

黑粉病菌及其防治

(修订本)

刘波 编 著

农业出版社

黑粉病菌及其防治

(修訂本)

刘 波編著

农 业 出 版 社

内 容 提 要

第二版修订本增添了许多新内容和新资料。修订后全书分为六章,包括:概论,黑粉病菌的生物学特性,寄主植株对黑粉病菌的感病性与抗病性,黑粉病菌的分类,作物黑粉病及其防治方法和黑粉病菌的研究方法。

本书可供植物保护工作者、农林院校师生参考。

黑粉病菌及其防治

(修订本)

刘 波 编著

农 业 出 版 社 出 版

北京老钱局胡同八号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第106号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

上海市印刷四厂印刷装订

统一书号 16144·984

1965年12月第二版北京制型	开本	850×1168毫米
1960年6月第一版		三十二分之一
1966年4月第二版上海第一次印刷	字数	100千字
	印张	五又八分之七
印数 1—2,200册	定价	(科四)七角五分

修訂版序言

1960年6月本书第一版出版以来，曾收到各地讀者不少来信和寄贈标本，共同探討了有关农作物黑粉病的防治以及一些理論問題，反映了群众对这方面知識的迫切需要。尤其是在党的英明领导下，在三面紅旗的光輝照耀下，我国农业生产飞跃发展的今天，有必要对本书进行修訂，以滿足讀者的需要。

在这次修訂中，內容重新改写，章节也重新安排，增加了許多新資料，不少处还指出了今后研究方向以及某些尚未解決的問題，使其更切合实际需要。本书論及世界重要黑粉病菌二百余种，包括我国目前已知的全部种类。本书內容是綜合性的，以求理論与实践并重。

在这次修訂中，內容改写成以下六章：概論；黑粉病菌的生物学特性；寄主植株对黑粉病菌的感病性与抗病性；黑粉病菌的分类；作物黑粉病及其防治方法；黑粉病菌的研究方法。本书所用的中文名称，尽可能与国内有关这方面专著取得一致。許多插图是重繪的，某些已换成照片，并从第一版时的36幅增加到42幅；作物黑粉病的种类从原书的21种增加到29种；参考文献从原书的206条增加到234条。

最后，本书內容不妥当和錯誤的地方，悬望讀者給以指正。

刘 波

1965年7月1日于山西大学

目 录

修訂版序言

第一章 概論	1
一、黑粉病菌的研究簡史	1
二、黑粉病菌的寄主范围	3
三、黑粉病菌的起源与演化問題	4
第二章 黑粉病菌的生物学特性	7
一、黑粉病菌在寄主植株上的寄生部位	7
二、黑粉病菌的形态与构造	9
(一)菌絲体及吸器	9
(二)黑粉病菌菌絲体的生活年限	10
(三)冬孢子及孢子堆	11
三、黑粉病菌的生长发育	18
(一)冬孢子的萌发	18
(二)无性繁殖	23
(三)有性繁殖	23
(四)生活史的类型	28
四、黑粉病菌孢子的放射現象	30
五、黑粉病菌孢子的外力传播	32
(一)风力传播	32
(二)昆虫传播	32
(三)牲畜传播	33
(四)人为传播	33

六、黑粉病菌的地理分布	33
七、黑粉病菌孢子的萌发与影响萌发的因素	34
(一)内部因素	35
(二)外部因素	37
八、黑粉病菌的生理专化现象	46
(一)生理专化在作物选种上的意义	46
(二)生理小种的鉴别标准及其研究简史	46
九、黑粉病菌的侵染类型	48
十、黑粉病菌防治的理论依据	52
第三章 寄主植株对黑粉病菌的感病性与抗病性	54
一、黑粉病菌在寄主体内的蔓延途径	54
二、黑粉病菌的侵染与寄主发育时期的关系	55
三、黑粉病菌的侵染与寄主生长状况的关系	56
四、黑粉病菌的侵染与寄主解剖构造的关系	57
五、黑粉病菌对寄主的致病力	57
(一)孢子数量与致病力的关系	58
(二)孢子萌发时期与致病力的关系	58
(三)孢子入侵与寄主其他伤害的关系	58
六、寄主植株对黑粉病菌的抗病性	59
第四章 黑粉病菌的分类	60
一、黑粉菌科	63
(一)黑粉菌属	64
(二)軸黑粉菌属	69
(三)絲黑粉菌属	72
(四)瘤黑粉菌属	73
(五)核黑粉菌属	73
(六)团黑粉菌属	75
(七)楔孢黑粉菌属	76

(八)皮堆黑粉菌属·····	77
(九)褶孢黑粉菌属·····	77
二、腥黑粉菌科·····	77
(一)腥黑粉菌属·····	78
(二)叶黑粉菌属·····	80
(三)条黑粉菌属·····	80
(四)水生黑粉菌属·····	82
(五)实心黑粉菌属·····	82
(六)虚心黑粉菌属·····	82
三、果黑粉菌科·····	83
(一)果黑粉菌属·····	83
(二)蒲葵黑粉菌属·····	84
第五章 作物黑粉病及其防治方法 ·····	85
一、麦类黑粉病·····	85
(一)小麦散黑粉病·····	85
(二)小麦腥黑粉病·····	87
(三)小麦条黑粉病·····	91
(四)大麦散黑粉病·····	93
(五)大麦坚黑粉病·····	95
二、燕麦黑粉病·····	97
(一)燕麦散黑粉病·····	97
(二)燕麦坚黑粉病·····	98
三、稻黑粉病·····	100
(一)稻粒黑粉病·····	100
(二)稻叶黑粉病·····	102
四、高粱黑粉病·····	104
(一)高粱散黑粉病·····	104
(二)高粱坚黑粉病·····	106
(三)高粱丝黑粉病·····	107

(四)高粱长黑粉病·····	109
(五)高粱花黑粉病·····	111
五、玉米黑粉病·····	111
六、谷子(粟)黑粉病·····	114
(一)谷子粒黑粉病·····	114
(二)谷子腥黑粉病·····	115
七、黍黑粉病·····	116
(一)黍黑粉病·····	116
(二)黍小孢黑粉病·····	118
八、薏苡黑粉病·····	119
(一)薏苡黑粉病·····	119
(二)薏苡腥黑粉病·····	119
九、菇黑粉病·····	120
十、甘蔗黑粉病·····	121
(一)甘蔗鞭黑粉病·····	121
(二)甘蔗粒黑粉病·····	122
十一、荞麦黑粉病·····	123
十二、荸薺黑粉病·····	124
十三、慈姑黑粉病·····	125
(一)慈姑实心黑粉病·····	125
(二)慈姑虚心黑粉病·····	125
第六章 黑粉病菌的研究方法·····	127
一、作物黑粉病的田間調查·····	127
(一)調查时期·····	127
(二)調查方法·····	128
(三)田間記錄·····	128
二、作物黑粉病的室內检查·····	129
(一)洗滌检查·····	129

(二)切片检查.....	130
(三)分离培养检查.....	131
三、黑粉病菌冬孢子的人工培养	132
(一)悬滴培养.....	132
(二)综合营养培养基培养.....	133
四、黑粉病菌的人工接种	135
(一)种子及土壤侵染的黑粉病菌接种方法.....	135
(二)空气侵染的黑粉病菌接种方法.....	136
五、黑粉病菌孢子堆形成前的侵染检定	137
六、黑粉病菌标本的采集鉴定与保存.....	138
(一)采集.....	138
(二)室内工作	141
参考文献	144
中名索引	161
学名索引	169

第一章 概 論

一、黑粉病菌的研究簡史

黑粉病菌由于寄生在多种禾谷类农作物上，和人类生活发生着直接的关系，因此在很古的年代里，它們就有着不同的名称。但科学地对黑粉病菌进行研究的，开始于十八世紀中叶。最早的学者是法国梯萊特 (Tillet, 1755)，他对小麦腥黑粉病的研究結果証明这种病具有侵染能力。他以含有盐和石灰的水溶液处理表面拌有黑粉的种粒与不处理的对照，結果被处理过的种粒受染百分率降低了。但他当时还没有認識到这种黑粉是由孢子組成的。此后，意大利托塞梯 (Tozzetti, 1767) 認為小麦的黑粉系寄主植株表皮下的真菌植物体所組成的。更进一步对黑粉病菌研究的是瑞士蒲萊沃斯特 (Prévost, 1807)，大約在 1797 年即开始研究小麦腥黑粉病，描述了孢子的萌发并証明这种孢子具有侵染能力。同时他也研究了这种黑粉病菌在小麦植株內的生长，証明其最后发育在种子胚內并在該处形成孢子，完成了它的生活史。他指出硫酸銅水溶液可以制止这种孢子的萌发。同一世紀的四十年以后，法国涂拉斯涅兄弟 (L. R. Tulasne 及 C. Tulasne, 1847) 于 1840 年着手黑粉病菌的研究，他們除了对小麦黑粉病菌进行研究并証实了蒲萊沃斯特 (Prévost, 1807) 孢子萌发以及这种真菌与寄主植株的关系以外，还观察了其他数种黑粉病菌。接着涂拉斯涅 (Tulasne) 兄弟而来的是德国德巴利 (de Bary, 1853) 一篇論述真菌的包罗宏富的黑粉菌及

锈菌研究的論文，在这篇論文里，他首先描述了玉米黑粉菌 [*Ustilago maydis* (DC.) Corda] 菌絲体、产孢枝以及冬孢子的发育。他指出当冬孢子成熟时，菌絲体的原生质都进入其內，而菌絲体就变成不清楚的了。他还对另外三种黑粉菌也进行了研究。德巴利 (de Bary) 的学生德国布莱費尔得 (Brefeld, 1875; 1883; 1895; 1895a) 对谷类黑粉病菌人工培养及生活史的研究方面，有卓越的成就，他是对这方面貢獻最大的一位学者。德巴利 (de Bary) 的另一个学生俄国伏魯宁 (Woronin, 1882) 对几种黑粉菌孢子、孢子球及小孢子发育的研究所有貢獻。华尔克 (Walker, 1899) 对于稻黑粉病的处理研究。斯赫兰伯格 (Schellenberg, 1911) 对瑞士黑粉菌做了研究。林道 (Lindau, 1914) 研究了德国的黑粉菌；布巴克 (Bubak, 1916) 研究了捷克的黑粉菌；李娄 (Liro, 1924—1938) 研究了芬兰的黑粉菌；克宁汉 (Cunningham, 1924—1945) 研究了新西兰的黑粉菌；西弗利 (Ciferri, 1938) 研究了意大利的黑粉菌；安斯沃茲及森卜逊 (Ainsworth 及 Sampson, 1950) 研究了英国的黑粉菌；茲尔魯馬拉卡 (Thirumalachar, 1952) 研究了印度的黑粉菌；費歇 (Fischer, 1953) 研究了北美的黑粉菌；孙达尔 (Zundel, 1953) 对世界产黑粉菌做了分类的研究；薩握列斯庫 (Săvulescu, 1957) 研究了羅馬尼亚的黑粉菌；林得伯格 (Lindeberg, 1959) 研究了瑞典的黑粉菌。以上是国外学者对黑粉菌的研究概况。至于我国学者对黑粉菌的研究，是从 1912 年开始在有关刊物上发表了一些經濟作物黑粉病菌，但第一次系統的写出黑粉菌专著的是沈其益 (1934)，他在 “Notes on Ustilaginales from China (中国黑粉菌志略)” 內記錄了 8 屬 41 种。王宗清 (1932; 1932a; 1934) 是我国研究黑粉菌細胞学的最早的一位，对燕麦、大麦、石竹、水甜茅、高粱、白头翁及大丽花上的 11 种黑粉菌进行了詳細的細胞学研究。随着对黑粉菌分类学、生物学和細胞学进行研究的是閻玫玉 (1934; 1935; 1935a; 1935b; 1935c; 1936 等)。林

鎔及陈青蓮(1944)对福建黑粉菌进行了調查研究,共描述过32种。凌立(1945, 1949, 1949a, 1951)連續发表了他对我国及亚洲黑粉菌的分类研究,并于1953年发表了“*The Ustilaginales of China*(中国的黑粉菌)”,这是一篇总结性的报告,記載了103种、3变种和1个型。刘慎諤(1949)在对菇黑粉菌(*Ustilago esculenta* P. Henn.)进行研究后发表了菇黑粉菌科(Yeniaceae)新科,同年他又和郑学經(1949)发表了毛乐屬(*Moreaua*)新屬。王云章(1963)經過对我国黑粉菌进行了进一步研究以后写出了一本专著:“中国黑粉菌”,描述了15屬132种变种和型。

二、黑粉病菌的寄主范围

黑粉病菌的寄主范围十分广闊,包括許多种經濟植物及农作物。这些寄主植物分属于77科^①(Fischer及Holton, 1957):属于双子叶植物的有爵床科(Acanthaceae)、五福花科(Adoxaceae)、番杏科(Aizoaceae)、莧科(Amaranthaceae)、五加科(Araliaceae)、馬兜鈴科(Aristolochiaceae)、小檗科(Berberidaceae)、紫草科(Boraginaceae)、水馬齒科(Callitrichaceae)、桔梗科(Campanulaceae)、石竹科(Caryophyllaceae)、藜科(Chenopodiaceae)、菊科(Compositae)、旋花科(Convulvaceae)、十字花科(Cruciferae)、川續斷科(Dipsaceae)、大戟科(Euphorbiaceae)、龙胆科(Gentianaceae)、牻牛儿科(Geraniaceae)、小二仙草科(Haloragaceae)、唇形科(Labiatae)、樟科(Lauraceae)、豆科(Leguminosae)、狸藻科(Lentibulariaceae)、沼花科(Limnanthaceae)、亚麻科(Linaceae)、千屈菜科(Lythraceae)、錦葵科(Malvaceae)、防己科(Menispermaceae)、桃金娘科(Myrtaceae)、紫茉莉科(Nyctagina-

① 寄生在棕榈科(Palmaceae)及泥炭藓科(Sphagnaceae)上的未計在內。

ceae)、睡蓮科(Nymphaeaceae)、柳葉菜科(Onagraceae)、列當科(Orobanchaceae)、酢漿草科(Oxalidaceae)、罌粟科(Papaveraceae)、胡椒科(Piperaceae)、車前科(Plantaginaceae)、白花丹科(Plumbaginaceae)、花蔥科(Polemoniaceae)、蓼科(Polygonaceae)、馬齒莧科(Portulacaceae)、報春花科(Primulaceae)、鹿蹄草科(Pyrolaceae)、毛茛科(Ranunculaceae)、薔薇科(Rosaceae)、茜草科(Rubiaceae)、虎耳草科(Saxifragaceae)、玄參科(Scrophulariaceae)、茄科(Solanaceae)、椴樹科(Tiliaceae)、土耳其羅科(Turneraceae)、傘形科(Umbelliferae)、蕁麻科(Urticaceae)、堇菜科(Violaceae)及葡萄科(Vitaceae); 屬於單子葉植物的有澤瀉科(Alismataceae)、石蒜科(Amaryllidaceae)、天南星科(Araceae)、鳳梨科(Bromeliaceae)、花蔺科(Butomaceae)、鴨跖草科(Commelinaceae)、莎草科(Cyperaceae)、薯蕷科(Dioscoreaceae)、谷精草科(Eriocaulaceae)、禾本科(Gramineae)、水龍科(Hydrocharitaceae)、鳶尾科(Iridaceae)、灯心草科(Juncaceae)、浮萍科(Lemnaceae)、百合科(Liliaceae)、雨久花科(Pontederiaceae)、帶灯草科(Restionaceae)及大葉藻科(Zosteraceae); 屬於裸子植物的有買麻藤科(Gnetaceae)及松科(Pinaceae); 屬於蕨類植物的為卷柏科(Sellaginellaceae)。

三、黑粉病菌的起源與演化問題

黑粉病菌屬於真菌門的担子菌綱，它的起源與演化，直到今天還是一個爭論的問題，也許今後若干年內仍然難於解決。弗瑞斯(Fries, 1832)曾將銹菌和黑粉菌放在一起，給以皮下菌亞綱(Hypodermii)的命名，因為他認為這二者在外部形態上極為相似。這一觀點遭到德巴利(de Bary, 1853; 1884)及布萊費爾得(Brefeld, 1883)的反對。布萊費爾得認為藻狀菌中的蟲霉科(Entomophthoraceae)及霜霉科(Peronosporaceae)才是黑粉菌的祖先，因為黑粉菌的冬孢子

与这两科藻状菌的休眠孢子近似。德巴利認為黑粉菌与原子囊菌屬 (*Protomyces*) 的亲緣关系可以在叶黑粉菌屬 (*Entyloma*) 內找到。詹秦 (Janchen, 1923) 認為黑粉菌起源于具有 4 个子囊孢子的子囊菌。高又曼及道齐 (Gäumann 及 Dodge, 1928) 認為黑粉菌是从木耳目 (Auriculariales) 中的隔担子科 (Septobasidiaceae) 演化而来的。罗格斯 (Rogers, 1934) 認為黑粉菌和锈菌是共同由木耳科 (Auriculariaceae) 起源的。薩維尔 (Savile, 1955) 也是主张黑粉菌起源于木耳科 (Auriculariaceae), 但他却不認為黑粉菌与锈菌可能有亲緣关系。林德 (Linder, 1940) 認為锈菌是最早出現的担子菌, 起源于子囊菌, 而黑粉菌 (尚有鎖状連合) 則是由锈菌生活史縮短, 失去性孢子器和受精絲退化而来的, 同时锈菌也是木耳科 (Auriculariaceae) 的祖先。他还进一步說明黑粉菌中无隔先菌絲类型如何从有隔先菌絲类型演化而来。王云章 (1963) 同意有隔先菌絲比較原始的說法, 他指出: “有节先菌絲^① 很象菌絲, 孢子萌发产生象菌絲样的有节低級担子, 似乎是正常的过程。从此繼續演化, 通过象腥黑粉菌科的孢子萌发产生无节担子^② 和不定数担孢子阶段, 最終到达典型无节担子和定数担孢子的高級阶段。因而說黑粉菌起源于具有有节先菌絲的木耳目真菌比較合理。”貝賽 (Bessey, 1950) 曾举出黑粉菌目 (Ustilaginales) 与锈菌目 (Uredinales) 的六个共同之点, 从而他将这两个目合称为冬孢菌亚綱 (Teliosporae)。这同弗瑞斯 (Fries, 1832) 所建立的皮下菌亚綱 (Hypodermii) 的意义相符合。同时他也認為锈菌是出現最早的担子菌。

現把高又曼 (Gäumann) 等研究列成的系統表, 录在下面供参考。

① 即有隔先菌絲。

② 即无隔担子。

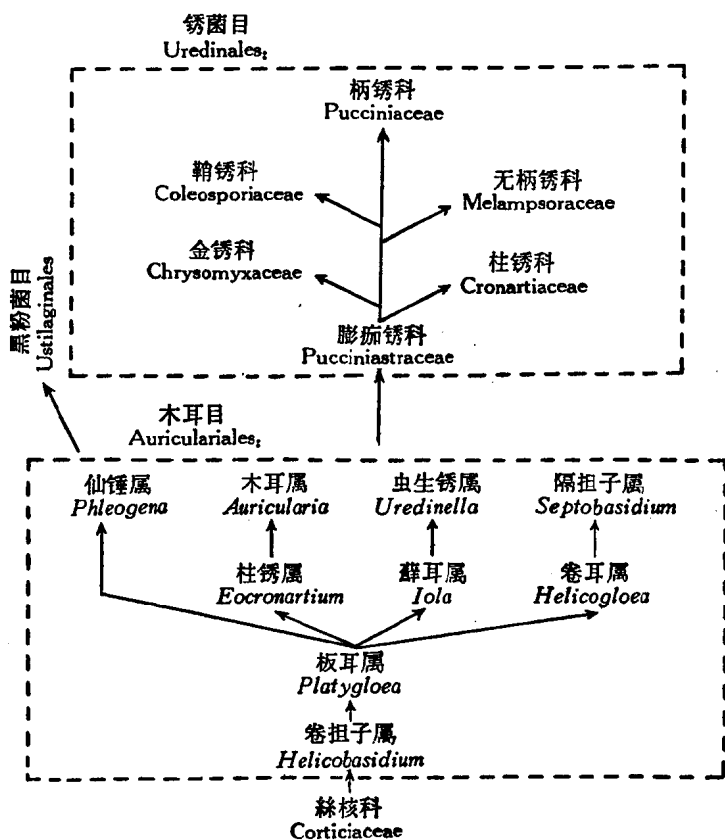


图 1 有隔担子菌 *Phramobasidiomycetes* 的系统(Gäumann等)。

第二章 黑粉病菌的生物学特性

一、黑粉病菌在寄主植株上的寄生部位

黑粉病菌在侵入寄主植株体内以后，往往引起系统性或局部性病害，少数种类的菌丝体仅限于侵入点的四周，絕大多数种类的菌丝体在侵入以后蔓延于整个寄主体内。黑粉病菌的菌丝体或多或少带有系统性，但是它们的主要特征的孢子堆往往局限于寄主的一定器官或部位上，形成黑色团块，例如菇黑粉菌 (*Ustilago esculenta* P. Henn.) 的孢子堆形成在菇 (*Zizania caduciflora*) 的幼茎内；白头翁条黑粉菌 [*Urocystis anemones* (Pers.) Wint.①] 的孢子堆形成在多被銀蓮花 (*Anemone raddeana*) 和白头翁 (*Anemone chinensis*) 的叶片、叶柄及茎内；莎草根黑粉菌 [*Entorrhiza cypericola* (Magnus) de Toni] 的孢子堆形成在莎草科 (Cyperaceae) 植物的根部；山慈姑黑粉菌 (*Ustilago heufleri* Fuckel②) 的孢子堆形成在山慈姑 (*Tulipa edulis*) 的叶片内；芒黑粉菌 (*Ustilago kusanoi* Sydow③) 的孢子堆形成在荻 (*Miscanthus sacchariflorus*) 和芒 (*Mi-*

① 异名: *Uredo anemones* Pers. (1801); *Tubercinia anemones* Liro (1922); *Tubercinia pulsatillae* Liro (1922), 至于承认 *Tubercinia* 属的真菌学家有 Dietel (1928), Zundel (1953), Fischer 及 Holton (1957) 和 Шварцман (1960); 不承认本属的有 Ainsworth (1961) 和王云章 (1963)。后二人认为它是 *Urocystis* 的异名。

② 异名: *Ustilago tulipae* Winter (1881)

③ 异名: *Ustilago morobiana* Zundel (1944)

scanthus sinensis)的茎頂分生組織內;竹黑粉菌(*Ustilago shiraiana* P. Henn.①)的孢子堆形成在箭竹屬(*Arundinaria*)、石斛屬(*Dendrobium*)、水竹(*Phyllostachys congesta*)和金竹(*Phyllostachys stauntonii*)的茎頂分枝及莖內;甘蔗鞭黑粉菌(*Ustilago scitaminea* Syd.)的孢子堆形成在甘蔗(*Saccharum sinensis*)的花莖內;綿枣儿黑粉菌(*Ustilago vaillantii* Tul.)的孢子堆形成在綿枣儿(*Scilla sinensis*)的子房中和花藥內;山蘿卜黑粉菌[*Ustilago scabiosae* (Sow.) Wint.]的孢子堆形成在山蘿卜(*Scabiosa fischeri*)的花藥內;玉米黑粉菌[*Ustilago maydis* (DC.) Corda]的孢子堆形成在玉米(*Zea mays*)地上部分的任何器官(包括支撐根、莖、葉片、雌雄花序以及小花);稗稈孢黑粉菌[*Tolyposporium bullatum* (Schroet.) Schroet.②]的孢子堆形成在稗(*Echinochloa crus-galli*)、旱稗(*Echinochloa hispidula*)、无芒稗(*Echinochloa crus-galli* var. *mitis*)和柔毛稗(*Echinochloa villosa*)的个别子房內;稻粒黑粉菌(*Tilletia horrida* Tak.)的孢子堆形成在水稻(*Oryza sativa*)的若干子房內;酸漿葉黑粉菌(*Entyloma australe* Speg.)的孢子堆形成在苦蕒(*Physalis angulata*)和小酸漿(*Physalis minima*)的葉片及萼片上;拳參黑粉菌[*Ustilago marginalis* (DC.) Schroet.]的孢子堆形成在拳參(*Polygonum bistorta*)的葉片邊緣,呈現出一圈白邊等等。

黑粉病菌孢子堆的形成,虽然一般具有一定的部位,但并不是绝对的,例如,禾本科植物的条黑粉菌屬(*Urocystis*)往往可以侵染花器,反之有时花器上的黑粉菌也可能在营养器官上形成孢子堆。朗格(Lang, 1913)报道,如果将已受大麦散黑粉菌[*Ustilago nuda* (Jens.) Rostr.]侵染的大麦(*Hordeum vulgare*)植株人为地使

① 异名: *Cintractia bambusae* Miyabe et Hori(1905)

② 异名: *Sorosporium bullatum* Schroet(1869)