

谷物、饲料和谷物粉的 菌类控制



谷物、饲料和谷物粉的菌类控制

一种实用的观点

在许多世纪以前，当人类第一次种植谷物时，我们可以这么假想，当时的人类除了要把谷物保存一段时间，足够应付食用需求外，并不特别关心其他任何事情。我们也可以进一步假设，他们的谷物贮藏时间不会太长。人类最初开始种植谷物，是为了供作自己食用的，这是毫无疑问的。每一个农民的责任，就是要养活自己的一家人，我们自己不在场，要准确地猜测会有点困难。不过，要是说他们生产食物来供应别人，我很怀疑他们会这么做。

无疑的，我们目前所要对付的昆虫，早在很多世纪以前就已存在。同时，昆虫容易被人看到，所以，人们必定知道它们有破坏能力的。我们可以肯定，当时的人类是没有任何熏烟剂 (Fumigants) 可以用的。可以想象得到的，就是昆虫和人类在比赛，看谁能先吃到谷物。

以此类推，我想人类常常能够把谷物短期贮藏，而不至于受到昆虫的侵袭。我们也可以肯定，在没有昆虫活动的情况下，一些谷物继续的变质、败坏，或在别方面损失掉。虽然，我们没法知道当时的情形，不过，我们可以想象得到当时的人们一定觉得很奇怪，没有昆虫谷物怎么会损失。他们大概能够看到谷物在变质，可是，毫无疑问的，他们不明白为什么会这样。他们一定把这种谷物的损失，归罪于某些神秘的原因。

我们可以肯定的说，在许多世纪以前的这种谷物的损失，是菌和霉菌的作用所造成。

谷物和子实都是非常耐久，同时，也很容易变坏。假如在收成时的品质良好，接下来又在低湿度和低温度的情况下保存，其原有的发芽能力可能会保持数年或数十年。

许多基本的和实用性的研究，都是针对贮藏产品的昆虫控制。可以用来控制这些昆虫的有效办法，全世界的人们都熟悉。但是有关贮藏产品的菌类控制，虽然在过去的三十年中，已有了很大的进展，人们对其情况还不大了。就是到了今天，许多处理谷物的人员还不懂得贮藏仓库的菌类在他们贮藏谷物的工作上所扮演的重要角色。还有一些人，虽然曾经听到过有关贮藏谷物的菌类，也许，也曾研究过这类微生物，可是，他们却不相信这类微生物会有这样的破坏能力。显然的，我们要是对这些微生物不熟悉，我们就不会特别努力去发展控制的方法。在美国，贮藏谷物的菌类控制执行到人们没有觉悟到，他们在控制菌类。可能他们根本就不知道有菌类存在。在五十年

代里，在发展贮藏谷物的有效通风系统方面，曾花费许多时间和金钱。这些通风系统，主要是用来降低仓库里的气温。随着日常及有效地降低贮藏谷物的温度结果，谷物可以贮藏得更好及更长的时间。开始时，没有人想过用这种方法去控制谷物仓库中的菌类，其实，人们却是在这么做。这并不是说，贮藏谷物的菌类不是决定谷物、谷物粉和面粉的贮藏因素，在美国，菌类确是决定这类产品的贮藏因素。不过，由于美国广泛地采用通风的办法，使到问题也许不象在其他一些没法执行或办不到通风方法的国家那么严重。

大家都知道，除非认清楚了问题的本质，否则，就没法加以解决。在贮藏谷物的菌类方面，由于在发展初期贮藏谷物的菌类是肉眼观察不到的，所以控制工作变得十分困难。一般说来，当贮藏谷物的菌类成为事实后，才会被人发现。到那个时候，要控制菌类，可能已经太迟了。我相信假如这类叛逆性的病害容易被肉眼看到，很多年前就会有良好的控制方法了。就因为这些菌类在大都是肉眼看不到的，所以控制菌类的方法才会没有什么进展。

我们已谈论过贮藏谷物的菌类的破坏力，但是，还未真正鉴定破坏些什么。菌类在贮藏谷物中的繁殖所造成的损失，主要有以下几种：

一、发芽的能力降低。

二、子实或谷粒一部份或整粒退色。

三、谷物受热或霉烂。

四、谷物发生各种生物化学上的变化。

五、产生有害的毒素，这类毒素若被人畜吃到，可能会产生毒害。

六、谷物的重量减轻。

所有上述的变化，包括毒素的产生，都可能在有关的菌类未被人用肉眼看到时发生。我们已经说过，这类菌类的不明显的特性，是造成延迟认清这类菌类而引起谷物损失的主要原因。

虽然，人类多年来对于造成谷物损失的原因，一无所知，不过，这并不是说在控制菌类方面，毫无进展。在过去二、三十年中所做的研究工作，已清楚地证明，一些侵袭贮藏子实的菌类，对于子实保存品质具有很大的影响。认识这些菌类，了解它们怎样生长、在什么地方以及为什么会生长是必要的。已经从谷物子实中隔离出来的菌类，已超过一百五十种，它们全都有能力侵袭各种谷物。不过，在潮湿的收割季节或地区里，谷物受到菌类侵袭的程度会很大，而在干燥的收割季节或地区里，谷物受袭的程度就比较少。同样的，谷类农作物上暴露于空气中的子实，受害的情形会比豆类、豌豆或大豆等包在豆荚内的子实，来得严重。大体上，侵袭谷物和子实的菌类，可分为两组：即田里菌类 (Field Fungi) 仓库菌类 (Storage Fungi)。开始时，我们曾

讨论过菌类的控制，今天我们不准备仔细研究菌类，因为这样做相当花时间，而且，老实说，这种检验工作本身就是一门专科的学问。

田里的菌类: (Field Fungi)

这些菌类是在收割或打壳前，侵入谷粒或子实内。但是，也有一些是例外的，特别是收藏在槽里附在穗轴上的玉米，在日晒雨淋之下，可能受到田里的菌类侵袭，或者里面早已存在的菌类，会因此而继续繁殖。根据作物的种类、区域或地理上的位置以及气候的不同，田里的主要菌类都有些不同。不过，侵害生长在世界上大多数地区的小麦、稻米、大麦和燕麦的谷粒和麦粒的主要菌类，计有互生子菌属 (*Alternaria*)、分裂孢子菌属 (*Cladosporium*)、蠕胞霉菌属 (*Helminthosporium*) 和新月菌属 (*Fusarium*)。

仓库菌类: (Storage Fungi)

仓库菌类包括大约十二种的曲菌属 (*Aspergillus*)、好多种的青霉菌属 (*Penicillium*) 和单一种的 *Sporendonema*。在仓库菌类不会严重地侵害在田里的任何一种谷实，如小麦、大麦、燕麦、稻米、玉米、高粱或大豆。只有在收割和打壳后和在贮藏期间，或者加工后，这些菌类才变成重要。

就算完全不把田里的菌类当作是影响谷物贮藏耐力的因素，会有一些危险，我们还是要这么做，以便集中精力在一些大家认为是比较重要的仓库菌类的问题上。

由于上述仓库菌类的特性复杂，在处理上，是很容易受到牵制的。虽然有多种菌属牵连在内，但为了实用的目的，我们把所有重要和有必要了解的仓库菌类，认定是各种类的曲菌。这并不是说，属于青霉菌属的各种霉菌没有牵连在内，其实是有的。不过，从实际的观点上来看，我们所面对的是各种曲菌的控制问题。因为如果我们能够成功地控制曲菌，也就可以把其他的仓库菌类控制住了。在提出控制方法之前，也许我们应该先讨论一下仓库菌类的来源及其侵袭谷物的方式。譬如，黄曲菌 (*Aspergillus flavus*) 在全世界的土壤和各种腐败的植物物质中的存在，几乎和任何一种生物一样广泛。黄曲菌通常在昆虫包括那些侵害谷物的昆虫的体外出现，有时也出现在昆虫的体内。在世界的某些地区，尤其是东方，很久以来，黄曲菌一直被用来使由米和其他淀粉质植物原料制造的植物性乳酪成熟。在美国和其他一些国家，利用湿润的小麦糠来繁殖黄曲菌，以生产淀粉酶 (*Diastase*)，用于各种食品上。不用我们多赘，黄曲菌就象其他的仓库菌类，在我们周围到处存在。

毫无疑问的，随着谷物的收割，一些潜伏期的菌类芽胞将会附在谷粒的表面，或甚至潜伏期的菌丝也可能附在果皮上。在适合的环境下，这些少量

的芽胞会在几天内大大地增加。(这种势不可当的增殖能力，是菌类的特性之一，这种特性使到菌类能够成功地和其他生物竞争，并在适合他们的环境下，迅速地取代其他生物的地位。)

虽然，收割后的谷物会把潜伏期的芽胞带进仓库里，大家都认为，贮藏设备本身是培养的主要因素。不同的研究者已经提出报告指出，从贮藏设备收集来的微尘样本，只要拿一克那么少的微尘来培养，就能产生数百万个仓库菌类的菌落。这一点很简单地说明，培养菌类并不稀奇。在收割时，谷物的表面或里面含有大量的这种东西，货仓里更多的是。这就是说在我们周围到处都有潜伏期的菌类芽胞。只要有适当的机会，这些芽胞就会造成严重的贮藏谷物的损失。

虽然这些仓库菌类到处都有，但是，除非贮藏条件能让它迅速地繁殖，否则，是不成问题的。影响在贮藏谷物上的仓库菌类繁殖的主要条件如下：

一、贮藏谷物的水分含量。

二、温度。

三、谷物贮藏期的长短。

四、在运到指定的贮藏地点前，谷物所受到仓库菌类侵袭的程度。

五、在谷物中的杂物含量。

六、昆虫的活动情况。

很明显的，这些条件都互有密切的关系，同时，是互相作用，和分不开的。因此，我们不能够单单把水分的因素当作一个例子，而不考虑到温度和提过的其他因素。如果说在所有提及的因素之中，温度和水分是最重要的，那是没有错的。在鉴定最适合菌类增殖的温度和水分的条件时，假如不仔细分辨，是有点危险的，因为在各种规律中，总会有些极端和例外的情况出现。不过，从实用的观点上看来，假如我们能够控制住温度和水分，一般上，我们就能够控制住贮藏谷物的损失。夸张地简单一些来说，在阴凉和干燥的谷物中，仓库菌类不会造成问题的。只有在谷物的水分含量超过一个限度，例如十三至十四巴仙，同时，温度达到摄氏30至35度的范围时，才会发生问题。可以肯定的，如果你试图贮藏含有16至17巴仙水分的玉米，同时，这些玉米的温度也超过摄氏30度，那么，仓库菌类将会使你蒙受惨重的损失。

控制仓库菌类的关键，只不过是控制温度和水分，保持两者在适当的水平，不让菌类增长。显然的。在某些国家和气候里，是比较容易做到这一点的。在我的家乡肯萨斯州(Kansas State)，仓库菌类并不是一项大问题。在那里所收割的小麦，从田里运到贮藏仓库时，其水分的含量通常是12至13

巴仙。这些小麦最初送进贮藏地点时的温度大约是华氏70至80度。在整个夏季里，这些小麦受到严密的照顾，然后在年底时，利用当时低温的空气进行通风，把小麦的温度降低到安全的贮藏水平。至于适当的贮藏温度，每个人都有不同的见解，不过，好多小麦都是在华氏45至55度的温度下贮藏。在这种特殊情况下的关键，就在小麦收割时的水分含量，许多仓库和机械吊送的谷物仓库，都拒绝接受农民送来贮藏而含有超过12.5至13.0巴仙水分的小麦。

另一方面，美国的玉米是在含有大量水分的时候收割的，其中的理由，就是除非玉米的水分含量高，否则，玉米的采摘暨脱粒机将无法有效地在田里采摘玉米。因此，所有由采摘机脱粒的玉米粒，在运到收集中心时就加以吹干。一般都是说，把这些玉米粒吹干到某个水分含量，来确保能安全贮藏。就如小麦一样，在冬季里，玉米通常是以通风的办法，把它的温度降低到前述小麦温度的水平。

在美国收割稻米时，也用同样的手续。世界各地都有它自己的环境因素，要只将干燥的谷物贮藏，并将其冷却至可接受的水平，说起来很容易，但是做起来却不简单。就是这么做，其道理还是一样的。要控制仓库菌类，就等于是控制温度和水分。这种办法是否行得通，是否实际及是否可能做到要看技巧如何、还要看现有的工艺技术、成本以及十多种其他因素。如果从田里运来的谷物的水分含量很高，同时，在高温下贮藏，结果，不可避免的事情发生了，谷物受到仓库菌类的侵袭。在这种情形下，怎么办呢？据我所知，目前还没有一种安全、实用、经济又行得通的办法，不论是采用化学药品或用其他的方法，来把谷物消毒，又不致于广泛地损坏或破坏到谷物本身的品质。事实上，我所知道的，目前，除了吹干和冷却之外，没有其他行得通的方法。世界各地的研究工作正在继续进行，也许有人会找到一种既安全又行得通的办法来把谷类消毒，我们只能拭目以待。

除了用人工吹干谷物和人工冷却谷物外，唯一的办法，就是采用短期清货的办法，尽可能提早将谷物加工至最后的形态。当然，这也不一定是常常做得到的，不还，这也许是唯一可以采取的步骤，不然的话，我们还是会继续损失大量的谷物。

仓库菌类繁殖的另一个要点，就是在某种情况下，某些菌类会产生霉菌毒素(Mycotoxins)。我今天的任务并不是要指导、教导或讲解有关霉菌毒素的化学原理，这是属于一门专科的学问，只有科学家和专门研究这个科目的专家们才能适当地给我们开导。今天，我的任务只是谈谈如何才能控制或清除这些毒素。要控制霉菌毒素的产生，是非常简单的，只要把谷物、面粉、

饲料原料和谷物粉在足以防止有关的仓库菌类繁殖的情况下贮藏就可以了。要把形成后的霉菌毒素清除，却是另外一回事了。事实上，是没有实用的方法能够做到。毒素一旦形成，多少已永远成为有关的豆物与 / 或产品的一部分。黄曲菌毒素 (Aflatoxin) 就是其中的一个例子，这种毒素是不能简单的靠烹煮来把它破坏的，这一点跟世界上某些地区的人们所相信的，刚刚相反。

那么，怎么办呢？可惜能做的并不多。我想，也许可以把受到毒素污染的谷物，和很多很多的没有被污染的谷物混合。显然的这只是一种冲淡方法，把毒素的含量降低到安全的水平而已。这种办法还是要冒险的，所以，我不推荐采用它。考虑了这些问题，并且从纯粹的实用观点上来看，实在是没有办法。结果，只好把这些被污染的谷类烧掉或埋掉。

到现在为止，我们所讨论的，大都是仓库菌类和谷物和子实之间的关系问题。不过，请不要误会以为这些仓库菌类，会对用这些谷物制成的食品或饲料也引起同样的问题，一般来说，菌类对谷物粉、面粉所产生的问题不会那么严重，因为加工过程会把菌类减少相当数量。不过，我们已经说过，菌类到处都是，所以，如果谷物粉、面粉和其他的饲料原料是贮藏在适合菌类繁殖的温度和湿度下，问题也会产生的。所以，不论是谷物或由谷物所制成的粗粉和面粉，都必须阴凉干燥地贮藏。显然的，要这么做，尤其是在热带地区，更是谈何容易。

我们已经说过，这些菌类大多数是叛逆性和看不见的祸害。我们也说过，我们的周围全是这些菌类。虽然，有了这两项事实，但是很明显的，各批不同的谷物的菌类含量，都不相同。所以，我们不可以假定我们所收到的谷物，都是含有大量菌种的。因此，为了我们的利益，我们必须找出一种方法，来检查仓库菌类的存在。在美国的一些谷物公司，通常所采用的办法，就是不时进行谷物的抽样培养，以观察菌类的活动情形。要检查子实以及其他大多数材料中是否有菌类存在，最常用的方法，就是把它放在冻琼脂培养基上培养。菌类一生出来，就显露了菌类的存在。菌类培养的科学，真是一门科学，在这里我们不算讨论各种可用的培养技术。在某种程度上，大多数的冻琼脂培养基都会选择，只让某些菌类生长，而不是让所有的菌类都在它上面生长，或者让一些菌类生长得比其他的菌类快，结果，隐藏了一些生长缓慢的菌类。有关这个科目的文献多得很，而且容易获得。今天，我们在这里说的，只是菌类的培养是在性质上检查菌类是否存在一种非常有效的方法。没有培养菌类，或者用显微镜检查，我们将任由菌类摆布。就算我们有进行菌类的培养，我们也可能受到菌类的摆布，不过，至少我们懂得自己的处境。至少我们懂得，如果我们普遍利用培养来检查菌类，那么，我们将能够

断定我们所贮藏的谷物或商品是否严重地受到菌类的感染。假如是的话，我们必须迅速采取行动，制止霉菌毒素的产生，以免因为货物变坏而蒙遭损失。

总而言之，要控制菌类并不是一件容易的事，尤其是在热带地区里。就算这一些经常采用通风与吹干法的国家，有时，也会发生差错，以下是一个例子。

在美国或者许多的其他国家里，从生产到加工这一段时间里，谷物可能转手好多次，通常，一个指定数量的谷物是把来自各个不同地区的谷物的渗在一起。这些混合的谷物有时会给不懂得的人带来很多麻烦。为什么呢？因为混合谷物中水分含量高的部分谷物，可能含高量水分已经数周或数月，同时，也可能已经被仓库菌类的侵入，足以引起高度的贮藏危险。不过因为跟很干的其他谷物混在一起，使到货仓管理人员没法认识到其存在，因为他所做的样本水分检查，显示的是样本的平均水分含量而已。假设接受检验的样本含有13.7巴仙的水分，这可能表示一部分的谷物含有12.0巴仙的水分，而另一部分的谷物却含有16.0巴仙。可惜货仓的管理人员无从查出来，结果，大家都知道，在这种情况下，货仓管理人员以为他所收到的谷物，是水分含量低的，可是事实上，他可能是收到一批正在繁殖的菌类。结果几个星期后，货仓管理人员将会惊愕地发现到谷物变质，甚至可能变坏。

对于上述的问题，是没有一种绝对解决的办法。大概唯一可以做到的，就是在贮藏期间，经常及透澈地进行谷物的抽样检查，以确定其温度和水分的变化，并进行菌类的培养。换句话说，就是开始并继续执行一项全面的督察计划。一旦发现仓库菌类正在迅速繁殖，但其所含的霉菌毒素还不太严重时，那么，必须尽快把谷物送到加工厂去加工。大家一定知道一种最重要的霉菌毒素，就是黄曲菌毒素（黄曲菌毒素其实是一个通用的名词，用以代表十种或十种以上由黄曲菌和其他很接近的菌类所产生的化合物）。我们也已经注意到，一旦黄曲菌毒素形成后，它将永久存在。所以，我们一定要能够侦察出它的存在，这是非常重要的。现在举个例子说，就因为黄曲菌存在，并不意味着黄曲菌毒素已经产生。可能已经有了毒素，但是无从证明。黄曲菌需要一些特殊的条件，才能产生多到可以测量的黄曲菌毒素，一定要有足够的水分和高温，它才能连续数日地旺盛生长。根据专门研究这个科目的研究者所提出的报告指出，黄曲菌毒素的产生，需要淀粉质谷物含有至少18.3至18.5巴仙湿重量的水分。水分含量比这个巴仙率越高，黄曲菌的生长越快，所产生的黄曲菌毒素也就越多。另一方面，根据报告，最适当的温度是摄氏40度，而最低的温度大约是摄氏12度。令人感到有趣的，是有

一种强有力的迹象显示，黄曲菌必须单独存在，才能产生黄曲菌毒素。若与其他丝状菌类、酵母菌和细菌同时竞相生长，不是没法产生毒素，就是所产生的毒素都被和它竞争的微生物所代谢掉。

虽然有多种被认为是可靠而准确的方法，要进行黄曲菌毒素的数量检查，并不是一件容易的事。另一方面，却有一种在黑光下的简易质量检查法。在长波紫外线的照明下，黄曲菌毒素具有浓厚的萤光性，很容易观察到。对于货仓管理人员来说，这应该是第一步工作。一旦发现到这种萤光时，就意味着有需要利用更精密的方法进一步检查，以确定谷物被污染的程度。

有关的文献告诉我们，虽然黄曲菌毒素肯定的是一种有毒的化学物，但是，它对人类的危害性，却还没有人真正了解。据我所知，没有什么直接迹象可以告诉我们人类对黄曲菌毒素的感受性。换句话说，没有人真正懂得这回事。不过，逐渐有一些迹象显示，包括黄曲菌毒素在内的一些毒素，可能和好些人类的疾病有很大的牵连。因此，在真正得到结论之前，还是把黄曲菌毒素当作是对人有害的好。

黄曲菌毒素对家畜所产生的毒性影响，比较有人知道和了解，虽然，黄曲菌毒素的急性中毒的病例非常少。虽然懂得比较多，但是实在的情形并不很清楚，因为要正确地诊断黄曲菌毒素中毒症 (Aflatoxicosis) 已证明是非常困难的。大多数的研究者将会告诉你，典型的症状是发育受阻和不健康的外观。他们也报告能够在某些家畜体内产生中毒症 (Toxicosis) 的毒素剂量特征，是肝脏受到损坏，或癌症的形成：

动 物

50 巴仙致死剂量

猪

体重每公斤 0.62 毫克

小鸭

体重每公斤 0.35 至 0.56 毫克

绵羊

体重每公斤 1 毫克

关于黄曲菌毒素的毒性的一切问题，我们还有很多东西要学习的。目前，我们必须采用一种可以控制菌类的方法，来贮藏谷物、食物和饲料。若菌类受到控制，那么，菌类毒素也就受到控制了。

美国大豆协会

中国：

和平门，烤鸭店

406, 北京, 中华人民共和国

东南亚

Liat Towers, 15th Floor,
Room 1501, Orchard Road

Singapore 0923

Tel 737-6233

Telex: RS 25706 TRIWHT

