.
5. ——— and H. A. Rodenhiser. Physiologic specialization and genetics of the smut fungi. *Bot. Rev.* 6: 389-425, 1940.
6. Davis, G. N. Some of the factors influencing the infection and pathogenicity of *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger on *Zea Mays* L. *Iowa Agr. Expt. Sta. Res. Bul.* 199: 1936.
7. De Bary, A. Untersuchungen über die Brandpilze und die durch sie verursachten Krankheiten der Pflanzen mit Rücksicht auf das Getreide und andere Nutzpflanzen. Berlin, 1853.
8. De Vay, J. E. Amino-acid composition of monosporidial cultures of *Ustilago zeae* of different sex. *Phytopathology*, 44: 583-587, 1954.
9. Garber, R. J., and M. M. Hoover. The relation of smut infection to yield in maize. *Jour. Amer. Soc. Agron.*, 20: 735-746, 1928.
10. Griffith, M. A. Smut susceptibility of naturally resistant corn when artificially inoculated. *Jour. Agr. Res.*, 36: 77-89, 1928.
11. Hayes, H. K., et al. Reactions of selfed lines of maize to *Ustilago zeae*. *Phytopathology*, 14: 268-280, 1924.
12. ——— et al. Experimental study of convergent improvement and backcrossing in corn *Minn. Agr. Expt. Sta. Tech. Bul.* 172, 1946.
13. Hoover, M. M. Inheritance studies of the reaction of selfed lines of maize to smut (*Ustilago zeae*). *W. Va. Agr. Expt. Sta. Bul.* 253, 1932.
14. Hurd-Karrer, A. M. Effect of smut on sap concentration in infec-

- ted corn stalks. *Amer. Jour. Bot.*, 13: 286-290, 1926.
15. ——— and H. Hasselbring. Effect of smut (*Ustilago zeae*) on the sugar content of cornstalks. *Jour. Agr. Res.*, 34: 191-195, 1927.
 16. Immer, F. R. The inheritance of reaction to *Ustilago zeae* in maize. *Minn. Agr. Expt. Sta. Tech. Bul.* 51, 1927.
 17. ——— and J. J. Christensen. Determinations of losses due to smut infections in selfed lines of corn. *Phytopathology*, 18: 599-602, 1928.
 18. ——— and ———. Further studies on reaction of corn to smut and effect of smut on yield. *Ibid.*, 21: 661-674, 1931.
 19. Johnson, I. J. and J. J. Christensen. Relation between number, size, and location of smut infections to reduction in yield in corn. *Ibid.*, 25: 223-233, 1935.
 20. Jones, D. F. [Segregation of susceptibility to parasitism in maize. *Amer. Jour. Bot.*, 5: 295-300, 1918.
 21. Jorgensen, L. R. Effect of smut infection on the yield of selfed lines and F_1 crosses in maize. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 21: 1109-1112, 1929.
 22. Kernkamp, M. F. The relative effect of environmental and genetic factors on growth types of *Ustilago zeae*. *Phytopathology*, 32: 554-567, 1942.
 23. ——— and W. J. Martin. The pathogenicity of paired haploid lines of *Ustilago zeae* versus the pathogenicity of numerous mixed haploids. *Ibids.*, 31: 1051-1053, 1941.
 24. ——— and M. A. Petty. Variation in the germination of chlamydospores of *Ustilago zeae*. *Ibid.*, 333-340.
 25. Knowles, E. L., A study of the abnormal structures induced by *Ustilago zeae maydis*. *Jour. Mycol.*, 5: 14-18, 1889.
 26. Kyle, C. H. Relation of husk covering to smut of corn ears. *U. S. Dept. Agr. Tech. Bul.* 120, 1929.
 27. ———. Relation between the vigor of the corn plant and its susceptibility to smut (*Ustilago zeae*). *Jour. Agr. Res.*, 41: 221-231, 1930.
 28. Rowell, J. B. Functional role of compatibility factors and an in vitro test for sexual compatibility with haploid lines of *Ustilago zeae*.

- Phytopathology*, 45: 370-374, 1955.
29. ——— and J. E. DeVay. Genetics of *Ustilago zeae* in relation to basic problems of its pathogenicity. *Ibid.*, 44:356-362, 1954.
 30. Schmitt, C. G. Cultural and genetic studies on *Ustilago zeae*. *Ibid.*, 30: 381-390, 1940.
 31. Scurti, J. Sulla istopatologia del mais parassitato dall' *Ustilago maydis*. *Ann. Sper. Agr.*, 4: 827-855, 1950.
 32. Stakman, E. C., et al. Mutation and hybridization in *Ustilago zeae*. *Minn. Agr. Expt. Sta. Tech. Bul.* 65, 1929.
 33. ——— et al. The inheritance of a white mutant character in *Ustilago zeae*. *Phytopathology*, 33: 943-949, 1943.
 34. ——— et al. Genetic factors for mutability and mutant characters in *Ustilago zeae*. *Amer. Jour. Bot.*, 30: 37-48, 1943.
 35. Stringfield, G. H., and D. H. Bowman. Breeding corn hybrids for smut resistance. *Jour. Amer. Soc. Agron.*, 34: 486-494, 1942.
 36. Tisdale, W. H., and C. O. Johnston. The study of smut resistance in corn seedling grown in the greenhouse. *Jour. Agr. Res.*, 32: 649-688, 1926.
 37. Walter, J. M. The mode of entrance of *Ustilago zeae* into corn. *Phytopathology*, 24: 1012-1020, 1934.
 38. ———. Factors affecting the development of corn smut, *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger. *Minn. Agr. Expt. Sta. Tech. Bul.* 111, 1935.
 39. Wilkinson, R. E., and G. C. Kent. Some factors determining the infection of corn by *Ustilago zeae* (Beckm.) Unger. *Iowa State Col. Jour. Sci.*, 19: 401-413, 1945.

燕麥黑穗病

燕麥上二種黑穗病各稱為散黑穗病(Black loose smut)及堅黑穗病(Covered smut)。二病均遍佈世界各地，每年遭受相當損失。因為二病病原的生活史甚相似，且常在同一田間發生，故本文一併討論之。

病徵。 散黑穗病。 本病病徵位於總狀花穗。每個小花內面的原來種子位置，均為黑粉狀的孢子堆(Sori)。孢子堆初期，外表由一層薄膜包裹，及後破裂散出孢子。由于病原的不同品系及不同寄主品種的關係，故病徵頗有變異(圖112)。

堅黑穗病。 堅黑穗病的孢子堆，由寄主一層相當永久性的薄膜所包蓋，若干品種中，其外穎、內穎及子房，均含孢子堆(圖112)。



圖 112. 燕麥散黑穗病及堅黑穗病 (Dickson 原圖)

病原。

1. 散黑穗病病原 *Ustilago avenae* (Pers.) Rostr., 1890.

其異名參閱費資 (Fischer) (5) 文獻。

本菌形態及生活史，與誘發大麥半散黑穗病 (Semiloose smut) 的病原 *U. nigra* Tapke 相同。費資 (Fischer) (5) 將後者置入 *U. avenae* 菌名。厚膜孢子 ($5-7 \times 6-9\mu$) 深褐至黑色，具有小刺。在其具隔膜的原菌絲上，產生橢圓至長圓形的無色單核小孢子，利用萌芽方式增殖而配對，形成二核菌體 (圖113)。

2. 堅黑穗病病原。 *Ustilago kollerii* Wille, 1893.

其異名參閱費資 (5) 文獻。

本菌形態及生活史與誘發大麥堅黑穗病病原 *U. hordei* (Pers.) Lagerh. 相同。費資以 *U. kollerii* 置入 *U. hordei* 菌名。厚膜孢子半圓形或有角 (5 至 8μ) 外表光滑，萌發時產生四室原菌絲，並具四個卵形小孢子，以萌芽式產生第二次小孢子，本菌能在人工培養基上生長。

何頓 (Holton) (7) 謂厚膜孢子具一單元胞核，減數分裂，在

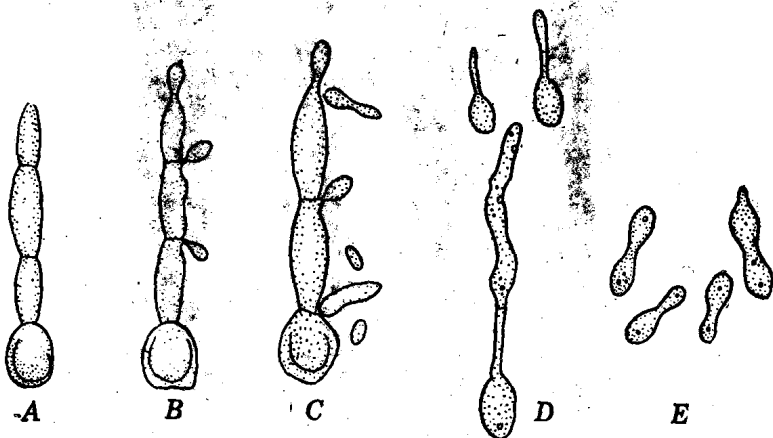


圖 113. *Ustilago avenae*. A-C. 厚膜孢子萌發並形成小孢子；D, 小孢子萌發；E, 小孢子發芽。(Stakman 原圖)。

萌發時舉行，每一原菌絲細胞內，具一個單元胞核。相配對的單元系，其小孢子配對而成二核期。雖寄主內菌絲的胞核情形，未經詳細研究，惟據推測，在厚膜孢子形成以前，係維持二核期，

然後在孢子成熟時，始行單元核的融合。

病歷。 本病的初次接種源，爲種子的內外穎所包含的厚膜孢子。1908年，弗克(Falck)發現花器能偶然被病，惟其發現，未被重視，直至1922年積德(Zade)始加以複證(17)。種皮內的休眠菌絲及花苞內的孢子，供給大部份初次接種源，並不像小麥腥黑穗及洋葱黑穗病在土壤內越冬現象。二核菌絲，在幼苗早期，便行侵入。燕麥種子的外壳，具有外表保護的機械作用，這一點可由于具有外壳者，其侵害率顯較無壳者爲低，便可證明。因爲孢子可以落於壳下，故種子利用某種殺菌劑，可以減低被害程度。病原侵入以後，首先穿越胚莖，胚鞘及幼葉細胞，然後進入生長點，細胞間隙而入花部的生長點，形成厚膜孢子。對某一病原品系，有高度抗力的品種，亦有被侵入現象，惟病原極少進展至稈的生長點部位(18)。

雷依(Reed)及弗萊士(Faris)(13)研究 *U. kolleri* 的侵入，對土壤濕度，土壤溫度及酸度反應的關係，以中性及微酸性的反應最佳，濕度與溫度的連應，至爲明顯；15%濕度，在15°C時爲最適，濕度20及25%時，20°C最佳；25°C時土濕愈高，侵入率亦愈高。寄主萌發時期，則濕度低時較佳。*U. avenae* 方面，巴索羅母(Bartholomew)及鍾士(1,9)發現其侵入最適溫度爲18°至22°C，高濕時不甚適宜。

生理品系及品種抗病性。雷依(10)于1924年對二品種中，各鑑定一個生理品系。此後報告 *U. avenae* 有30個品系，*U. kolleri* 有14個品系。據1946年狄遜(4)，何頓及盧登赫士(Rodenhiser)利用10個判別品種，鑑定 *U. avenae* 15個品系，*U. kolleri* 7個品系。

雷依(11, 12, 14, 15)首先育成抵抗病原幾個生理品系的品種。對於燕麥的育種工作，繼續進行，其目的爲改良農藝性狀及抵抗黑穗病及銹病。狄遜表列對二種黑穗病很多生理品系的抵抗品種(4)。若干新的品種，可望能適應各個栽培區的需要。