

粮食加工

核心技术、工艺流程 与质量检测实务全书



LIANGSHI JIAGONG
HEXIN JISHU、
GONGYI LIUCHENG YU
ZHILIANG JIANCE
SHIWU QUANSHU

粮食加工核心技术、工艺 流程与质量检测 实务全书

朱明德 主编

(第三册)

金版电子出版公司

第十二章 小麦与面粉的储藏

第一节 小麦的储藏

一、小麦的储藏特性

(一)小麦在储藏期间的生理特性

小麦具有明显的后熟作用和较长的后熟期,小麦收获以后处在后熟期,表现为呼吸强度高,酶活性大,生理代谢旺盛且发芽率低等。度过后熟期完成生理后熟的小麦,发芽率将显著提高。小麦的后熟期一般在两个月左右,且随种植季节及品种的不同而稍有差异,一般是春小麦后熟期较长,冬小麦则较短;红皮小麦后熟期较长,白皮小麦后熟期较短。除了生理后熟作用外,对于小麦往往还存在一个工艺后熟,完成工艺后熟的小麦,面筋含量增加,吸水量增大,出粉率高,面粉品质好。

新麦储藏初期,由于处在后熟期,呼吸旺盛,便会向粮堆放出大量的湿热,并易出现出汗、乱温、发热、结露、生霉等现象。当然小麦的含水量、含杂量及储藏条件是决定小麦能否安全度过后熟期的重要因素,如果小麦含水量在 13.5% 以下,没有害虫感染,小麦温度在后熟期经过一段时间的升高后,一般会自行恢复正常,不必采取特殊处理。但如果水分高,含杂多,在后熟期间麦温会出现持久不降并发生水分转移等现象,严重时还会出现粮堆的发热霉变。

小麦在后熟期间,酶活性在逐渐达到最高之后开始下降,并维持在较低的稳定水平。因此,完成后熟的小麦,呼吸强度降低,比其它禾谷类粮食都低。代谢水平下降,储藏稳定性增加,其中红麦比白麦水平低,更易储藏。同时后熟作用完成后,小麦中的淀

粉、蛋白质、脂肪等物质得到充分合成,干物质达到最高含量,品质有所改善。

(二)小麦的物理特性

小麦具有较强的耐热性,具有较高的抗温变能力,在一定的高温和低温范围内都不致丧失生命力,也不致损坏加工的面粉品质。据实验,水分在 17% 以上的小麦,干燥温度不超过 46℃,水分在 17% 以下时干燥温度不超过 54℃,小麦籽粒内的酶活性不降低,不影响发芽能力,蛋白质不变性,工艺品质良好,且其工艺品质反而由于高温促进了后熟作用而得到改善。但不适宜的高温则会引起蛋白质的明显变化,小麦蛋白质变性与其水分含量有密切关系,当水分含量低时,受高温的影响小,蛋白质抗热性好,不易变性,如充分干燥的小麦在 70℃ 下放置 7 天,小麦面筋无明显变化。小麦的耐热性为其高温日晒干燥或高温热入仓密闭杀虫提供了可靠的理论依据。

小麦有较强的吸湿性。由于小麦皮薄,组织松软,没有外壳保护,且粒内含有大量的亲水胶体物质,故极易吸收空气中的水分,在相同的相对湿度下,小麦的平衡水分较稻谷高如表 4-12-1 所示。

表 4-12-1 小麦的平衡水分

相对湿度 湿度 ℃	相对湿度							
	20	30	40	50	60	70	80	90
30	7.41	8.80	10.23	11.41	12.54	13.98	15.72	19.34
20	7.80	9.24	10.68	11.84	13.10	14.30	16.02	19.95
0	8.70	10.11	11.19	12.35	13.47	14.99	16.66	21.25

红皮麦由于皮层较厚,吸湿较慢;白皮小麦皮薄,吸湿性强;软质小麦吸湿能力强于硬质小麦。另外瘪粒、虫蚀粒的吸湿性大于完整饱满粒。

小麦的吸湿性还可影响其呼吸强度,如白皮麦吸湿性强,带菌量大,其在储藏期的呼吸强度大(13.58 ~ 14.76CO₂mg/100g.24h),而红皮麦呼吸强度相应较低(4.72 ~ 10.40CO₂mg/100g.24h),由此可见,红皮麦的耐藏性明显优于白皮麦。

(三)小麦储藏期间的品质变化

小麦在储藏中的劣变与陈化涉及到一系列生物化学方面的变化,其中糖类变化的总趋势包括非还原糖和总糖的减少以及还原糖的增加。这一变化是由小麦原有成分的分解过程所造成的。但要注意的是若还原糖没有增加,并非证明小麦的品质正常,因为在一般的储藏条件下,小麦不可能不带霉菌,而霉菌的发展,正需消耗小麦分解的还原糖。淀粉是构成小麦的主体,在所有成分中所占比例最大,淀粉在储藏期间的主要变化

是糊化温度升高,粘度降低,可溶性直链淀粉含量减少等。

脂类在小麦中的总含量平均约为3%,糊粉层和胚部含脂肪较多,胚乳中含脂肪较少,但胚乳中含有较高的类脂物如磷脂。脂肪在储藏期间的变化主要分为水解和氧化,脂肪水解的结果产生游离脂肪酸,使脂肪酸值升高。脂肪酸值是小麦常用的品质劣变指标,新麦的脂肪酸值常在10~20(mgKOH/100g),在正常的储藏条件下,其值缓慢增加,在不良储藏条件下储藏,脂肪酸值迅速上升,但要注意在粮堆严重发热时,脂肪酸值并不是很高,这是因为粮堆发热时,霉菌活动严重,而霉菌以脂肪酸作为营养物质而消耗,脂肪水解的产物虽然对人类无害,但这是脂肪进一步氧化酸败的有利条件,因此必须高度重视。脂肪的氧化作用形成一些不稳定的过氧化物,过氧化物继续分解,最后形成具有异味的低分子醛、酮、酸类物质,使产品变哈、变苦。这一过程就叫脂肪酸败。这一过程是以游离脂肪酸的增加开始,而以苦辣味出现结束,酸败严重时,不仅会影响小麦的气味,滋味,还会使粮食带毒,甚至完全失去食用价值。

小麦蛋白质中最重要的部分是面筋,而面筋的含量与质量决定着小麦品质的优劣。正常条件下储存的小麦蛋白质变化很慢,在储藏期间蛋白质的变化类型包括水解和变性,其中以变性较为明显,过高温度烘干小麦易引起蛋白质的凝固变性,粮堆发热时,在不足以发生蛋白质热凝固时,便可降低面筋的弹性,随着温度的升高,就会完全失去形成面筋的能力。蛋白质变性后的主要变化是溶解度和吸水能力减小,面筋的弹性及延伸性变差,甚至完全丧失。粮食发热或烘干不当,都可能导致蛋白质变性,一般温度达55~60℃时,便可能发生蛋白质变性,受热时间越长,变性越严重;粮食含水量越高越容易发生变性。变性后的小麦不能做为种子。另外,小麦中积累不饱和脂肪酸对面筋的影响也很大,使面筋不能形成或根本洗不出面筋,但对弱面筋的影响,却有意想不到的品质改善效果,可使面筋富有弹性、坚实,并形成物理性状良好的面团。

小麦在储藏期间的另一特殊劣变现象是褐胚,这是指小麦在储藏期间,特别是含水量偏高,感染霉菌,储藏条件不善的情况下胚部变成棕色、深棕甚至黑色,褐胚粒常被称作“病”麦或“胚损伤”麦。褐胚的发生与酶促褐变、非酶促褐变及霉菌的感染有关。小麦出现褐胚后会导致其发芽率、生活力的降低和游离脂肪酸增加,同时对小麦的工艺品质也有一定的影响,制出的面粉灰分含量高,色深、筋力差,烘焙品质下降。

二、为害小麦的主要害虫及微生物

(一)害虫

小麦无外壳保护,皮层较薄,组织松软,是一种抗虫性差,染虫率高的粮种,除少数豆类专食性害虫外,几乎所有的储粮害虫均能侵蚀小麦,其中以玉米象和麦蛾危害最为严重。多种储粮害虫喜食小麦主要是因为小麦的成分及构造对害虫的生理机能比较适

应,且小麦收获、入库季节正值高温、高湿气候,较为适合虫的繁育与生长。此时,无论是田间、晒场还是仓库的各个存放环节,都有感染害虫的可能性,并会很快蔓延发展,使小麦遭受重大损失,所以小麦入库后,害虫的防治工作应引起高度重视,采取切实可行,行之有效的防虫措施,确保小麦长期安全储藏。小麦防治害虫的措施与稻谷基本相同,可参阅“稻谷储藏中的害虫防治措施”。

(二)微生物

小麦上的微生物区系主要是细菌和霉菌。一克小麦上的细菌据报导最少上万个,多者达数百万或数千万个细菌,甚至上亿个细菌。但是这些细菌一般只附生在麦粒外部,不能侵入完好的粮粒组织内,而必须通过腐烂组织、孔隙裂纹或虫蚀部位进入粮粒内。所以一般麦粒表面的细菌对粮食品质变化影响不大,且随着储藏时间的延长,由于生态条件改变,细菌会逐渐减少。

1克小麦上的霉菌数目据报导最少有几百个,多者有几千到几万个,甚至达到上百万个。酵母菌的数目也有几千到几万个。小麦内部也有微生物存在,主要是植物病原菌和一些霉菌。为害粮食的真菌一般可分为田间真菌与储藏真菌。田间真菌只能危害收获前正在成熟的种子,储藏真菌危害仓库内储存的粮食,是影响粮食安全储藏的主要微生物种类。小麦上储藏真菌在相对湿度70%~90%时才能生长,在这个湿度范围内是不会出现明显游离水的。储藏真菌的种类并不太多,大致包括曲霉中10~15个群所属的种,加上若干种青霉。据报导储藏真菌的孢子在成熟麦田的空气中是不常见的,但在粮仓内的空气中却大量存在。有些储藏真菌也会在田间发生,黄曲霉就是一个例子。

每一种储藏真菌的生长都有严格的最低水分界限,低于此即不能生长。所有储藏真菌都是优先或单独侵害胚部。几种主要储藏真菌的特性及其对储粮影响,简述于下:

(1)局限曲霉(*A. restrictus*)。在小麦上生长所需的最低水分为13.5%~14.5%。它能杀死胚和使之变色,造成“病”麦。局限曲霉生长很缓慢,不会引起发热,在较高水分下,不能与其它真菌竞争。

(2)灰绿曲霉(*A. glaucus*)。在小麦上生长的最低水分为14%~14.5%,能杀死胚和使之变色。在水分接近最低界限时生长缓慢,水分较高时生长迅速。正常情况下不会引起温度大幅度上升,所以它的增长不能用感温系统测定。但它能使粮食水分逐渐增加,如果水分增加到一定程度,白曲霉就能生长,紧接着在数天内发热和霉变。这就是说灰绿曲霉本身的增长不会造成大量损害,但这种增长能说明即将出现的问题。

(3)白曲霉(*A. candidus*)。在小麦上生长所需的最低水分为15%~15.5%。白曲霉能迅速杀死小麦的胚和使之变色,并使粮食发热到55℃。在储藏实践中,白曲霉和黄曲霉是各种粮食和种子发热的主要因素。它在粮粒上的出现,表示储藏条件不好,它的增加可以作为粮情危险的警报。

(4)黄曲霉(*A. flavus*)。在小麦上生长所需的最低水分为18%~18.5%。能杀伤

胚和使之变色,并使整粒变色和霉坏,迅速发热到 55℃。黄曲霉和白曲霉是储粮发热到 55℃的主要因素。粮食上出现黄曲霉表明储藏条件不好或者已开始霉变。一个仓库内小麦如果黄曲霉有所增加,应立即采取措施——通风、翻倒、干燥或加工利用。如果小麦水分高到足够黄曲霉生长的需要,就需通入低温空气,以阻止黄曲霉毒素的产生。

(5)青霉(Penicillium)。在小麦上生长所需的最低水分为 16.5%~19%。青霉能杀死胚并使胚部和整粒变色,造成霉变、结块和早期发热,但不能使发热迅速升至如白曲霉和黄曲霉所导致的较高温度。有些为害粮食的青霉能在 1~4℃生长,有些能在低于 0℃的温度下生长。虽然如此,低温仍然是保持高水分粮食品质少受损害的有效措施。

三、小麦的储藏技术

小麦的储藏原则与稻谷相同,也是“干燥、低温、密闭”。按照这一原则可确保小麦安全储藏,通常采用的方法有常规储藏、热密闭储藏、低温储藏和气调储藏等。

(一)常规储藏

小麦常规储藏方法与稻谷一样,其主要技术措施也是控制水分、清除杂质,提高入库粮质,储存时做到“四分开”,加强虫害防治并做好储藏期间的密闭工作。

(二)小麦热密闭储藏法

早在 1500 年以前,我国劳动人民就已经开始应用热密闭的方法储藏小麦。《齐民要术》载有“窖麦法”所谓“必须日曝令干,及热埋之”,就是小麦乘热密闭储藏的意思。新中国成立后,在党和政府的重视下,这一方法得到不断发展和完善。热密闭储藏小麦对防虫、防霉均有较好效果,对品质影响甚微,并有促进新收获小麦的后熟作用,提高发芽率及工艺品质。这种方法适合基层粮库及农户储藏应用。

1. 小麦热密闭储藏的具体方法

利用夏季高温曝晒小麦,晒麦时要掌握迟出早收,薄摊勤翻的原则,上午晒场晒热以后,将小麦薄摊于晒场上,使麦温达到 42℃以上,最好是 50~52℃,保温 2 小时。为提高杀虫效果,有的地方采取两步打堆和聚热杀虫的方法,即在下午 3 点左右趁气温尚高时,先把上层粮食收拢(第一步打堆),使粮温较低的底层粮食再经过曝晒,然后再把这部分粮食收拢(第二步打堆)。聚热杀虫是把达到杀虫温度的粮食收拢,堆成 2000~2500 千克一堆,热闷半小时至 1 小时,在下午 5 点钟以前趁热入仓。入仓小麦水分必须降到 12.5%以下。入仓后立即平整粮面,用晒热的席子、草帘等覆盖粮面,密闭门窗保温,要求有足够的温度及密闭时间。入仓麦温如在 46℃左右则需密闭 2~3 周,才能

达到杀虫的目的。然后可以揭去覆盖物降温,但要注意防潮、防虫。也可以不去掉覆盖物,到秋后再揭。热密闭最好一次入满仓,以免麦温散失,使仓虫复苏。

在进行热入仓时,应预先做好清仓消毒工作,仓内铺垫和压盖物料也要同时晒热,沥青地坪一定要铺垫以免结露或融软,粘着麦粒。

一般由于保温不好,而使热密闭失效,如囤存的多在靠近席子处发生虫害,散存的多在门、窗附近易发生虫害,对于这些部位应特别注意做好保温工作。

2. 小麦热密闭储藏的效果

(1) 杀虫效果:小麦热密闭杀虫效果较好,根据各地经验,麦温在 42℃ 以下,不能完全杀灭害虫。麦温在 44~47℃ 时,就具有 100% 的杀虫效果。害虫致死的时间,因不同虫种和虫期而有不同,如粉螨卵在 45℃ 时,致死时间为 50 分钟。曝晒时高温持续时间长,则入库后保持高温时间也长,杀虫效果就更好。

(2) 对发芽率的影响:小麦收获后,不论是否完成后熟作用,经曝晒趁热入仓,保持 7~10 天高温,发芽率不会降低,而且还能提高。据试验,未完成后熟与完成后熟的小麦,曝晒后趁热入仓,粮温 44~47℃,均能提高发芽率。

(3) 对品质的影响:热密闭的小麦由于水分低,生理活动很微弱,在整个储藏期间,小麦的水分温度变化很小,品质方面也无明显变化。据试验,热入仓小麦从当年 8 月至次年 1 月的储藏过程中,脂肪酸值无显著变化,含氮量、盐溶性氮、可溶性糖的含量,变化甚少(见表 4-12-2)。热密闭小麦的出粉率及面筋含量比一般储藏的均有增无减,而且面团吃水量大,发面和制馒头的膨胀性能好。

表 4-12-2 热密闭小麦的品质变化

处 理	入库 水分 (%)	全氮量(%)		盐溶性氮 (%)		可溶性氮 (%)		维生素 B ₁ (微克/克)		脂肪酸	
		8 月	1 月	8 月	1 月	8 月	1 月	8 月	1 月	8 月	1 月
原 粮	12.6	1.85	1.85	0.50	0.49	2.98	2.96	2.7	3.6	20.6	21.6
冷 入	11.6	1.81	1.86	0.49	0.49	2.89	2.94	2.8	3.4	18.7	20.4
热 入	11.6	1.84	1.85	0.48	0.49	2.86	2.84	2.3	3.4	20.0	22.3

注:入仓麦温 47℃ 以上温度的时间 12 天

(三) 低温储藏

低温储藏是小麦长期安全储藏的基本途径。小麦虽耐温性强,但在高温下持续储藏,会降低品质,陈麦低温储藏可相对保持小麦品质,这是因为低温储藏能够防虫、防霉,降低粮食的呼吸消耗及其它分解作用所引起的成分损失,以保持小麦的生活力。国外报导,干燥小麦在低温、低氧条件下储藏 16 年之久,品质变化甚微,并能制成良好的

面包。低温储藏的技术措施主要掌握好降温 and 保持低温两个环节,特别是低温的保持是低温储藏的关键。降温主要通过自然通风和机械通风来降低粮温,保持低温就要对仓房进行适当改造,增强仓房的隔热性能或者建设低温仓库,这是发展低温储藏的基础。

在我国,利用自然低温储藏潜力较大,除华南地区气候较暖外,大部分产麦区都有 $5 \sim 0^{\circ}\text{C}$ 的低温期,北方地区全年平均出现 0°C 左右温度的时间可达 3 个月以上,这对低温储藏小麦是一个有利条件。据河南洛阳试验,低温季节进行自然冷冻后进行密闭储藏,小麦水分为 12%,粮温中、下层在 20°C ,储藏 3 年后能保持正常的品质(见表 4-12-3)。对于低温储藏的小麦,一般要求水分在 12.5% 以下,这与小麦耐低温能力有关,含水分大的小麦,冷冻温度最好不低于 -4°C 到 -6°C ,这在我国东北严寒地区尤应注意。一般地区要选择隔热、密闭性能好的仓房,做好密闭压盖工作,增强防热、防潮性能,特别是进入高温季节时,要注意检查粮情,防止外界湿热空气进入仓内造成粮食结露。

表 4-12-3 小麦安全储藏 3 年品质变化

取样部位 测定项目	表 层	上 层	中 层	下 层
水 分 %	10.10	10.50	10.14	10.07
发芽率 %	82	86	83	89
发芽率 %	98	97	100	100
脂肪酸值	21.85	18.25	15.65	14.85
维生素 B ₁	4.0	5.0	5.0	4.70
蛋白蛋 %	12.51	12.90	12.98	12.62
盐溶性蛋白质 %	3.56	3.74	3.74	3.90
还原糖 %	1.81	0.84	0.73	0.82

小麦的低温储藏以自然低温为主,各地也可根据气候特点与设备条件采取机械通风低温储藏,但很少采用机械制冷及空调低温储藏,自然低温及机械通风的具体措施请参阅本书的有关章节。

小麦低温储藏的效果有以下一些:

1. 防止虫、霉侵害

生物体的活动都需要一定的温度条件,低于这个条件就要受到抑制或死亡。当粮食冷到 17°C 以下或更低(15°C 以下),任何害虫的发育将受到抑制。低于 8°C 时,一般害虫呈麻痹状态。低于零下温度经一定时间能够死亡。螨类对低温的抗性较大,一般须

低于 4℃,才能控制螨类的发展。

低温对霉菌的活动同样有抑制作用,一般储粮微生物在 0℃以下不能发育。但低温对微生物的抑制作用又受到水分的影响。粮食水分愈大,阻止霉菌生长的温度要愈低,粮食水分低,温度可稍高。

2. 保持小麦品质。

低温能有效地降低由于粮食的呼吸作用及其它分解作用所引起的损失。一般水分正常的小麦,只要温度控制在 15℃以下,小麦的呼吸强度就能明显的降低。英国曾将两种水分不同的小麦储藏于低温仓和常温仓中比较,储藏 16 年,两种小麦的游离脂肪酸值稳定上升,但在常温仓中增加的速率约为低温仓的 2 倍。

3. 保持小麦的生活力。

低温对保持小麦种子的生活力也较有利。有人试验,将水分 14.9%、18.5%、20.5% 的小麦,分别储藏于不同的零下温度条件下,连续储藏 8 个半月,然后测定它们的发芽势、发芽率和生活力,结果如表 4-12-4 所示。

表 4-12-4 小麦在不同低温条件下储藏的生活力、发芽势和发芽率

水 分 (%)	- 5℃			- 10℃			- 18℃		
	发芽势 (%)	发芽率 (%)	生活力 (%)	发芽势 (%)	发芽率 (%)	生活力 (%)	发芽势 (%)	发芽率 (%)	生活力 (%)
14.9	88	93	94	86	94	93	81	92	93
18.5	72	89	93	55	85	94	51	84	94
20.5	64	85	92	54	80	93	46	80	93

由表可知,在 -5℃到 -18℃的低温范围内,水分为 15%到 20%的小麦种子,经长期储藏对生活力是没有什么影响的,但水分过高,零下温度愈低,则对种子的影响愈大。但在小麦低温储藏实践中,一般不需要冷却到零下低温,只要小麦种子水分不大,采用低温储藏,对发芽率是没有影响的。

(四)气调储藏

小麦的气调储藏技术中,目前国内外使用最广泛的方法还是自然缺氧储藏。近年来已在全国范围得到推广,并收到了较好的杀虫效果。

因小麦是主要的夏粮,收获时气温高,干燥及时,水分降低到 12.5%以下,这时粮温甚高,而且小麦具有明显的生理后熟期,在进行后熟作用时,小麦生理活动旺盛,呼吸强度大,极有利于堆粮自然降氧。据河南经验,新小麦水分在 11.5%~12%,粮温在 35~40℃,完成后熟作用以前入仓、密封,入库后 21 天内,氧浓度可降至 1.8%~3.5%,

有效地达到低氧防治害虫的目的。小麦降氧速率的快慢,与密封后空气渗漏的程度,小麦不同品种生理后熟期长短、粮质、水分、粮温、微生物、害虫活动等都有直接关系。只要管理得当,小麦收获后趁热入仓,及时密封,粮温平均在 34℃ 以上,均能取得较好的效果。

如果是隔年的陈麦,其生理后熟期早已完成,而且进入深休眠状态,它的呼吸能力就减弱到非常微弱的水平,所以不宜进行自然缺氧。这时可采用微生物辅助降氧或充二氧化碳、充氮等气调方法以达到防治害虫的目的。

四、小麦的储藏管理

小麦安全储藏取决于粮质及水分。新麦收获后必须晒干,扬净,保证入库质量,水份低于 12.5% 的小麦,储藏期间一般不会发生霉变。

新麦入仓后在储藏期间完成后熟作用时,能释放较多的湿热,常易发生出汗、乱温,水分分层及结露。在入秋后,于麦堆上层部位形成“闷顶”,严重时出现霉变,对此应加强管理,尽量做到冬季通风降温、降湿,春暖前及时密封防止吸湿,以及加强粮情管理。采取积极的防虫措施,一般可使小麦常年安全保管。

在实践中还可采用热密封与冷密封交替使用的办法,可使储藏小麦不变质、不生虫,但在储藏量大的仓往往受条件限制。农户小量储藏小麦采用热密闭,易于实施。水分控制在 10% ~ 12%,已低于临界水分和微生物发展的下限,使粮堆气体代谢与热量稳定,当气温在 44℃ 以上,保持一周,杀虫效果达 100%,对小麦品质无损害。

第二节 面粉的储藏

面粉是我国主要成品粮之一,面粉的供应一般是以销定产,不作长期储藏。但是为了调节供需矛盾,保证供应和面粉加工的连续生产,就必须有一定数量的面粉储藏,在一些大中城市,由于面粉供应量大,面粉的储藏也相应增多,有的需要度夏长期储藏。

面粉是一种易于陈化,储藏稳定性差的粮种。面粉在储藏期,极容易吸湿和氧化,高温高湿会引起面粉发热霉变,害虫和霉菌的繁殖还会使面粉污染影响食用品质。为了做好面粉的安全储藏,一般是选择安全水分的面粉,采取低温、干燥的措施入库储藏,但在度夏以后,在高温高湿的影响下,还会出现虫霉危害、吸湿生霉、结块变酸等情况,面粉品质下降。70 年代初期,随着“温控”、“气控”等储藏技术的发展,面粉在低温、缺氧储藏下,可以有效地防止虫霉危害,延缓品质下降,保持了食用品质,面粉安全长期储藏有了保证。

一、面粉的储藏特性

(一)吸湿能力强

在同一相对湿度环境中,面粉的平衡水分较小麦低,这也许是由于在制粉时麦粒中的毛细管结构遭到破坏所致。但是,由于制粉工艺的要求,使储藏时面粉的水分较小麦要高,一般为13%~14%左右。另外,面粉颗粒细小,其活化面积大,有很强的吸湿性,吸湿速度远比小麦快。据试验,将含水量为12%的面粉薄摊于饱和湿空气中,经一天,水分含量可增加至23%。此性质决定了在高湿环境中,面粉易于返潮,结块。根据吸湿平衡理论,面粉水分为13%时,只要环境相对湿度不超过60%,面粉的水分一般不会增加,所以在较为干燥的北方地区,面粉水分均匀,储藏中因吸湿而使水分增加的现象并不严重,储藏一段时间后,常有下降趋势。但对于高温高湿的地区面粉吸湿现象突出,应引起注意。

(二)散落性、导热性差

面粉的孔隙度较小麦大,但孔径小,阻碍了颗粒间气体的流动,因而面粉的导热性差,面粉堆的散湿与通风困难。面粉微粒间有较大摩擦系数,散落性很小,外力的作用可使面粉塑成一定形体,以致面粉自然结块,在此同时,面粉的微粒极易受外界气体、液体、温度、尘埃及虫霉直接侵染。据试验,将高温仓内的小麦与面粉同时转入低温仓内储藏,要使粮温降至仓温,小麦为2~3天,而面粉则需4~6天。

(三)呼吸微弱

储藏中测得面粉质体间氧含量减少,二氧化碳的积聚,证实了气体代谢的存在,因面粉的微粒由活细胞所组成。但面粉的呼吸强度比小麦小得多,据研究,面粉中产生气体代谢的原因,除面粉本身的微粒呼吸作用外,更重要的是微生物参与及所含脂肪、胡萝卜素等化学氧化过程所致。上述代谢变化受水分、温度条件影响很大,如面粉处于0℃(低温条件下储藏)就很少发生氧耗变化。因此利用自然密闭缺氧技术来储存面粉,堆内降氧速度慢,且一般难以达到气调所要求的低氧程度,在实践中应予以注意。

(四)氧化作用

面粉储藏初期,品质有所改善,表现为筋力增强,发酵性好,面粉变白等,这种面筋改善的作用,通称为“熟化”。大约经储藏10~30天,就自然完成。温度高(25~45℃)对弱面筋质的面粉“熟化”尤为迅速,面粉这一性质与其中蛋白质的性质及含量有关。据研究,新磨的面粉或新麦磨制的面粉,往往是氧化程度不足,经储藏后,面粉中部分易

于氧化的巯基(-SH)含量日益氧化减少,其氧化的速度与面粉的水分有关。水分8%的面粉经6年储藏巯基含量变化缓慢,而水分14.5%的面粉在储藏初期,就大幅度减少,至一年后仍继续下降。

此外,在面粉熟化过程中亦发现谷胱甘肽(巯基化合物)逐渐下降,试验测得:面粉在磨制1、17、24天后,其谷胱甘肽分别为0.90毫克/克、0.23毫克/克、0.06毫克/克。

面粉在储藏中,新麦加工面粉,首先是氧化作用,面粉通过“成熟”而改善了工艺品质,表现为吃水力增大,面包体大而松,面条均匀,食味提高。氧化作用,还可以使色素改变,粉色变白。

二、面粉储藏期间的变化

面粉是完全丧失保护组织的粉状物,它的物理特性和生化特性与小麦有显著的不同。面粉直接与外界条件接触,粉粒的总活化面大,空气易于进入面粉中,因而吸湿作用和氧化作用都很强,而且,在制粉过程中由于微生物进入面粉里面也要引起变化。因此面粉在储藏中,不论是生化作用或化学、物理和微生物的作用都能导致面粉的败坏。

(一)酸度增加

面粉在储藏过程中较显著的变化就是酸度的增高,有时甚至使面粉“发酵”。酸度的增高是由于水溶性有机酸的积累,决定性的条件是面粉的水分和温度。霉变也会促使酸度的提高,但在霉变继续发展的过程中,它的总酸度可能因蛋白质分解的碱性产物的积累而下降。

酸度在面粉储藏中常被作为面粉新鲜度的一种指标,一般认为酸度超过8,面粉便可出现酸味,酸度超过6,表示新鲜度已明显变差。在储藏期间,有机酸的积累,尤其是游离脂肪酸会在一些外界环境因素的作用下,进一步发生氧化分解,产生一些低分子醛酮,并使面粉出现异味,甚至完全丧失食用价值。

面粉在储藏中的酸度变化,一般是粮堆外层吸湿多、氧化快、酸度高于粮堆内部;面粉精度差、含脂肪多、酸度增加快;发热霉变、生芽、冻坏的小麦加工成的面粉,游离脂肪酸高,容易酸败;面粉在日光照射下能加速脂肪氧化,也可能加速酸败变哈的过程。

在造成面粉酸度增加的有机酸中,与品质劣变关系最为密切的是脂肪酸,因此在面粉储藏中以脂肪酸值作为品质指标,更为合理,因为即使安全水分在正常情况下的面粉,由于脂肪的水解,脂肪酸值也会随储藏期的延长而有规律的增加,而其它有机酸的量的变化甚微,只有在品质严重劣变时,才有明显的变化。但需要注意的是,当出现严重发热霉变时,由于脂肪酸被霉菌作为营养物质所消耗,脂肪酸值可能会突然降低。

(二)出现异味

面粉在储藏过程中会产生一些异味如酸味、苦味、哈味等,这些都是由于面粉的品

质变化所造成的。面粉变酸的原因之一,是由于淀粉水解细菌和形成酸的细菌在面粉中发展的结果(典型的附生菌为 *Bact. harbicola*),但面粉变酸与发霉,在面粉袋中发生的部位不同,生霉多在面袋(堆)的边、角,而变酸常位于中心部位。另外,面粉中有机酸的积累,也是面粉变酸的重要原因。

面粉变苦与面粉精度(含胚麸多少)及含游离脂肪酸有关,储藏中面粉所含游离脂肪酸的氧化,是导致面粉变苦或变味的主要原因。正常小麦粒制成的面粉,在低温储藏条件下,经长期储藏才有变苦现象,而发过热或发过芽的小麦磨制的面粉经3~4个月就会发苦。干燥面粉在20℃下储藏,通常都有变苦现象的发生,如果空气进入面粉,这一现象就会加速,缺氧储藏限制空气进入面粉或充氮储藏能阻止变苦的发生。

面粉在长期储藏中出现的另一种异味是哈喇味,这也是脂肪酸败所产生大量低分子的醛酮所形成的气味。

由于面粉的吸附性很强,一旦出现异味后,很难除去,严重时,无论做任何熟食,异味仍旧明显遗留。

(三)压紧结块

面粉在长期储藏中,堆垛下层的面粉常因上中层压力影响,出现了压紧现象,如面粉水分不超过12%,一般经过倒袋,面粉还可恢复松散原状。面粉水分超过12%,储藏不良环境下,压紧的面粉就可能结块。面粉水分14%以上,储藏3个月以上,压紧的下层面粉就可转变为结块,倒出面粉有块状物,经过搓松后不影响品质。结块的面粉,同时发热,在霉菌的影响下,就会出现十分结实的粉团,成团的面粉有霉味,虽经搓松,仍有小硬块,面粉品质下降。缺氧、低温储藏均可避免或减轻压紧和结块的产生。

(四)发热、生霉

面粉由于颗粒小,孔隙小,导热性差,同时在水分、温度和霉菌的影响下很易发热霉变。主要是水分、温度和霉菌的影响,一般水分在12%以下、粮温在35℃以下,可以安全储藏;水分在12%~13%,温度在30℃以下,变化较小;此外,新加工的面粉未经散热和运输途中受高温影响未经散热的面粉即堆大垛,都能因热积聚而发热。面粉发热的部位,在常规储藏中通常夏季从上层开始,秋冬季从中下层开始,逐渐向四周扩散。面粉的水分不均匀,发热则从水分高的部位开始,然后向外扩散。外界湿度引起的面粉吸湿生霉,一般在垛的下部外层紧贴粉袋开始。面粉发热生霉后,粉色变暗变黑,并有霉味,酸度增加。霉变严重时,粉质完全败坏,不能食用。

(五)害虫对面粉的影响

面粉是直接入口的成品粮,感染了害虫,不仅是数量上的损失,而且害虫的分泌物和排泄物影响卫生,虫卵和螨类在面粉中难以清除,影响面粉的品质,受拟谷盗严重影

响的面粉,可使面包带有异味。杂拟谷盗严重影响面粉的粘度。锯谷盗和黄粉虫感染的面粉,制成面包带有一种化学酚的气味,害虫对面粉品质的影响十分严重。

(六) 粉色变白

面粉出机后,经短期储藏,粉色会逐渐变白,这是由于空气中的氧进入面粉中,使面粉中的色素(胡萝卜素等)氧化而褪色,空气进入面粉越多,变白速度越快,在真空中不会发生这种变化。

三、面粉储藏技术

(一) 常规储藏

面粉是直接食用的粮食,存放面粉的仓库必须清洁干燥、无虫。最好选择能保持低温的仓库。一般采用实垛或通风垛储藏,可根据面粉水分大小,采取不同的储藏方法,水分在 13% 以下,可用实垛储藏,水分在 13% ~ 15% 的采用通风垛储存。码垛时均应保持面袋内面粉松软,袋口朝内,避免浮面吸湿,生霉和害虫潜伏,实垛堆高 12 ~ 20 包,尽量排列紧密减少垛间空隙,限制气体交换和吸湿,高水分面粉及新出机的面粉均宜码成“井字形”或“半非字形”的通风垛,每月应搬捣、搓揉面袋,防止发热、结块。在夜间相对湿度较小时进行通风。水分小的面粉在入春后采取密闭、保持低温,能够有效延长储藏期。

面粉的储藏期限取决于水分、温度,水分为 13% ~ 14%,温度在 25℃ 以下,通常可储藏 3 ~ 5 个月,水分再高,储藏期就应短些。储藏期还与加工季节有关,秋凉后加工的面粉,水分在 13% 左右,可以储藏到次年 4 月份,冬季加工的可储藏到次年 5 月份,夏季加工的新麦粉,一般只能储藏 1 个月。

长期保管的面粉要适时翻桩倒垛,调换上下位置,防止下层结块。倒垛时应注意原来在外层的仍放在外层,以免将外层吸湿较多的面袋堆入中心,引起发热。大量保管面粉时,新陈面粉应分开堆放,便于推陈储新。面粉生虫较难清除,即使重新回机过筛,虫卵和螨类仍难除净;熏蒸杀虫效果虽好,但虫尸留在粉内,影响食用品质。因此,对面粉更应严格做好防虫工作。主要办法是彻底做好原粮、面粉厂、面袋及仓房器材的清洁消毒工作,以防感染,也可用磷化氢进行熏蒸杀虫。据试验,在一般剂量范围内,熏后经 7 天散气,磷化氢可以消失,面粉可以出库供应。

(二) 密闭储藏

根据面粉吸湿性与导热性不良的特性,可采用低温入库,密闭保管的办法,以延长面粉的安全储藏期。一般是将水分 13% 左右的面粉,利用自然低温,在 3 月上旬以前

入仓密闭。密闭方法可根据不同情况,采用仓库密闭,亦可采用塑料薄膜密闭,既可解决防潮、防霉,又能防止空气进入面粉引起氧化变质,同时也减少害虫感染的机会。根据上海金山县粮管所试验:用0.1毫米塑料薄膜密闭保管面粉,薄膜做成长1.7米、宽1.2米、高3.6米的套子,套口向上,套内可堆放面粉100~150包,然后将套口扎紧,进行密闭保管,可减少搓包、捣垛环节,收到较好效果。但需注意的是,新出机的面粉不能进行密闭储藏,特别是不能进行缺氧储藏,必须经过一段时间的降温 and 完成“成熟”过程,然后再缺氧或密闭,对保持面粉的品质会有较好的效果。

据报导,1月份用一般堆垛储藏的面粉,经3个月 after 已生霉、酸败变苦,品质显著劣变。用塑料袋密闭与真空充氮密闭的,延长保管期至7月份。

据郑州粮食学院的试验:水分13%~13.4%的面粉,用0.14毫米塑料薄膜密封,储藏130天,氧浓度降到9%~15.2%。只达到低氧密闭适当缓和品质下降的作用,未发热和生虫。但经过高温季节,处理与对照(常温仓),储藏品质均有不同程度降低,这显然是高温影响,因此,密闭与气调虽然在一定程度上可以防虫抑霉,延缓粮质变化,延长储藏期,但对面粉品质的保持方面效果并不理想,特别是高温湿度夏的面粉,密闭储藏后,品质仍有一定的变化,但变化幅度小于常规储藏。

(三)低温,准低温储藏

低温储藏是防止面粉生虫、霉变、品质劣变陈化的最有效途径,经低温储藏后的面粉,能保持良好的品质和口味,效果明显优于其它储藏方法,如表4-12-5所示。

表4-12-5 面粉理化指标变化

项 目	储 藏 形 式 堆 垛 方 式	原始值	准低温仓(18℃)		常温仓(30℃)	
			密封	不密封	密封	不密封
水分(%)		低温 14.4 常温 13.66	14.14	14.24	13.77	14.26
脂肪酸(KOHmg/100g干)		20.20	45.50	50.50	50.50	47.20
总酸度(度)		0.93	1.42	1.45	1.73	2.14
白度		78.3	79.20	79.40	79.90	79.70
干面筋含量(%)		9.10	9.10	9.20	9.30	9.40
湿面筋含量(%)		28.10	27.60	27.40	26.90	27
降落数值s		275	292	272	321	258
蒸煮品质		正常	正常	正常	陈宿味	色黄、霉味
现场感官鉴定		正常	正常	正常	正常	生霉、结块

准低温储藏一般是通过空调机来实现的,投资较少,安装、运行管理方便,是近年来面粉储藏的一个发展方向。

四、面粉的储藏管理

面粉是不经淘洗直接制成食品的成品粮,必须注意储藏环境的卫生和防止害虫的感染。同时面粉本身的储藏稳定性较差,易于吸湿和氧化,因此储藏期间要加强管理。

首先,面粉入库时应根据具体情况合理堆放,如水分在13%以下的面粉,在低温季节入库,则应采用大垛储藏,以减少外界温湿度与面粉的接触面,较长时间地保持面粉的低温干燥;水分超过13%的面粉、高温季节入库的面粉以及新加工的热机粉,都宜堆小垛,便于面粉的降温散湿。此外,加工批次不同、水分不同、温度不同的面粉,都不能混合堆垛,以免出现温度、水分分层。不论是何种形式储藏,在面粉进仓前都要做好底层防湿铺垫,堆垛后下层外围进行防潮处理,以防面粉吸湿生霉。面粉在入库时,还应注意新陈面粉要分别堆垛,有虫无虫面粉要隔离以防止感染。长期储藏的面粉要及时翻垛,调换上下位置,防止下层压紧结块。在翻垛时对外层已吸湿的面粉,注意剔除或防止混入垛的内层引起发热,面粉出库时,水分高、粮温高的先出,并注意推陈储新。

其次,在储藏中还要做好密闭防潮工作。面粉由于吸湿性强和导热性不良的特性,在面粉进仓时除做好垛的防潮措施外,在进入梅雨、高温季节以前还应做好安全度夏的防潮隔热准备。即粉垛的外围和仓房的门窗可用草袋、草帘等防潮隔热材料严密封闭,以延缓外界温度对面粉的影响,提高储藏中面粉的稳定性。但是,对于高水分、高温和有虫的面粉,不适宜进行密粮密仓作长期储藏。

另外,面粉储藏中还要做到严格防虫,面粉生虫后无论如何处理,均会影响其卫生状况。因此对于面粉储藏,严格做好防虫工作是十分必要的。面粉储藏的防虫工作,首先对储藏面粉的仓房、器材等要严格清洁打扫和药剂消毒,保持清洁、干燥、无虫。在面粉进仓时,认真检查,有虫的面粉应单独存放,及时处理。在面粉储藏期间,仓房外围经常消毒,防止害虫侵入,仓内保持干燥,防止螨类害虫发生。对长期储藏的面粉,在密粮密仓准备度夏前,可以进行预防熏蒸,防止隐藏害虫。如若发现害虫,可以采用磷化氢熏蒸,在常规剂量下,可以杀死各种害虫。熏蒸放气,经过一周以上的充分通风,可以使残留磷化氢完全消散。最后面粉在储藏过程中,必须加强检查。新出机面粉,必须勤检查,约经15~20天,待粮温变化正常后,再按一般情况检查。酸度是面粉新鲜度的灵敏标志,每月至少查一次。

关于面粉虫害的防治,最好是做好预防工作,防止面粉生虫,因一旦生虫,过筛不能彻底,虫卵和螨类不易清除,熏蒸杀虫效果虽好,但虫尸遗留粉内,影响品质。因此,必须强调仓房的清洁和加工厂的防治工作。如已生虫,可采用过筛回车,或应用磷化氢熏杀。据试验,面粉对磷化氢的吸附性远较其它熏蒸剂为小,熏后7天即可出库供应。