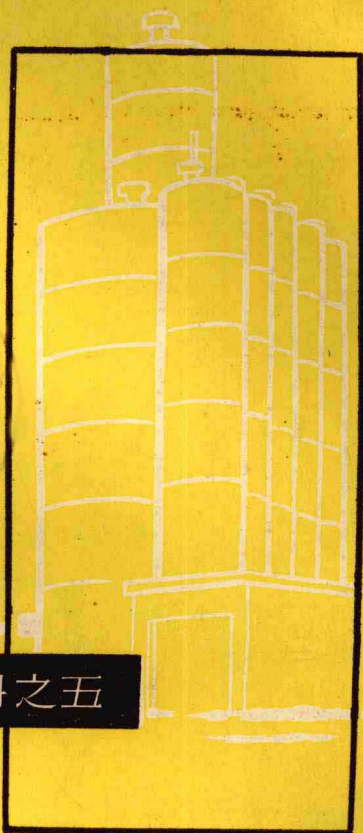


〔美〕J. A. 安台生 A. W. 阿尔考克 編

王 鳴 岐 譯



谷物及其加工品的貯芒分册之五

貯 粮 微 生 物

上海科学技术出版社

貯 糧 微 生 物

谷物及其加工品的貯藏分册之五

[美] J. A. 安台生 編
A. W. 阿尔考克

[美] G. 西門涅克 著
王 鳴 岐 譯

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本书是“谷物及其加工品的貯藏”一书中的第三章,內容广泛地收集了有关粮粒内外部微生物区系及其在粮食貯藏过程中所起作用的資料,对粮食上常見微生物的种类、生长发育規律及其对粮食品质的損害作用,以及防治方法,均作了較全面而系統的介绍。可供人民公社、国营农場、粮食保管和加工部門的干部、技術人員,以及有关科学研究机关工作人員、农业院校师生等参考。

貯 粮 微 生 物

谷物及其加工品的貯藏

分册之五

STORAGE OF CEREAL GRAINS
AND THEIR PRODUCTS

原編者 [美] J. A. Anderson, A. W. Alcock

原著者 [美] G. Semeniuk

原出版者 American Association of
Cereal Chemists

譯 者 王 鳴 岐

*

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

上海市书刊出版业营业許可証出093号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

商务印书館上海厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印張 3 字數 78,000

1962年10月第1版 1962年10月第1次印刷

印數 1—800

統一書号: 16119 · 478

定 价: (十二) 0.44 元

目 录

微生物区系	1
微生物区系特性	1
粮粒的微生物区系	3
内部微生物区系	4
外部微生物区系	9
谷物加工品的微生物区系	21
面粉	22
麸皮	29
谷物糠片	30
影响微生物区系活动的主要环境条件	32
温度	32
湿度	38
氧气	50
微生物区系在谷物及其加工品贮藏过程中的动态	52
微生物区系对谷物及其加工品品质的损害作用	72
谷物及其加工品中微生物区系的防治	76
参考文献	79

微生物区系

谷物及其加工品的微生物区系由多种真菌及細菌（包括放綫菌）組成。这些微生物与土壤中、空气中以及活的和死的动植物体内外部的微生物基本相同。根据較保守的估計，世界各国的谷物产品因粮食微生物的活动所受到的損失达1~2% (188)，而因它們的活动威胁进行翻仓干燥、过早出售或降低等級等所造成的損失則更大。

谷物及其加工品常帶有多种真菌和細菌，其类别和数量随粮食产区的气候条件、貯藏条件和組成加工品的谷物种类而定。现在公认微生物与谷物及其加工品的关系是引起自热；发生异味，以釀誘发粮粒各种不同类型的变色；但是它們的真正作用尚未完全明白。为了进一步了解微生物的作用，本章將討論：1) 小麦、燕麦、大麦、黑麦、玉米、面粉、麸皮及谷物糝片內的真菌、細菌、放綫菌的种类和数量；2) 温度、湿度和氧气对这些微生物生长发育的影响；3) 貯藏条件对这些微生物生命活动的影响；4) 微生物对谷物及其加工品品质的影响；5) 控制粮食微生物生命活动的方法。有关这类問題的文献虽很多，但没有汇集起来，而且微生物的生物学特性除了与那些似乎能够控制的因素有关外，还决定于許多其他因素，因此，总结现有的資料时不得不詳細引証各别的观察实验。

微生物区系特性

· 真菌、細菌及放綫菌都是植物界菌藻植物門中形态构造简单的微生物。它們有許多类型，但大多数或全部谷物及其加工品的微生物都是异养型，即需要外界有机营养物质来生长。这些微生

物也包括植物寄生菌和腐生菌。由于类型的多样性，它們能够在各种不同的环境条件和营养条件下生长繁殖。

真菌 按繁殖方式和形态构造，通常把真菌分为藻状菌綱 (Phycomycetes)，囊子菌綱 (Ascomycetes)，担子菌綱 (Basidiomycetes) 及半知菌綱 (Fungi imperfecti) 或不孕菌絲类 (Mycelia Sterilia) (86, 227)。一般在正式分类系統外，常按生长形态分为霉菌、酵母菌及类酵母菌 (356)。

霉菌的薄壁管状体叫菌絲 (hyphae)，它随后发展为絲状体，生出分枝，并彼此交織成立体式网状菌絲体 (mycelium)。又因为它們新生的及活力最强的原生质是在菌絲尖，所以生长总是从菌絲尖尖端的延长反映出来 (323)。在菌絲尖的后面生出橫隔壁、分枝和繁殖机构。藻状菌在晚期形成沒有中孔的橫隔壁，而囊子菌、担子菌、半知菌及不孕菌絲則在早期生出有中孔的橫隔壁 (64, 227)。这些中孔在原生质正在生长的部位保持开放，在停止生长或邻近細胞受伤的部位則堵塞起来。当真菌形成菌絲段、集聚菌絲〔菌核 (sclerotia)〕或孢子 (spore) 以便繁殖和传播时，橫隔壁的中孔即被堵塞。

孢子有各种不同的形状，有的是由单細胞組成，有的是由多細胞組成。现知孢子有胞芽 (gemmae)，厚壁孢子 (chlamydespores)，分生孢子 (conidia)，孢子囊孢子 (sporangiospores)，接合孢子 (zygospores)，子囊孢子 (ascospores) 及担子孢子 (basidiospores) 等。它們的生活力和寿命各不相同，因而它們对于真菌繁殖和传播的作用也彼此各异。在适宜的环境下，孢子萌发生出一条或几条菌絲，侵入并繁殖于谷物及其加工品中。菌絲侵袭这些底物的机制主要为酶和机械作用。进一步的发展則决定于营养物质的可利用性及湿度、温度、通气等条件。毒物、其他微生物以及机械障碍都能抑制或阻止它們的发展。

酵母菌及类酵母菌从分类的角度來說，分別地被划入囊子菌

綱和半知菌綱中(98, 244, 282, 356, 370)。这些菌类或以出芽(budding)生殖或以分裂(fission)生殖,有时生成菌絲体或假菌絲体(pseudomycelium)。菌絲体型的增殖是芽生似酵母細胞[芽孢(blastospores)],离生粉孢子(arthrospores),或形成分生孢子。假菌絲体型的增殖則是形成延长的芽体細胞鏈。

細菌 細菌属于裂殖植物門(phylum Schizophyta),裂殖菌綱(Schizomycetes),內分五目(58)^①。但在谷物及其加工品方面的有关研究則只限于眞細菌目(Eubacteriales)及放綫菌目(Actinomycetales)。眞細菌具有单独生存的細胞,呈球状或杆状(最大体积为0.2~4微米),运动或不能运动,单生、鏈生或集团生;分13科,但在谷物及其加工品中仅知7科。因为它们是以裂殖方式增殖,又因为裂殖的結果形成彼此独立的細胞,它們不能以机械方式侵入完好的粮粒組織內,而必須通过腐烂組織、天然孔隙或虫伤部位进入粮粒。这类細菌借本身产生的胶状物质附着于植物体外,并以帶荚膜細胞或內生孢子(endospore)在那里維持生存。

放綫菌 放綫菌分为分枝杆菌科(Mycobacteriaceae)、放綫菌科(Actinomycetaceae)和鏈霉科(Streptomyetaceae),它們都形成延长的分枝細胞,或纖細而有分枝和隔壁的菌絲体,这些菌絲的直径多在1微米以內。放綫菌科菌类的菌絲体寿命很短,以段生分裂法(segmentation)形成短棒状体或球状体,鏈霉科菌类的菌絲則比較持久。

粮粒的微生物区系

粮粒內部和外部帶有各种不同的微生物,而外部的微生物往往多于內部。下面就內部和外部两类微生物区系加以介紹。

① 最近对細菌生活史的研究結果指出,必須修訂細菌的分类系統(36)。

内部微生物区系

粮粒内部微生物区系有寄生菌和腐生菌。在地球上的温、湿和半干地带，当粮粒形成和成熟时期，只要有适于感染的連續間歇性降雨，高的相对湿度，露水及高温等条件，这两类微生物就普遍发生。

粮粒内的微生物可用下法检查：1) 观察粮粒表面杀菌后在潮湿条件下或試驗室里培养皿内微生物的生长情况；2) 在这些粮粒发芽后观察幼苗及成长植株的感染情况；3) 以显微切片法检查粮粒組織内的微生物；4) 检查粮粒有无縮縮或僵化籽粒，变色的胚芽、吸收层、胚乳或果皮，細菌、菌团块、菌絲体或果实体 (262, 354)。凡大麦籽粒内带有大麦散黑穗病菌 (*Ustilago nuda*) 及大麦条斑病菌 (*Helminthosporium gramineum*)，小麦籽粒内带有小麦散黑穗病菌 (*U. tritici*) 时，通常可用第二及第三法查出 (331)，而第一法则常用来检查其他寄生物。当用第一法检查时，一般先

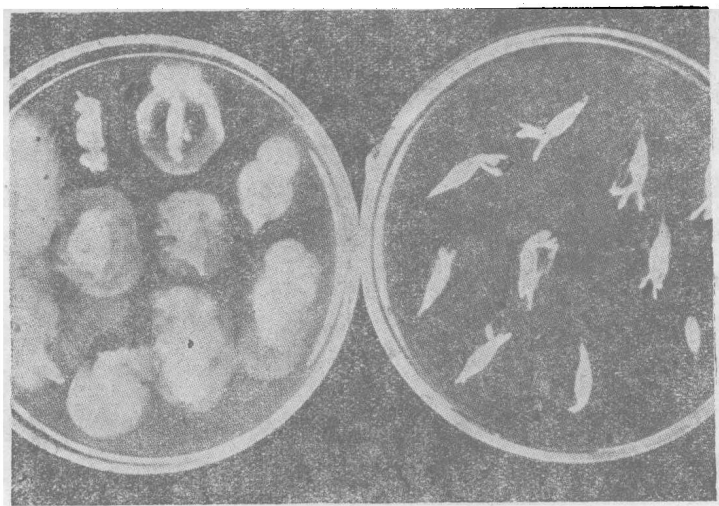


图 1. 种在琼脂培养基上的两组表面灭菌燕麦 (C. M. Nagel 原图)

左: 寄附霉菌的燕麦 (霉菌向外生长); 右: 健康的燕麦。

将粮粒浸入升汞溶液(1/1000 溶液——譯者)中进行 10 分钟的表面杀菌,接着在无菌水中冲洗,最后移植于琼脂培养基上(图 1)。試驗結果常因供試药剂及程序不同而异,如灭菌剂的种类(259),灭菌溶液的浓度,粮粒在灭菌溶液内浸漬時間,以及琼脂培养基的成分等,都会影响試驗結果。

在十九世紀末叶,一般认为微生物系酶的生活形态(22, 23, 24, 431, 432),它們在粮粒中是种子萌发必需的淀粉酶(*diastase*)的源泉(34, 46, 128, 191, 192, 254, 255),并为种子生活力正常衰退的致因(164)。以后当发现微生物为另外一个类型的生物,与籽粒内部无生命的酶不同时,一般又认为絕大多数粮粒内沒有微生物(63, 215, 230, 233)。直到最近証实粮粒果皮内几乎普遍有菌絲体存在时(77, 177, 178, 293),这个观点(35, 313)才被否定。图 2 示一粒正常小麦果皮内部典型霉菌菌絲体的照片。

现在知道表 1 列举的寄生真菌和細菌都可以寄生于粮粒内部。如稻黑孢子菌(*Nigrospora oryzae*),頂头孢霉(*Cephalosporium acremonium*),三角孢子微子囊菌(*Microascus trigonosporus*)



图 2. 一粒正常小麦果皮内部的霉菌菌絲体
(C. M. Christensen 原图)

(430), 草酸青霉(*Penicillium oxalicum*), 青霉(*Penicillium* spp.) 曲霉(*Aspergillus* spp.), 根霉(*Rhizopus* spp.), 交链孢霉(*Alternaria* spp.) 等半寄生菌和腐生菌, 以及其他多种真菌和细菌也都可能生存于粮粒内部。至于它们在粮粒内的存在主要决定于它们自身的寄生侵袭作用和真正寄生菌的寄生作用, 也决定于这些微生物在空中活动时粮粒的发育阶段(7, 247, 346), 粮粒的感受性(59, 247), 以及气候条件等(7, 118, 409)。

表 1 谷物种子内潜伏的寄生真菌及细菌

(采自 Dickson, 96, Greaney 和 Machacek, 140)

寄 生 物	小麦	燕麦	大麦	黑麦	玉米
真菌					
谷类雪腐病菌(<i>Calonectria graminicola</i>)	+			+	
炭疽病菌(<i>Colletotrichum graminicolum</i>)		+		+	
大孢子干腐病菌(<i>Diplodia macrospora</i>)					+
干腐病菌(<i>D. zeae</i>)					+
镰刀菌(<i>Fusarium</i> spp)	+	+	+	+	+
稻恶苗病菌(<i>Gibberella fujikuroi</i>)					+
谷类赤霉病菌(<i>G. zeae</i>)	+	+	+	+	+
玉米叶斑病菌(<i>Helminthosporium Carbonum</i>)					+
条纹病菌(<i>H. gramineum</i>)			+		
茎基腐病菌(<i>H. Sativum</i>)	+	+	+	+	
燕麦叶枯及茎基腐病菌(<i>H. victoriae</i>)		+			
燕麦条纹病菌(<i>Pyrenophora avenae</i>)		+			
大麦网斑病菌(<i>P. teres</i>)			+		
燕麦叶枯病菌(<i>Septoria avenae</i>)		+			
小麦颖枯病菌(<i>S. nodorum</i>)	+				
黑麦叶枯病菌(<i>S. secalis</i>)				+	
小麦叶枯病菌(<i>S. tritici</i>)	+				
燕麦散黑穗病菌(<i>Ustilago avenae</i>)		+			
大麦散黑穗病菌(<i>U. nuda</i>)			+		
细菌					
玉米萎蔫病菌(<i>Bacterium stewartii</i>)					+
燕麦晕轮病菌(<i>Pseudomonas coronafaciens</i>)		+			
条纹病菌(<i>Ps. striafaciens</i>)		+			
黑颖病菌(<i>Xanthomonas translucens</i>)	+		+	+	

某些寄生菌如玉米干腐病菌(*Diplodia zeae*), 茎基腐病菌(*Helminthosporium sativum*)及谷类赤霉病菌(*Gibberella zeae*)等, 在粮粒成熟早期侵袭时常使之生成皱缩、有斑点的籽粒, 而后期侵袭时对籽粒形态没有影响。另外一些菌类, 如大麦散黑穗病菌, 小麦散黑穗病菌, 大麦条斑病菌及三角孢子微子囊菌, 在粮粒

发育早期侵袭,但并不引起外部征状。寄生菌的菌丝可生于果皮内(187, 235, 253, 261, 288, 314, 371, 429)、糊粉层中(185, 187, 288, 314, 429)、胚乳中(314, 429)或胚芽内(187, 253, 314, 353, 429)。一般说来,当菌丝向籽粒内部继续深入时,便遭到珠心及内珠被间一层薄膜的抵抗。这层薄膜随着种子的成熟而逐渐加厚,但在胚外加厚的程度则较小(187, 261, 314, 394)。

根据加拿大曼尼杜巴(Manitoba) 1937~1942年的资料,小麦、燕麦、大麦和黑麦籽粒中带有交链孢霉的约占70%,蠕形菌(*Helminthosporium* spp.)约占4%,镰刀菌(*Fusarium* spp.)约占1.5%。黑孢子菌属(*Nigrospora*)、湾孢霉属(*Curvularia*)、附球菌属(*Epieccum*)、腹端孢霉属(*Cephalothecium*)、壳针孢霉属(*Septoria*)、芽霉属(*Pullularia*)、芽枝霉属(*Cladosporium*)、伏梗孢子霉属(*Stemphylium*)、青霉属(*Penicillium*)、曲霉属(*Aspergillus*)及毛霉属(*Mucor*)等真菌成员依次递减,总共约占6%。而细菌、酵母菌及放线菌则不很普遍。在上述年度内,内部不带菌的小麦籽粒平均为23.9%,燕麦为25.2%,大麦为13.6%,黑麦为20.8%。在1939年(139)加拿大东部粮粒内的细菌、交链孢霉、蠕形菌及镰刀菌远多于气候比较干旱的西部。那年从加拿大栽培的谷物籽粒内共分出50属真菌及细菌。带菌籽粒百分数最低的为生在亚尔柏它(Alberta)的小麦(8%)和燕麦(13%)及生在不列颠哥伦比亚(British Columbia)的黑麦(27%)。

在美国中北部的小麦、大麦及黑麦籽粒中,普遍地有交链孢霉、蠕形菌、镰刀菌及赤霉菌,但在南达科塔州(South Dakota)、北达科塔州(North Dakota)西部半干旱地区以及蒙塔那(Montana)等州的粮粒中,便不大看到这些微生物(390, 392, 393)。在中北部它们的数量也随地区及年度气候条件而异(45, 59, 81, 95, 97, 116, 189, 390, 391, 392, 393)。在美国粮粒上普遍地有下列各属微生物:曲霉、青霉、黑孢子菌、腹端孢霉、单孢枝菌

(*Homodendrum*)、茎点菌(*Phoma*)、木霉(*Trichoderma*)、根霉和细菌。在其他国家的粮粒上也看到类似的微生物(91, 100, 109, 112, 119, 315, 378, 441)。

从1916到1933年在美国有25%装玉米的火车车厢载着5%以上的被害籽粒运达各终点站(373)。在上述年度内从爱欧瓦州(Iowa)、伊利诺州(Illinois)、印第安那州(Indiana)及俄亥俄州(Ohio)运出的被害籽粒较从科拉瑞达州(Colorado)、坎萨斯州(Kansas)、尼布拉斯加州(Nebraska)、得克萨斯州(Texas)、肯达克州(Kentucky)及米苏里州(Missouri)等地运出的为多。在这些被害籽粒内的真菌似以孢子丛型镰刀菌(*Fusarium moniliforme*)、玉米干腐病菌、玉米赤霉病菌及稻黑孢子菌为最多。

从1933到1942年玉米干腐病菌及玉米赤霉病菌在美国密西西比河以东各州的玉米籽粒内较之河西各州的更为常见(172)。孢子丛型镰刀菌在美国北部密西西比河以西及南部肯达克州(Kentucky)、坦南西州(Tennessee)、阿拉伯馬州(Alabama)和密西西比州(Mississippi)等玉米螟猖獗地区也比其他各州为普遍。稻黑孢子菌在一般年份不常看到,可是在1935年大量发生,与1942年在明尼苏达州(Minnesota)、爱欧瓦州、北达科塔州、南达科塔州及尼布拉斯加州早霜后所见到的情况相同。毛霉及曲霉在美国南达科塔州、尼布拉斯加州、坎萨斯及得克萨斯州等地一般比其他各州为多,而青霉则在中东及中西地区各州内较多。在1932~1935四年内伊利诺州所产28~90%的玉米穗的腐粒中镰刀菌最普遍,青霉、根霉、干腐病菌、赤霉、黑孢子菌及曲霉最少(43)。其中一年内孢子丛型镰刀菌存在于中西部许多州内每一个被检查的玉米穗中,并且根据60个代表穗的检查结果,没有一粒玉米不带该菌(412)。另外一年,在米苏里州内几乎全部供检玉米穗上絕大多数的籽粒都带有孢子丛形镰刀菌、玉米干腐病菌或頂头孢霉(55)。

外部微生物区系

外部微生物区系主要由腐生菌組成。由于它們經常存在空气內及土粒中,因此遍布于世界各地的糧粒上。有时也包括寄生菌。所以外部微生物区系中有: 1)一半生于糧粒外部一半生于糧粒組織內的寄生菌; 2)附着于种子外或停留于外壳和穎果間的腐生菌; 3)在糧粒外表发展为附生物(epiphytes)的腐生菌; 4)已与糧粒或多或少地联系但还没有在糧粒上进一步发展的腐生菌及寄生菌,如麦角菌的菌核,黑粉菌孢子,或植物残体及土粒携带的其他真菌孢子或菌絲体。外部微生物区系的某些成員可借肉眼从糧粒上直接查出,有些可在显微镜下从洗滌糧粒的水溶液中查出,又有一些則可从培养于明胶或琼脂培养基上的洗滌液中分离出来。許多微生物牢固地附着在谷粒表面,即使用水和砂粒重复冲洗也不能除去(102,183,419);但在水內加入去污剂就可以迅速洗去(77)。

霉 菌 真菌在糧粒上跟在植物叶子上一样地普遍(31,102),它的数目如下:

根据在啤酒汁琼脂培养基上培养的结果,每0.1克俄国或德国小麦、燕麦、大麦及黑麦种子上有0至44,000个真菌(167)。

以肉湯琼脂或肉湯明胶培养基培养来自不同国家的小麦样品,发现每克小麦种子上有89至920个真菌(367)。

在1943及1945年夏季的某两个星期內,把从加拿大文尼柏(Winnipeg)粮食市场购得的紅皮春小麦样品在萨匹克氏(Czappek)琼脂培养基上培养后,查出每克种子上有420至1872个真菌(183)。

在美国以洗滌种子液計算孢子法从八个商品样品中查出每粒小麦帶有3330至8500个真菌,从三个商品样品中查出每粒小麦上有20,000至56,665个真菌(89)。

从第一級到第六級的小麦(183),不論玻璃质的、未成熟的

或遭到霜害的麦粒(183),乳熟期的、糊熟期的或完熟期的小麦(320),寄附的霉菌数目大致相同。但也有报导說高級小麦比低級小麦寄附的孢子数为少(77)。

Morgenthaler(278)以普通小麦、士卑尔脱(Spelt)小麦及黑麦在水中磨碎并将悬浮液放入明胶或琼脂培养基后,他发现每克霉腐小麦生出1200到41,600,000个霉菌菌落,而健全的粮粒则不发生菌落。但当他把各种悬浮液加入蜂糖明胶培养基时,他发现每克正常小麦中产生4000到7200个霉菌菌落,每克微染黑穗病菌的小麦中有10,000到15,000个菌落,每克明显污染黑穗病菌的小麦中有184,000个菌落。Christensen和Gordon(79)以小麦及玉米磨粉,然后将粉加入麦芽糖食盐琼脂培养基中。他们从一克健全的小麦得到2040到3460个霉菌菌落,从一克未成熟的小麦得到5000个霉菌菌落,从一克“病”麦得到66,000个霉菌菌落。在从美国中西部五个终点站取得的1946年收获的玉米样品的检查结果,发现霉菌的数量从第一级到第五级(按美国标准——编者)循序递增;不列入等级的样品感染最严重。

在粮粒表面看到的霉菌如下:

在北达科塔州的小麦上青霉及炭疽病菌最多,而曲霉、交链孢霉、腹端孢霉及蠕形菌等最少(44)。

在俄亥俄州(Ohio)絕大多數的小麦及燕麦样品中都有赤霉菌、黑穗病菌、炭疽菌及粉紅腹端孢菌(*Cephalothecium roseum*)等菌类的孢子(347)。

从萨斯克琼(Saskatchewan)的15个大麦品种中找到蠕形菌属、镰刀菌属、交链孢霉属、刺蠕孢子菌属(*Heterosporium*)及黑穗病菌等的孢子,以及淡色和暗色菌絲体的碎片(260)。

在曼尼杜巴的小麦、燕麦及大麦上,交链孢霉、蠕形菌、镰刀菌、外球菌、芽枝霉、青霉、曲霉及毛霉数量则依次递减(140)。

在苏联的小麦上寄附着蜡叶芽枝霉(*Cladosporium herb-*

arum)、丛霉(*Dematium* spp.)、杂色曲霉(*Aspergillus versicolor*)、羊毛状青霉(*Penicillium lanosum*)(320)。

James, Wilson 和 Stark (183) 从小麦上分离出下列各种微生物:

朱紅荀頂孢菌(<i>Acrostalagmus cinnabarinus</i>)	茎基腐病菌(<i>Helminthosporium sativum</i>)
細交鏈孢霉(<i>Alternaria tenuis</i>)	蒼白单孢枝霉(<i>Hormodendrum pallidum</i>)
灰綠曲霉(<i>Aspergillus glaucus</i>)	
白曲霉(<i>Aspergillus candidus</i>)	綠色单孢枝霉(<i>H. viride</i>)
黃曲霉(<i>A. flavus</i>)	卷枝毛霉(<i>Mucor circinelloides</i>)
烟色曲霉(<i>A. fumigatus</i>)	总状毛霉(<i>M. racemosus</i>)
黑曲霉(<i>A. niger</i>)	韦氏拟青霉(<i>Paecilomyces varioti</i>)
米曲霉(<i>A. oryzae</i>)	金黃青霉(<i>Penicillium chrysogenum</i>)
杂色曲霉(<i>A. versicolor</i>)	黃背青霉(<i>P. flavi-dorsum</i>)
头孢霉类(<i>Cephalosporium</i> spp.)	常見青霉(<i>P. frequentans</i>)
短头孢霉(<i>C. curtipes</i>)	紫青霉(<i>P. purpurogenum</i>)
粉紅腹端孢霉(<i>Cephalothecium roseum</i>)	縐褶青霉(<i>P. rugulosum</i>)
黃色镰刀菌(<i>Fusarium culmorum</i>)	刺状青霉(<i>P. spinulosum</i>)
早熟禾镰刀菌(<i>F. poae</i>)	土青霉(<i>P. terrestre</i>)
薦草镰刀菌一变种(<i>F. scirpi</i> var. <i>acuminatum</i>)	根霉类(<i>Rhizopus</i> spp.)
半复镰刀菌一变种(<i>F. semitectum</i> var. <i>major</i>)	帚霉(<i>Scopulariopsis</i> spp.)
	短柄帚霉(<i>Scopulariopsis brevicaule</i>)
	小麦穎枯病菌(<i>Septoria nodorum</i>)
	木素木霉(<i>Trichoderma lignorum</i>)

Christensen(77)发现在低級和高級小麦中,灰綠曲霉比他种真菌占优势;在高级小麦上的他种真菌尚有白曲霉和青霉、交鏈孢霉、蠟形菌和镰刀菌,在低級小麦上有杂色曲霉、黑曲霉、黃曲霉、赭曲霉(*A. ochraceus*)及若干种青霉。

在普通大麦(82)子房下部的鱗片(lodicules)上及两稜大麦

(242)的不孕花内分离出灰綠曲霉、蜡叶芽枝霉和曲霉、青霉及交鏈孢霉。此外还有茎基腐病菌(260)。

酵母菌和类酵母菌 关于粮粒上的酵母菌和类酵母菌虽有报导(69,140,183,320),但尚缺乏詳細的研究。James、Wilson 和 Stark (183)报导一克小麦上有酵母菌落 6400 至 64,000,而且其数量随小麦等級从一級降到六級而递增。在玻璃质的、曝干的、未成熟的及遭受霜害的籽粒間这数量差异不大。在粮粒上鉴定出来的类酵母菌有念珠霉(*Monilia* sp.)及圓形酵母菌(*Torula* sp.)。在粮粒上有过报导的其他类酵母菌包括下列各种:

白假絲酵母(<i>Candida albicans</i>)(79)	<i>maydis</i>)(332)
土壤假絲酵母(<i>C. humicola</i>)(98)	灰紡錘菌(<i>Fusidium griseum</i>)(350)
克柔氏假絲酵母(<i>C. krusei</i>)(250)	白地霉(<i>Geotrichum candidum</i> (syn
拟热带假絲酵母(<i>C. pseudotropicalis</i>)(52)	<i>Oospora lactis</i>))(239)
卵孢霉(<i>Oospora</i> sp.)(320)	好食念珠霉(<i>Monilia sitophila</i>)(332)
卵孢霉一种 <i>O. abortifaciens</i> (332)	玉米发孢霉(<i>Trichosporium maydis</i>)(239)
卵孢霉一种 <i>O. aegeritoides</i> (406)	鼻状分枝霉 <i>Rhizotrichum</i> spp.
变形卵孢霉(<i>O. variabilis</i>)(32)	(350)
輪枝状卵孢霉(<i>O. verticilloides</i>)(239, 406)	分枝孢菌(<i>Sporotrichum</i> spp.)(364)
	圓形酵母菌(<i>Torula</i> spp.)(110)
玉米有色孢子菌(<i>Chromosporium</i>	拟圓形酵母菌(<i>Torulopsis</i> spp.)(320)

Chrzaszcz(82)和 Lindner (242)从大麦子房下部的鱗片上得到芽状丛霉(*Dematium Pullulans*)、杜氏小球壳菌(*Sphaerulina Tulasnei*)、葡萄酒酵母(*Saccharomyces ellipsoideus*)、巴斯德氏酵母(*S. pastorianus*)、异常酵母菌(*S. anomalus*)、細尖酵母菌(*S. apiculatus*)以及醭酵母菌属(*Mycoderma*)、圓形酵母菌属和粉孢菌属(*Oidium*)一些菌类。

根据发酵工业方面的报导(133,158,243,339),在发芽大麦、麦

芽精、麦芽汁及市场出售的酵母中有发酵及不发酵两个类型的野生酵母菌；在发酵类型中有椭圆形啤酒酵母菌一变种 (*Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*) 及巴斯德氏酵母菌，至于不发酵的类型则有：

异常汉逊氏酵母菌(*Hansenula (Willia) anomala*)

芽状丛霉(*Pullularia (Dematium) pullulans*)

啤酒醭酵母菌(*Mycoderma cerevisiae*)

血紅隱球酵母菌(*Cryptococcus (Torula) sanguinea*)

食用隱球酵母菌(*C. utilis*)

美丽隱球酵母菌(*C. pulcherrima*)

普通假絲酵母菌(*Candida vulgaris (Monilia candida)*)

变异絲孢酵母菌(*Trichosporon variable (Monilia variabilis)*)

白地霉(*Geotrichum candidum (Oidium lactis)*)

毕赤氏酵母菌(*Pichia* sp.)

細菌 在粮粒上的細菌数量远远超过霉菌，而且几乎所有的粮食包装內絕大多数籽粒上都有細菌存在(183, 232, 367)。在小麦发育成熟各阶段都发现有細菌 (321)。茲将不同研究者所报导的有关各种粮食上的細菌数量列于表2。

把小麦浸洗液培养在 20° C 下比在 37° C 下培养发现有更多的細菌(200)。根据报导，在加拿大一級到六級的小麦上，和在玻璃质小麦、曝干小麦、未成熟的及遭霜害的麦粒上，細菌数目一般是依次递增(183)。但是，高品质粮食上的細菌数目不一定就少(183, 367)。在霉变黑麦和霉变士卑尔脱小麦上的細菌数較相应的正常粮粒上为少，可是在普通的小麦上情况則反是(278)。

在粮粒表面上的細菌，除表1列举的植物病原菌外，都是腐生菌，其中包括产生和不产生孢子的細菌，低温細菌 (psychrophiles)，中温細菌 (mesophiles) 和高温細菌 (thermophiles)，以及好氧性和厌氧性細菌。在这些菌类中有乳酸細菌、丁酸細菌、醋酸細