

粮食霉变的环境因素

微生物在粮食上生长繁殖，使粮食发生一系列的生物化学变化，造成粮食品质变劣的现象称为粮食霉变。

霉变的发展过程包括初发阶段——升温、生霉阶段——高温、霉烂阶段。粮食中的霉菌生长繁殖，分解利用粮粒中的营养成分，进行旺盛的代谢作用，产生大量的代谢产物和热量，造成粮堆或其局部温度不正常升高，使粮食食品迅速劣变

- 1、微生物是构成粮食霉变的前提
- 2、粮食是构成霉变的基础
- 3、环境条件是构成粮食霉变的关键

一，环境因素

水分

水是微生物生存的必须条件。水不仅是微生物细胞的重要组成成分，直接参与代谢作用，而且是各种生化反应的媒介，此外，水还有调节渗透压和温度的功能。在过于干燥的环境里，微生物就不能生长。储粮环境的水分条件，包括大气湿度、仓房湿度、粮堆湿度和粮食含水量。其中粮堆湿度和粮食含水量对粮食微生物的生长发育有直接的影响。不同的微生物对环境水分的要求是不同的。细菌和酵母菌对水分要求较高，而许多霉菌对环境水分要求不高，所以，对储粮来说霉菌的危害远比细菌和酵母菌大的多。

干生性霉菌生长的最低相对湿度为 65%左右，与之相平衡的粮食水分，就是通常所说的“安全水分”。这种水分含量因粮种而不同，谷类粮食水分为 13%左右，豆类水分为 12%左右，油料水分为 6%~8%。在这种低值水分条件下，微生物难以生长为害。因此，**控制环境的水分条件，保持干燥，是粮食防霉的首要关键。**

如果粮食含水量小于 13%，玉米小于 12.5%，花生小于 80%，霉菌就不能繁殖。

粮食水分	粮食安全储藏期
12-15.5	八到 12 个月
15.5-17.5	六到十个月
17.5-18.5	四到六个月
18.5-20	一到四个月
23-25	0.25 到 0.5 个月
20-23	0.5 到 2 个月

主要粮食霉菌生长的最低相对湿度和粮食水分

菌类	水分	相对湿度
----	----	------



干燥 · 品质

TOP-SORB TECHNOLOGY CO.,LTD

Address: No.3293, South Hongmei Rd, Minhang District, Shanghai (201108), China.

Tel: 86-21-34625284 Fax: 86-21-34625293

Email: info@desiccant.com.cn

Website: www.desiccant.com.cn

	小麦	玉米	高粱	大豆	
刺孢曲霉	12.0-12.5		12.5-13.0	9.0-10.5	62%
嗜盐曲霉	13.0-13.5		13.5-14.0	11.5-12.0	68%
局限曲霉	13.5-14.5		14.0-14.5	12.0-12.5	70%-75%
灰绿曲霉	14.0-14.5		14.5-15.0	12.5-13.0	73%
白曲霉	15.0-15.5		16.0-16.5	14.5-15.0	75%-80%
棕曲霉	15.0-15.5		16.0-16.5	14.5-15.0	77%-80%
黄曲霉	18.0-18.5		19.0-19.5	17.0-17.5	78%-85%
青霉	16.5-19.0		17.0-19.5	16.0-18.5	80%-90%

温度

微生物的生命活动只有在一定的温度范围内，才能正常进行。所以，温度是影响微生物生长繁殖和存亡的重要环境因子之一。微生物对环境温度具有一定的适应范围，在最适温度下，微生物生长旺盛、繁殖迅速，当超过最低或最高温度界限时，微生物代谢会受到抑制，甚至停止生长或死亡。

在粮食微生物的区系中，以中温性的微生物最多，危害也最大。它们生长的最适温度为 20℃~40℃，生长的最低温度为 5℃~15℃。在粮食防霉中，控制环境水分的同时，采用低温储藏，可以有效地抑制微生物。

生霉阶段，粮温每天以 2~3℃ 的速度上升，最高可达 45~50℃，大部分霉菌最适生长温度是 20—28 摄氏度，当温度小于 10 摄氏度，大于 30 摄氏度大多数霉菌生长很慢，零摄氏度以下几乎不会生长

气体成分

在粮食微生物的区系中，绝大多数是好氧菌，氧是其呼吸作用必须的条件。粮堆中氧气的浓度和二氧化碳的浓度，对微生物的生命活动都有影响。好氧菌在其最低需氧量以下，生长会受到抑制。所以，自然地或人为地使粮堆中达到完全缺氧，好气性的微生物则不能生长繁殖。当氧浓度降到 2% 以下时，大部分好氧菌会受到抑制，若氧浓度在 0.2% 以下，一些耐低氧的霉菌也会受到抑制。所以缺氧储粮是气调防霉技术中的一个重要措施。当环境中的二氧化碳的浓度达到 40% 以上时，对微生物有一定的抑制作用，当二氧化碳的浓度高达 80% 时，几乎可以抑制全部霉菌的生长。在粮食储藏中，氧浓度控制在 0.2%~2% 或二氧化碳浓度控制在 40%~80%，是气调防霉的有效剂量。

小麦储藏期间气体与微生物活动变化

(温度 30℃，水分 11.5%)

储藏时间 0 10 20 30 40 50 60

CO2 含量 0.065 0.079 0.155 0.204 0.256 0.296 0.332

霉菌总数

/(103cfu · g-1) 2.1 2.7 3.2 2.6 2.3 2.5 2.8

微生物 34 35 41 39 36 38 37

国内二氧化碳防治储粮害虫的有关数据

CO2 平均值	时间	死亡率
17.5		害虫一定时期死亡
18.5	3	谷囊 25, 拟谷盗 0
30.0	4~5	黄粉虫幼虫 100
37.0	3	谷囊 75, 拟谷盗 0
43.5	3	谷囊 100, 拟谷盗 20
47.5	3	谷囊 100, 拟谷盗 20
50.0	1	害虫 100
55.0	1	半象成虫, 黄粉虫幼虫 100
64.0	3	谷囊 100, 拟谷盗 20
74.0	1	害虫 100
80.0		无虫
90.0		无虫
95.5		无虫
98.0	4 分钟	害虫死亡

总结

在小麦安全水分的状态下(水分含量 11.5%), 微生物没有生长和代谢活动的条件。由于储藏环境中所有生物量微弱呼吸的结果, 在完全密闭的条件下二氧化碳浓度呈现非常缓慢的升高现象, 而小麦的菌落计数及微生物活性值检测基本上处于稳定状态, 因此, 其相关系数非常低。但鉴于安全水分小麦储藏升高的二氧化碳浓度总量非常低(60d 升高 0.267%), 不会影响储粮管理人员对小麦安全性状态的判断。

当小麦水分超过安全水分后, 二氧化碳浓度检测值与小麦菌落检测及微生物活性值检测的相关性显著提高(表 2), 14%水分小麦 60d 储藏期与小麦菌落计数检测值的相关系数达到 0.95, 其中在微生物生长最活跃的第 16 天至第 40 天相关系数最高(0.96), 说明微生物快速增殖时, 呼吸作用也最为旺盛; 虽然在储藏起始的 15d 中两种检测方法的相关系数较低, 但从图 1 可以看出, 小麦中二氧化碳浓度的升高较带菌量增加更明显, 这是因为霉菌在生长初期, 从孢子萌发、菌丝生长到形成子代分生孢子需要一定的时间, 这一时期霉菌的呼吸作用逐渐增强, 使得环境中二氧化碳浓度有明显升高。因此监测粮堆二氧化碳浓度变化较通过检测带菌量监测霉菌对储粮的危害性更为敏感。14%水分小麦 60d 储藏期与微生物活性值的相关系数达到 0.99, 各个时段的检测相关性系数也均在 0.98 以上, 说明其对微生物活动的监测灵敏度达到了微生物活性值检测的水平。

粮食的水分含量与储藏期间的微生物活动密切相关, 了解不同储粮水分条件下微生物的活动规律对维护储粮安全有重要的意义。

本课题主要研究了与粮食临界水分相关的模拟储藏试验条件和检测方法, 对不同水分、温度等条件下模拟储藏的小麦、玉米和稻谷进行了系统的霉菌活动分析, 探索了粮食水分与粮食霉菌活动的突变点的关系及这一水分范围的主要霉菌活动的规律, 为粮食储藏期间霉菌活动对粮食品质的危害性评估和早期预测、预报提供基础参数和判断依据。研究了粮食临界水分试验中影响水分检测精度的因素和粮食模拟储藏保湿的方法。

结果表明, 在粮食水分检测时, 粮食样品处理环境的相对湿度是影响检测值最重要的因素, 当环境相对湿度与粮食样品水分平衡相对湿度的差值达到 25%时, 其水分检测值的偏差均大于 0.5%; 粮食模拟储藏保湿用玻璃瓶覆盖 10%甘油-8%盐浸泡的 8 层纱布和保鲜膜的保湿效果最好, 在模拟储藏试验期间粮食样品水分含量的变化不显著, 不影响储粮微生物正常的生长活动, 可保证粮食临界水分试验的准确性。检测了储粮临界水分点霉菌数量和菌相的变化, 结果显示, 粮食处于临界水分附近, 灰绿曲霉是存在最普遍、且数量变化最显著的霉菌类群, 13.5%和 14.0%的小麦在

30℃下模拟储藏 35 d, 灰绿曲霉的带菌量分别升高了 0.5×10^3 cfu/g 和 1.5×10^5 cfu/g; 局限曲霉也可在许多粮食样品中出现, 但数量变化没有灰绿曲霉显著; 其他霉菌类群和数量在粮食临界水分点附近变化不明显, 甚至数量减少或消失。因此, 可以将灰绿曲霉的活动作为衡量粮食临界水分点的指标菌。比较了临界水分附近不同温度条件下小麦、玉米和稻谷霉菌活动临界水分值的变化规律, 实验表明, 相同温度下, 玉米和稻谷的临界水分值相近, 但均比小麦临界水分值高 0.5%。随着储藏温度的升高, 粮食的临界水分值将不断的下降, 模拟储藏温度每升高 5℃, 粮食临界水分值可下降 0.5%; 20℃时小麦的临界水分值为 14.5%, 25℃、30℃和 35℃下则分别为 14%、13.5%和 13%。用可以反映微生物代谢活动和粮食品质变化特点的微生物活性值为指标, 研究粮食在临界水分附近微生物生长代谢活动的特点, 结果显示, 粮食样品在临界水分以下, 储藏期间微生物活性值变化很小, 小麦、玉米和稻谷在 30℃下储藏 35 d 后的检测值均不超过 200 u; 当水分超过临界水分时, 储粮微生物活性值的变化非常迅速, 小麦样品超过临界水分值 0.5%和 1%时, 相同条件下的微生物活性值分别比临界水分样品升高了 548 u 和 756 u。

二、微生物

霉变的发生具有一定的内在和外部因素, 它与粮食的品质、微生物在粮食中的代谢作用及生态环境的影响是密切相关的。所以微生物、粮食品质和环境条件是构成粮食霉变的

微生物对温、湿、氧的适应范围较宽, 谷类粮食水分在 14.5%以上, 温度在 15℃以上就有可能大量繁殖。

粮食中的主要微生物类群及危害性

细菌

新收获的粮食中细菌数量最多 常规储粮条件下不危害粮食品质

放线菌

主要存在于含泥杂较多的 粮食中可危害高水分的粮食

酵母菌

粮食中存在的数量少 对高水分、密闭储藏的粮食有危害性

霉菌

主要类群有曲霉、青霉、镰刀菌等霉菌是粮食中的主要危害菌

环境条件	生态类型	典型霉菌
水活度 (aW)		
< 0.8	干生型	灰绿曲霉 (<i>Aspergillus glaucus</i>) 局限曲霉 (<i>Aspergillus restrictus</i>)
0.8~0.9	中生型	黄曲霉 (<i>Aspergillus flavus</i>) 棕曲霉 (<i>Aspergillus ochraceus</i>) 大多数青霉 (<i>Penicillium sp.</i>)
> 0.9	湿生型	黑根霉 (<i>Rhizopus nigricans</i>) 高大毛霉
温度 (°C)		
< 20°C	低温型	枝孢霉 (<i>Cladosporium sp.</i>)
20°C~40°C	中温型	大多数青霉 (<i>Penicillium sp.</i>) 大多数曲霉 (<i>Aspergillus sp.</i>)
> 40°C	高温型	烟曲霉 (<i>Aspergillus fumigatus</i>)
O ₂ 含量 (%)		
正常 O ₂ 含量 (21%)	好氧型	大多数青霉 (<i>Penicillium sp.</i>) 大多数曲霉 (<i>Aspergillus sp.</i>)
低 O ₂ 含量 (< 1%)	耐低氧型	灰绿曲霉 (<i>Aspergillus glaucus</i>)



TOP-SORB TECHNOLOGY CO.,LTD

Address: No.3293, South Hongmei Rd, Minhang District,
Shanghai (201108), China.

Tel: 86-21-34625284 Fax: 86-21-34625293

Email: info@desiccant.com.cn

Website: www.desiccant.com.cn

储存方法:

按照仓内粮食堆放形式粮仓可以分为: 散装仓和包装仓

按照设备和建筑条件粮仓可以分为: 一般仓、简易仓、机械化仓和装配式粮仓

按照温控条件仓房可以分为 低温仓、准低温仓和常温仓

粮食发热, 按其在粮堆在发生的部位, 大致可分如下类型。

1. 局部发热

局部发热, 就是粮堆内个别部位发热, 俗称“窝状”发热。一般是由于干、潮粮食混存, 仓囤顶部漏雨, 仓壁、囤身渗水, 虫害严重, 自动形成杂质区等情况引起。

2. 上层发热

上层发热主要是由于季节转换, 气候变化, 粮堆温差过大, 形成结露而引起的。发热部位多在粮面以下 15—30 公分处。

3. 下层发热

仓库地面反潮或铺垫不好, 使下层粮食受潮而引起发热, 粮食曝晒或烘干后, 未经冷却, 热粮时仓遇到冷的地面, 也会发生结露, 引起发热。

4. 垂直发热

在贴墙、靠柱或囤周围, 往往由于温差过大而引起垂直发热。也有因墙壁周围渗水浸潮而引起。

5. 全仓发热

由于以上几种发热而疏忽检查, 任其发展扩大, 造成全仓发热。在发热的同时, 常伴有霉变。

传感器

- 温度传感器 DS18B20/红外线测温仪
- 湿度传感器湿度传感器 HS1101/HS1100
- CO2