

關於黃變米的研究

日本農林省農林研究所植物微生物研究所

角田廣 藤田理 著

黃變米問題為目前日本進口大米中非常普遍的問題，我國過去對此尚少研究，茲為提供商品檢驗局，糧食收購出口公司及有關部門在工作中之參攷，特將農林省進口公司所購辦的資料將其重要部份摘要翻譯於後。

對外貿易部商品檢驗局。

一、黃變米的原因

黃變米的種類廣義地包括生理性的黃變米和病理性的黃變米。生理性黃變米的原因為由不同的貯藏方法，促使大米變質，有的為人們所喜食，這類黃變米應略去不談。

病理性黃變米是指微生物寄生於正常的大米致使米質變色之大米而言。這類黃變米的病原微生物已發現的有15種，發病較重的可以肉眼鑑別，輕微的因其顏色類似，難以區別，有的且不帶色，須以螢光燈檢視之。茲將15種黃變米病原菌記述如下：

下：	<i>Pseudomonas</i> sp.	莫那斯氏黃變米
	<i>Trichoderma</i> sp.	綠毛黃變米
	<i>Penicillium toxicarium</i>	黃變米
	<i>Penicillium citrinum</i>	黃變米
	<i>Bacillus</i> sp.	厄瓜多爾黃變米
	<i>Aspergillus nidulans</i>	尼加拉瓜黃變米
	<i>Aspergillus repens</i>	
	<i>Aspergillus amstelodami</i>	
	<i>Penicillium chrysogenum</i>	

<i>Bacterium cinnamomum</i>	嫩皮米
<i>Penicillium islandicum</i>	伊斯蘭地亞黃變米
<i>Penicillium sp</i>	緬甸黃變米
<i>Aspergillus chevalieri</i>	黑變米
<i>Aspergillus oriolus</i>	
<i>Aspergillus ruber</i>	

上述15種中，目前已證明對人類有毒的有黃變米、泰國黃變米、伊斯蘭地亞黃變米等三種，其中尤以泰國黃變米為害最甚。

茲將此三種的情況介紹如下：

黃變米 *Penicillium toxicarium* Miyake

(1) 分佈及寄主：多發生於日本、台灣，現在伊郎米上也有發現。粗米被害嚴重，白米次之，其他穀類在自然狀態下不被寄生。大米水分15%左右時最適於其寄生。

(2) 病征：由米之傷部及胚部開始寄生，被寄生處初為淡黃色以至黃色，後產生淡綠色的分生孢子。本病之特異病徵米粒上形成黃色橫紋狀病斑，加以紫外線照射，黃色病斑上可顯黃金色的螢光。病米有特殊的腐敗性臭味，如將壓破兩次黃色之病米晒於陽光之下，則逐漸退色。

(3) 病菌培養：本菌在炭基培養基生長良好，在沙四地 (Czapek) 培養基則最初為白色短羊毛狀菌絲，後成地毯狀，由淡黃漸變至濃黃、綠色、灰綠色。菌落有皺紋並附有黃色水泡，極易黃色，若在菌絲間可看到灰白色素結晶，散佈在培養基中。

(4) 形态：(一) 營養菌絲徑2——4微米，長5.2——23.4微米，成塊狀。細胞內可見多數黃色脂肪狀物質小顆粒。
(二) 氣中菌絲徑1.4——2.0微米，長10.6——64.6微米，

成網管狀，6—7支集合形成菌絲束（Fumiculate hyphae）。有在菌絲間連成「H」形。初為黃色後成黃綠色。此菌屬 Mono-Verticillata，從營養菌絲分枝成肉質中菌絲，的菌絲生長分生子柄。分子柄徑1.6—6.6微米，長18.2—138.0微米。
 (四) Sterigmata 徑1.6—3.8微米，長5.6—11.6微米，成棒狀，附在分生子柄的末端。(五) 分子孢子徑2.2—3.0微米，成球形，圓面有刺，多數連續着生。

(五) 生理及毒質：本菌發育之最低溫度在5°C以下，最適溫度為30°C，最高溫度為45°C左右，在45°C時10日死亡，50°C時7天死亡，55°C時2小時60°C時1小時所死亡。如用各種碳水化合物培養，則葡萄糖澱粉為中等，如用甘藷則毒素量增多。毒素的分子式，根據平岡與藏氏為 $C_{27}H_{36}O_7$ ；其構造式不詳。根據補口健二氏：酒精抽出之粗毒液在1/20000%濃度時都能看到黃色螢光，270°C以下之溫度不致於毀壞，被沸水毀壞時失去螢光。以紫外線照射時間短，毒性反而加強，但如照射2小時，有99%毀壞；失去毒性，對玻璃瓶比較穩定。

(六) 動物試驗：根據補口健二氏將本種毒素對金魚及猴等三十多種動物均有同一毒效，無論注射或飼養均使中樞神經麻痺致死，對昆蟲等下等動物不起毒效。在研究室內試驗，以黃變米酒精抽出液對重50—60公分的白鼠施行皮下注射，0.05—0.15 C.C. 的劑量在20—22分鐘內致死，50%者約半個月死亡，30%者20天左右死亡，混入1%者，約有三分之一在一個月左右致死。

青黴菌毒素 Penicillium Citrinum Thom

(1) 分佈及寄生：分佈在全世界各地帶，主要寄生於白米，寄生於糙米者，病征不顯。

(2) 病征：初生潰瘍狀損傷，由淡黃色至黃色，後在黃色木上附生淡黃綠色分生孢子。無顯著病斑，以紫外線照射，可見黃色螢光。如在陽光下長時間曬晒，則逐漸退色。無特別惡臭及臭味。

(3) 病菌培養：在微基培養基培養良好，在沙氏克培基最初為白色短羊毛狀，後形成為橄欖綠，或呈深著黃色環狀帶的天鵝絨狀菌落。有由中心向外放射的皺紋，並所有黃色水泡，裡面散佈淡黃綠色。

(4) 形态：(一) 孢囊菌絲徑 $3.5—4.5$ 微米，長 $18—20$ 微米，具帶黃色脂肪狀球，老舊成圓形膨大細胞。(二) 囊中菌絲徑 $2.0—2.5$ 微米，長 60 微米左右，有H字形連結，無網狀連結束。(三) 分生子柄徑 $2.5—4.0$ 微米，長 $60—240$ 微米。帶黃色。有一圓或幾個隔膜，可見脂肪狀球。(四) Metulae 徑 $3.0—4.5$ 微米，長 $8.4—12.0$ 微米，在分生子柄上長 $2—4$ 個。其端部肥大，成圓形狀，徑 $3.2—5.6$ 微米。(五) Sterigmata 徑 $2.9—4.0$ 微米，長 $8.2—12.0$ 微米，成顯著星型狀，有 $5—12$ 個生長在 Metulae 上。其頭部中等不很細。(六) 分生孢子徑 $2.2—3.5$ 微米，呈球形平滑。菌絲身高 3.0 微米。

(5) 動物試驗：將本品菌種和介使木，製成黃浸液以其噴鼻白鼠經 80 天後中毒致死，檢則係由於木質的檸檬色黴菌使腎臟發生障礙所致。

(6) 檸檬色黴菌 (Citrinin) 的性質：這種黴素於 1931 年由 Raistrick 氏發現，此菌係由 *Aspergillus candidus*, *Aspergillus ochroleucus* 等均有產生，抽提的方法：係先將菌種洗淨，以酒精抽去乾燥，用蒸餾酒精萃取。分子式為 $C_{13}H_{14}O_5$ ，黃色結晶，於 $170^{\circ}C—171^{\circ}C$ 時分解，可溶於酒精，酒精。

等酯酸、乙醇、石炭酸、酮、三氯甲烷，不溶于冰水。微寒之pH值不同时，色亦变更，当pH4.6时，呈橙黄色，pH5.6—5.8呈玫瑰色，pH9.9呈橙红色。

伊斯蘭地頭黃疫米 *Penicillium islandicum* Sapp

(1) 分布及寄主：遍佈於稻作產區，寄生於大米，玉蜀黍，大麥次之，小麥罕見寄生。

(2) 病征：病米初期表灰白色，後漸變為乳色，淡橙色、橙褐色、橘色、黃橙色、褐橙色。在自然狀態下，一般由傷部或胚部侵入，病征顯著者在米粒上形成潰瘍狀病斑。病米一般脫落易碎，有時散發霉臭味，對紫外線不發螢光。

(3) 病源培養：在放基培基，成長良好，其橙褐色菌絲面積低於培基；在沙氏克羅澤培基上，最初為白色短單毛狀物聚着，後逐漸變為黃橙色、暗綠色、或地氈狀。黃橙色者，一般為短單毛狀，形成異色環狀帶。聚着的中央成放射狀輪紋。菌頂呈橙褐色或暗紅色的顆粒狀凝結物。

(4) 形態：(一) 營養菌絲徑2.0—5.0微米，長10.0至32.2微米，肥大管狀，可見紅色的顆粒。(二) 氣中菌絲徑1.5微米左右，長60微米左右；呈細管狀，由營養菌絲分枝，數次集成或網狀菌絲束。(三) 分生子柄長13.2—84.2微米，一般為30—40微米，由營養菌絲分枝或由氣中菌絲的端部分生子柄。菌絲端中切面有多數紅色色素。(四) Sterigmata 着生於 Metulae 上，分生子柄必二個分枝，其先端分生3—6個 Metulae，在以前端生2—6個 Sterigmata。Sterigmata 徑長2.4—3.8微米，長8.8—15.0微米，呈頭蓋形。(五) 分生胞子徑1.8—3.5微米，長2.8—4.6微米，呈長圓形，無刺，淡黃色，在 Sterigmata 多數連生。

(5) 生理状况：色素只经反硝还原酶氧化成。有淀粉酶、糊精酶、糖苷酶、植物淀粉酶、植物蛋白酶、乳糖酶、尿素酶、麦芽糖酶、脂肪酶、胰蛋白酶、氧化酶、还原酶、羧酸酶及胰蛋白酶不具存在。适宜最低温度为 10°C 以下，最适温度为 30°C ，最高温度为 43°C 左右， 53°C 经10分钟即死。无机盐的多少影响菌体的色素，在沙氏培养基，1000立方公分中有硫酸镁0.5克，硫酸铁0.1—1.0克，磷酸氢钾1.0—3.0克，磷酸钠1.0克时，色素量最大。硫酸钠在0.5克以下时成灰色，在1.0克以上时产生灰色色素。在培养基中，PH初升到4.2，后升至5.8，呈水平状态。于糖分耗尽时色素量最高，以便来接种本菌，PH下降到4.8，产生15%以上的色素类毒素之混合物。本菌色素，据Raistrick氏研究为Islandicin，易溶于苯，乙醇、酒精，难溶于丙酮、醚及水。毒素不鲜，但已知其能溶于酒精，醚及水，在 100°C 以下之温度不失毒性。

(6) 动物试验：本菌的毒素，无论培养或注射，都有毒效。以乙醇抽出之粗毒素，对体重23克之白鼠施行皮下注射，如0.30公分则就会致死，如少于该用量则在长时间内中毒。由培养基之菌液抽出毒素施行皮下注射，则对体重145公分者，以0.075公分之毒物即致死。以已经抽出毒素后之病末鼠来继续抽出之病末鼠喂以白鼠，则后者之白鼠于30—40天内发生肝硬化致死。以抽出毒素后之末鼠喂以白鼠则继续生存，因之以种毒素为乙醇之可溶物。

除以上三种培养术尚有其他对动物呈强毒性的变类，因还没有详细研究，暂缺。

二、病原菌的鑑定方法

鑑定病變果的病原有下列各種方法：(一)根據病原在果粒上所呈現之病征；(二)由病果分離病原，培養後針探其罹病率；(三)將病菌所產生之物質以化學反應方法檢定。由於目前對病菌的研究不修，還不能採取第三種方法，目前並以第一及第二種方法為主。茲將這二種方法記述如下：

(一)根據病征鑑定：由於病原微生物在果粒上所呈現的病征不同，故可根據病征的不同情況，鑑定不同的病原菌，後面所列之「病變果分類表」可供識別病征之參考。在獲通外國果的各地，同時應及該檢驗，只所採取此種方法。

利用試外核檢驗病原以查亦可鑑定是否為含有菌核的果變果，但內所關心此與果水可謂小淺顯射不超醫判。

(二)培養病原鑑定：(1) 培養法：將病變果200—300粒置入適量之培養水中；充分攪混，現下將在果粒表面之孢子，然後將液之一部以消毒移液管移入培養液進行培養，能使長出的菌絲在針探果生之比例。

(2) 直接法：在培養皿內傾入適量的病粒，另在皿的一邊放一瓦片水濕的膠膜，加蓋後放在25°—30°C下，經5—7天果粒表面及內部發分菌。將培養皿放在低倍顯微鏡下，觀察菌絲，然後砂石鑑定。

(3) 製成厚膜之果粒：取果粒50立方公分培養水中攪散10次，然後將果實可以兩層小紙或白金耳將果已洗淨之水及果心切斷在50公分的玻璃皿內，結實一起進行斜置組織研碎。低存在25°C下發1—10天，小成厚膜或後薄或板或長之菌絲。

病變率的% 以觀察菌絲之，

三、病變末的分类表

病變末的調查範圍很廣，包括葡萄牙、西班牙、意大利、土耳其、馬達加斯加、伊朗、巴基斯坦、緬甸、泰國、西貢、中國、朝鮮、美國、尼加拉瓜、巴西、阿根廷、哥倫比亞、厄瓜多尔等地。製表時係根據末粒組織培養（於表面洗滌後）的結果，其被感染（粒數）在2—3%者不作感染對象，在此以上者，列入表內。

分類表

植物之毒性	被菌結末的病征	培養上的特征
白鼠增加体重於標準者	末粒上中部黑色 胚部黑色割裂等	黃色圓形聚結短桿菌厚極毛(1—2)不勝數也。 黃色圓形膜質聚結有皺紋厚桿狀菌一極毛若五暗色色素於培床中。
產有維他命B	白末全粒淡黃色 可用水洗除。	黃色圓形膜質。聚結有皺紋。單桿狀菌。一極毛。
肥體並無暗	末粒全粒無線之黃色。	菌叢成長為柱毛菌纖狀。微呈薄纖狀。根皮若出黃色色素。
毒。死牛飼 $C_{27}H_{36}O_7$	末粒的一部分或全部有黃色病斑	菌叢呈地毯狀。深棕色。裡面若出黃色——橘黃色。
毒。毒藥呈 色微素 $H_{14}O_5$	末粒又淡黃色	菌叢呈暗帶灰藍的棕色。天鵝絨狀。裡面若出暗藍色——黃色。
	末粒的一部分或全部粗棕色兩暗	短桿菌狀成長。暗淡黃色。短桿狀菌。圓形。若出微纖色色素於培床中。
	末粒的一部分或全部茶色。有明感	菌叢呈深的模糊色——暗帶白色的黃褐色。形成子實體。火絨中爆發。裡面微色。
	末粒的一部分或全部呈黃色——暗色	菌叢呈黃綠色——暗帶灰色的微纖線。短桿毛狀。裡面呈暗帶藍綠的灰色。
	末粒的一部分或全部黃色。後或暗色	菌叢呈黃色。綫狀。裡面不顯色。
	末粒的一部分或全部變黃色	菌叢呈地毯狀。灰綠色。裡面若出黃色色素。