

LIANG YOU CHU JIAN

粮 油 储 检

胡清运 王佩祥 主编



中国财政经济出版社

粮 油 储 检

胡清运 王佩祥 主编

中国财政经济出版社

(京)新登字038号

粮 油 储 检

胡清运 王佩祥 主编

*

中国财政经济出版社出版

(北京东城大佛寺东街8号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市密云县印刷厂印刷

*

850×1168毫米 32开 11.75印张 296000字

1992年2月第1版 1992年2月北京第1次印刷

印数:1—10100 定价:5.80元

ISBN 7-5005-1719-X/TS·0051

前 言

粮油储藏和检验是一门应用科学。

粮油储藏的目的是为了最大限度地减少粮食和油料收获后的损失；粮油检验的目的是要保证粮油品质符合人们食用的要求。对于粮食仓储工作者来说，掌握粮油储藏和检验技术是重要的、必需的。

无论是西方还是东方，也无论是发达国家还是发展中国家，粮食的储藏损失的数量是惊人的，因粮食品质问题而给粮商和消费者带来的麻烦也是常见的。这一问题已成为世界性引人关注的问题。人们在致力于寻求解决这一问题的科学途径，并取得了一定进展。

近年，粮油储检工作在我国也得到一定重视，这方面的应用技术研究也有不少收获。但是，我们的基础薄弱，应用于实际的技术设施及仓房条件比较落后，具有专业知识的储检人员明显不足，这就是我们所面临的现实。这一问题如不加以解决，将会对我们的粮食工作产生不良影响。正是基于这种现实，我们才编写了这本《粮油储检》。我们的主观愿望是为粮食仓储工作者提供一些技术上的参考和帮助，尤其想要通过本书使广大基层粮库（站）的保管员、检验员较系统地掌握一些粮食储检基础理论知识和实际操作技能。但愿我们这种愿望是切合实际的。

本书分储藏和检验两大部分,共设九章,主要包括:储粮一般性质、粮食仓储管理、粮食储藏技术、储粮害虫防治、粮油品质检验和卫生检验等。比较详细、具体地介绍了粮油储检各种常用技术及实际操作方法,同时也兼顾到了基础理论和一般原理的介绍。本书突出的是实用性。

本书由胡清运、王佩祥主编,高修吾主审。执笔:胡清运(第一、二、三、八章)、张来林(第四、五章)、王佩祥(第六章)、尚敏(第七章)、徐学来(第九章)。

科学是无止境的,粮油储藏和检验技术也在不断发展和完善。我们应该而且有责任在传播这些技术成果、推动粮食储检科学的发展方面做出努力。然而,由于我们知识所限,以及写作技巧和经验不足,在编写本书时毫无轻松之感。尽管我们对本书原稿反复修改,力求无误,但仍难以保证无不妥甚至错误之处,恳请读者随时给予指正。

编 者

1991年10月

目 录

第一章 储粮一般性质	(1)
第一节 粮堆的物理性质	(1)
第二节 储粮生理性质	(13)
第三节 粮食在储藏期间的变化	(22)
第二章 粮食仓储管理	(37)
第一节 储粮设施及其管理	(37)
第二节 储粮质量标准	(46)
第三节 粮食接收与堆存	(48)
第三章 粮食储藏技术	(55)
第一节 压盖储藏	(55)
第二节 气控储藏	(57)
第三节 温控储藏	(71)
第四节 “双低”、“三低”储藏	(93)
第四章 机械通风与机械干燥	(95)
第一节 机械通风	(95)
第二节 机械干燥	(109)
第五章 主要粮油的储藏	(129)
第一节 原粮储藏	(129)
第二节 成品粮储藏	(134)

第三节	油料储藏	(138)
第四节	植物油脂储藏	(143)
第五节	小品种粮油储藏	(145)
第六章	储粮害虫防治技术	(153)
第一节	储粮害虫防治工作的方针和原则	(153)
第二节	虫粮的等级标准和处理原则	(154)
第三节	清洁卫生防治和检疫防治	(156)
第四节	机械物理防治	(159)
第五节	习性防治和生物防治	(165)
第六节	化学药剂防治基本知识	(168)
第七节	熏蒸剂	(181)
第八节	防护剂和空仓杀虫剂	(192)
第九节	熏蒸剂气体的检查	(200)
第十节	化学药剂的使用管理及安全防护	(203)
第七章	粮食、油料品质检验	(207)
第一节	扦样和分样	(207)
第二节	类型与互混	(211)
第三节	杂质、不完善粒和纯粮率	(213)
第四节	稻谷的出糙率、黄粒米和裂纹粒	(218)
第五节	粮食容重	(220)
第六节	米类加工精度、杂质和碎米率	(222)
第七节	小麦粉粉色麸星、粉类粗细度及面筋	(227)
第八节	粉类含砂量和磁性金属物	(232)
第九节	水分	(234)
第十节	灰分	(238)
第十一节	粮食粘度	(241)
第十二节	粮食、油料粗脂肪	(246)
第十三节	粮食酸度	(249)
第十四节	粮食脂肪酸值	(252)

第十五节 粮食、油料粗蛋白质	(255)
第十六节 粮食的还原糖和非还原糖	(259)
第十七节 淀粉	(272)
第八章 植物油脂品质检验	(275)
第一节 杆样和分样	(275)
第二节 透明度、色泽、气味、滋味鉴定	(277)
第三节 比重	(279)
第四节 折光指数	(283)
第五节 水分及挥发物	(286)
第六节 杂质	(288)
第七节 酸价	(289)
第八节 加热试验	(290)
第九节 含皂量	(291)
第十节 油脂中磷脂	(293)
第十一节 酸败试验及过氧化值	(296)
第九章 粮油卫生检验	(300)
第一节 氯化苦	(300)
第二节 磷化物	(302)
第三节 溴甲烷	(307)
第四节 马拉硫磷	(310)
第五节 砷	(312)
第六节 汞	(316)
第七节 镉	(320)
第八节 铅	(324)
第九节 有机磷	(328)
第十节 黄曲霉毒素 B ₁	(334)
第十一节 浸出植物油中残留溶剂	(345)
附 录	(349)
一、“四无粮仓”和“四无油罐”评定办法	(349)

二、湿度与露点的查定方法	(354)
三、几种标准溶液的配制和标定	(358)

第一章 储粮一般性质

第一节 粮堆的物理性质

粮堆的物理性质是指粮食在堆存和移动过程中表现出来的多种物理属性。它主要包括：散落性、自动分级、孔隙度、导热性和吸附性等。这些物理性质，与粮食的储藏有着密切的关系。

一、散落性

粮食在被倾倒或堆积时，由高处自然下落时，向周围流散开来而形成一个圆锥体，粮食的这种流动性就叫散落性。

粮食散落性的大小，一般是用静止角（即自然坡度）来表示的。静止角是指粮食在通常条件下，由高点自然下落到平面上所形成的



图 1—1 粮堆的静止角

1. 稻谷 2. 大豆

的圆锥体的斜面线与底面水平线所构成的夹角（见图 1—1）。

散落性与静止角呈反比关系，即：静止角大，表示粮食的散落性小；静止角小，表示粮食的散

落性大。表 1—1 中列举了几种主要粮食的静止角。

反映粮食散落性的另一种方法是自流角。将某种粮食放在其他材料的物体平面上，慢慢使物体平面倾斜，当粮粒开始滑动时的物体平面倾斜角即为某种粮食在这种物料上的自流角。自流角的大小与粮食籽粒性质及物体材料的性质有关，如小麦在钢板上的

自流角为 22° ，在木板上为 29° 。一般说，粮食在表面光滑的物料上的自流角比表面粗糙的物料上的自流角小。

表 1—1 粮 食 的 静 止 角

粮 种	静止角(度)	粮 种	静止角(度)
稻 谷	34—45	蚕 豆	33.5—42.7
小 麦	23—38	绿 豆	29
大 麦	28—45	豌 豆	22—28
玉 米	30—40	大 豆	24—32
黍	20—25	赤 豆	30
荞 麦	31—32	油 菜 籽	20.5—27.6
大 米	23—35	芝 麻	24.7—30.5
面 粉	45	向 日 葵	31—45
小 米	30—34	蓖 麻 籽	34—46

粮食的散落性与粮粒的形状、表面状态、含水量和杂质含量有关。粮粒圆形、表面光滑，如大豆、豌豆、油菜籽、黍等，流动时摩擦力小，其散落性较大；稻谷、大麦、蚕豆等，表面较粗糙，流动时摩擦力大，其散落性较小。水分含量高的，散落性小；含杂质多的（尤其是含轻浮杂质多的）散落性小。

粮食在储藏期间，如果管理不善，就可能造成虫害、发热和霉变，从而会使粮食的散落性大大降低，有时甚至结块而完全失去散落性。

了解粮食的散落性，可以在其储藏和运输中加以充分利用：用皮带输送机挂自流淌筛堆粮时，输送机的倾角应小于所输送的粮食的静止角，否则粮食将发生倒流；自流淌筛的角度应大于粮食的静止角，否则粮食不能自流。从粮食的装卸和运输来看，散落性愈大，粮食流动愈快，装粮时容易装满车船和仓库，出仓和卸粮时也容易流出。散落性大的粮食，入库后对仓壁的侧压力就大，散落性

小的粮食则相反。对散落性大的粮食,散装入仓时,应适当降低高度,以免仓库墙壁受损;围包散装堆垛时,应加厚或加固堆垛围包,以免塌垛。粮堆水分局部增加后,会使其散落性降低,预示着粮堆已经或将开始结露、发热霉变,所以,可据此分析判断粮情的变化。

粮食对仓库墙壁侧压力的大小,可由下列公式求得:

$$P = \frac{1}{2} \gamma h^2 + \gamma h^2 \left(45^\circ - \frac{\alpha}{2} \right)$$

式中: P——每米宽度的仓壁上所受的侧压力, 千克/米;

γ ——粮食的容重, 千克/米³;

h——粮堆的高度, 米;

α ——粮食的静止角。

在实际计算粮堆侧压力时,应取静止角的最小值,取容重的最大值。几种粮食在不同堆高时对仓壁的侧压力见表 1—2。

表 1—2 几种主要粮食不同堆高的侧压力

粮 油 种 类	静 止 角 (度)		容 重 (千克/米 ³)		计 算 时 所取数值		不同堆高的侧压力 (千克/米)					
	最小	最大	最小	最大	a	v	1.5 米	2 米	2.5 米	3 米	3.5 米	4 米
粳 稻	34	45	550	587.5	34	590	188	334	521	751	1022	1334
大 米	23	35	800	971	23	970	469	834	1303	1877	2553	3337
小 麦	23	38	687	781	23	780	377	671	1048	1509	2054	2683
玉 米	30	40	675	807	30	810	301	535	835	1203	1637	2138
大 麦	28	45	503	610	28	610	247	439	686	988	1345	1757
大 豆	24	32	658	761.5	24	760	359	638	998	1436	1955	2554
豌 豆	21.5	28	663.5	795	21	800	425	756	1181	1697	2309	3022
蚕 豆	35.5	43	607	835	35	840	256	455	711	1024	1394	1821
油 菜 籽	20.5	28	635	680	20	680	375	667	1039	1500	2042	2667
芝 麻	24.7	31	575	600.5	24	600	285	502	791	1139	1550	2024

二、自动分级

粮食在移动或散落过程中,由于粮食籽粒的粒形、成熟度和杂质类型等组成成分的不同,具有不同的散落性,性质相类似的组成成分趋向于聚集在同一部位,在粮堆中形成不同的集结区,引起粮堆组成成分的重新分布,这种现象叫粮食的自动分级。

引起粮食自动分级的原因:粮堆的组成成分有饱满粒和瘪粒,有完善粒和破碎粒,有重杂质和轻杂质,所有这些不同的组分和不同质量,其形状大小、表面状态、比重和绝对重量都有很大差异,因此,在移动和散落过程,摩擦力和受空气气流的浮力与流动方向的影响不同,这些因素综合作用的结果,就引起粮食的自动分级。粮食被移动的距离愈大、散落速度愈快时,则自动分级的现象就愈明显。

粮食入库时的自动分级现象:采用人工进库的粮食,由于倒粮部位较多,落点低,一般没有明显的自动分级现象;采用机械设备入库时,自动分级较明显,机械化立筒仓尤其如此。饱满的粮粒和重杂质汇集在粮堆中央部位,轻杂、瘪粒和破碎粒被抛向粮堆的四周;如果露天作囤,在较大的风力下,轻杂质被抛向下风处,形成较明显的杂质区;在一般仓库中采用输送机入粮时,沿输送机退出的两侧将形成两条轻杂区。

自动分级与储藏的关系:自动分级造成粮堆组成成分的不均匀,使杂草种子、破碎粒及其他轻杂质汇集在一起,这对储藏极为不利,因为这些杂质的含水量高,吸湿性大,生理活性强,容易使粮食返潮,造成湿热郁积,从而引起害虫和微生物的滋生,最后导致粮食劣变。杂质区的孔隙度较小,机械通风时阻力增大,有效通风受到影响;在进行熏蒸处理时,药剂渗透困难,影响杀虫效果。基于上述原因,我们在检查粮情时,对于自动分级严重的粮堆,应分层分区设点扦样;药剂熏蒸时应采取一些辅助措施。当然,最好是尽量减轻粮食的自动分级,其方法有二:一是清除杂质,提高粮食的

净度；二是入库时不断平整粮面，使粮堆中各组分均匀一致，立筒库入粮时可设置入料分配器来提高粮堆中各部位的均匀性。

三、孔隙度和密度

粮堆孔隙体积占粮堆总体积的百分率称为孔隙度；粮堆除去孔隙所占的体积外，剩下的粮粒与各种杂质所占的粮堆总体积的百分率称为密度。换言之，粮堆是由粮粒、杂质和孔隙所组成的。粮堆孔隙与粮粒内孔隙均能容纳各种气体并进行交换，因此，粮堆孔隙便构成了粮堆内外进行气体交换的基础。

粮食的孔隙度和密度可根据粮食的容重和比重推算：

$$\text{密度}(\%) = \frac{\text{容重}}{\text{比重} \times 1000} \times 100$$

$$\text{孔隙度}(\%) = \left(1 - \frac{\text{容重}}{\text{比重} \times 1000}\right) \times 100$$

将上述两式进行比较还可得出：

$$\text{孔隙度}(\%) = 100 - \text{密度}$$

对粮堆总体来说，孔隙度大，密度则小；孔隙度小，密度则大。对一定体积的粮食来说，孔隙度大、密度小的，容重就小；孔隙度小、密度大的，容重就大。

粮堆孔隙度的大小受多种因素的影响。粮粒大而完整，表面粗糙的，孔隙度大；粮粒小而破碎粒多，表面光滑的，孔隙度小。粮食中混有多量细小杂质时，一部分孔隙被杂质充实，使孔隙度减少；混有多量大而轻的杂质时，孔隙度增大。经常脚踩踏步的粮面，孔隙度小；人工入仓的粮堆孔隙度小；粮堆底层尤其是堆垛高的粮堆底层，孔隙度变小。粮食吸湿膨胀后，粮粒相互挤压，使孔隙度变小。

对于一个粮堆来说，各部位的孔隙度的大小是不均衡的，特别是在自动分级现象明显的情况下，这种差别更为突出。

几种主要粮食的比重、容重和孔隙度见表1—3。

表 1—3

几种主要粮食的比重、容重和孔隙度

粮 种	比 重	容重(千克/米 ³)	孔隙度(%)
籼 稻	1.22	590 左右	52 左右
芒 梗 稻	1.17	500 左右	57 左右
大米、糙米	1.33	800 左右	40 左右
小 麦	1.26	750 左右	40 左右
大 麦	1.10	590 左右	47 左右
玉 米	1.25	735 左右	41 左右
大 豆	1.21	735 左右	39 左右
花 生 果	0.40	225 左右	44 左右
花 生 仁	1.01	600 左右	40 左右
油 菜 籽	1.05	675 左右	36 左右
豌 豆	1.30	800 左右	39 左右
蚕 豆	1.18	710 左右	40 左右
绿 豆	1.30	780 左右	40 左右
赤 豆	1.21	750 左右	39 左右
荞 麦	1.06	588 左右	38 左右
薯 干	0.96	350 左右	64 左右
面 粉	1.30	594 左右	54 左右

注：由于各种粮食品种繁多，比重、容重、孔隙度有一定差异，表列数据仅供参考。

粮堆的孔隙度是保证粮堆内气体与外界气体交换的必要条件，也是粮食、昆虫、微生物和杂草种子的生活环境。

孔隙度的大小与储粮的关系有以下几点：

孔隙度小的粮堆，气体交换不足，当粮堆内温、湿度高时，湿热积聚不易发散，易引起粮食发热。

孔隙度大的粮堆，使用熏蒸剂杀虫时，有利于药剂的渗透，杀虫效果较好。熏蒸后散气也较快，能缩短放气时间。

在气控储藏时,可根据孔隙度计算充气量。在同样条件下进行缺氧储藏时,孔隙度小的粮堆比孔隙度大的粮堆缺氧速度快。

四、导热性和热容量

(一)粮食的导热性

粮食传递热量的性能称为粮食的导热性。粮食导热性的强弱取决于粮食的组成成分,由于粮食干物质导热不良,粮堆孔隙内的空气导热性能也较差,所以,就整个粮堆而言,其导热性也是不良的。

通常,导热能力的大小是用导热系数或称热导系数这个物理参数来表述的。在粮堆内部垂直于导热方向取两层相距1米,面积为1米²的平行平面,当这两个平面温度相差1℃,在1小时内这一平面传导到另一平面的热量,既是粮食(实际是该粮堆)的导热系数,其单位为千卡/米·时·℃。导热系数的数值大,则导热能力就大,反之则小。如粮食的导热系数为0.12—0.2,空气的为0.02,水的为0.51。

粮堆的导热能力在正常情况下比较弱,包装与散装、大堆与小堆、通风与密闭等不同的储藏方法对粮堆导热速度均有影响,含水量高的粮食比干燥粮食导热快。

(二)粮食热容量

使1千克粮食的温度升高(降低)1℃所吸收(放出)的热量,称为粮食的热容量,它的单位是千卡/千克·℃。

粮食热容量的大小与粮食的化学成分有关。粮食中水分的热容量为1千卡/千克·℃,干淀粉的热容量为0.37千卡/千克·℃,脂肪的热容量为0.49千卡/千克·℃,干纤维的热容量为0.32千卡/千克·℃。由于脂肪的热容量比淀粉的热容量高,故含脂肪多的油料比含淀粉多的谷类热容量大。

粮食的热容量是粮食干物质与水分组合后的热容量。不同种类的粮食的热容量由于化学成分含量不同而异,同种粮食的热容

量因含水量高低而不同,含水量越高,热容量越大。其计算公式为:

$$C=C_0+\frac{1-C_0}{100}\times W$$

式中: C ——粮食热容量,千卡/千克·℃;

C_0 ——干物质的热容量;

W ——粮食含水量(水分数值)。

以粉质玉米为例,水分为 15%,其热容量为:

$$C=0.37+\frac{1-0.37}{100}\times 15=0.46 \text{ 千卡/千克}\cdot^{\circ}\text{C}$$

(三)粮食导热性、热容量与储藏的关系

粮食的不良导热性,对粮食储藏有利有弊,有利的一面是:当低温季节粮温低于外界温度时,堆成大的散堆,密闭压盖,都能较长时间保持粮堆低温,防止结露、发热霉变和生虫;在需要保持粮堆高温或低温的情况下,粮食的不良导热性是增进储藏稳定性的因素,如对趁热入仓的高温储藏和冷却降温的低温储藏,提供了有利条件。不利的一面是:夏收入库的粮食或储藏过夏的粮食在秋后外温降低时,深层粮温下降缓慢,以致粮堆内长期保持高温,导致结露或发热生霉;在害虫、微生物以及粮食本身生理活动旺盛的情况下,大量的热在粮堆中积聚而造成发热,招致品质劣变。

在储粮实践中,应当尽可能利用粮食导热不良的有利面,而对于不利面应采取相应的措施加以克服,如通风换气、翻动粮面、耙沟挖井、翻仓倒囤等,加速散热。

五、吸附性、吸湿性及平衡水分

(一)吸附性

粮食吸附或解吸各种气体和蒸汽的性能,称为粮食的吸附性。

从广义上说,吸附性是指气体与固体接触时,气体分子浓集和滞留在固体表面的现象。气体与固体发生吸附时,前者称为吸附质,后者称为吸附剂。当吸附质被吸附在吸附剂表面时,会释放热量,这种热量称吸附热。在吸附过程中,吸附质将在吸附剂表面位