

粮 油 科 技 译 丛

粮 食 储 藏

(内部参考资料)

中 州 工 学 院 粮 油 工 业 系

毛主席语录

备战、备荒、为人民。

深挖洞，广积粮，不称霸。

凡属我们今天用得着的东西，都应该吸收。

但是一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。

说 明

《粮食储藏》是根据美国1973年出版的《Grain Storage》一书英文版节译的。原书是根据1971年在加拿大举办的国际粮食及其加工产品座谈会的资料汇编的，主要是针对世界上温带地区的粮食储藏方面的问题，对热带和亚热带地区的粮食储藏方面的问题也有评述。

遵照伟大领袖和导师毛主席关于“洋为中用”的教导，《粮食储藏》中节译了其中储粮品质、储粮害虫防治、储粮调理工艺、粮仓设计与工艺、储粮对健康的影响等五部分，涉及到粮食及其加工产品储藏上的工程、生物、化学以及药物方面的问题，对于我们了解外国粮食储藏方面的问题有一定的参考价值。原书中所附的参考文献目录篇幅比较大，考虑到这些篇目不宜译为中文，因而从略未附，但是凡属文中引用资料的原始出处的“注”的序号，在译文中仍然照加标注，以便参考这本书的同志查阅原文。

《粮食储藏》是内部参考资料。它可以供作粮食仓库和粮油加工厂从事储藏业务的保管员和化验员参考；真菌毒素和残毒部分可以供作从事中心化验室检测工作人员参考；有关内容也可以供作从事粮仓建筑工艺设计和进行港口粮库规划时的参考；还可以供作粮食储藏科学研究与教学人员的参考。

历史是人民群众创造的。在资本主义世界，劳动人民创造的科学技术却被资产阶级用来作为压榨、剥削劳动人民的手段。列宁说：“在资本主义社会里，技术和科学的进步意味着榨取血汗的艺术的进步。”原书作者们从资产阶级的利益出发，在书中宣扬了许多压榨、剥削劳动人民的反动观点。因此，在节译过程中，尽可能作了必要的删节。有些学名、药名和人名没有查到，为了避免错译，没有译出来，仍然保留了原文名称。虽然整个译文尽可能作了必要的删节，并查阅了有关资料，但是，限于水平，难免还有错误的观点存在，有些内容以及学名、药名和人名仍然难免译得不准确，甚至是错译，我们诚恳地请参考这本书的同志们批评指正。

《粮食储藏》一书的翻译、审定工作，得到商业部粮食局、商业部设计院等单位的指导和大力支持；第四章的部分内容还蒙中国科学院微生物研究所齐祖桐同志帮助审校；第十五章还蒙中国医学科学院卫生研究所孟昭赫同志帮助审校，在这里一并表示感谢。

郑州工学院粮油工业系编译组

一九七六年十一月

目 录

第 一 章	粮食品质的控制问题·····	(1)
第 二 章	储粮损坏变质过程中物理、化学与生物变量因素间的相互关系·····	(12)
第 三 章	粮食储藏中的温度与水分·····	(34)
第 四 章	与储粮有关的真菌及其它有机体·····	(46)
第 五 章	国际贸易中储粮害虫的侵染及防治·····	(66)
第 六 章	储粮害虫与螨类的化学防治·····	(91)
第 七 章	储粮中啮齿动物·····	(115)
第 八 章	加热空气干燥粮食·····	(121)
第 九 章	粮食调理方面的新技术·····	(133)
第 十 章	油料的储藏与干燥·····	(147)
第十一章	面粉的散装储存·····	(161)
第十二章	农场粮食仓库的设计·····	(173)
第十三章	农村机械化粮仓和中心机械化粮仓的设计·····	(185)
第十四章	粮食储藏技术的一些新动向·····	(202)
第十五章	粮食、饲料与其它粮食加工产品中的真菌毒素·····	(221)

第一章 粮食品质的控制问题

内容提要：粮食的品种（即遗传品质）、完善状态、杂质和水分含量，是应该加以控制的粮食原始品质。这种控制是通过把粮食从生产者运送到加工者、把制成品从加工者运送到消费者等一系列复杂的运转过程进行的。粮食储藏是在农场、为农场服务的许多收购点、终点站仓库和粮食加工厂之间不断重复发生的一种中间状态。当农民选择种子时，就是控制粮食的遗传品质，同时对粮食的完善状态和杂质也设有较高的界限。农民储藏粮食，又把粮食运送到收购点或加工者那里去，这种收购点和加工者可能是规模小、分布较密的，也可能是规模大、分布较散的。收购点储藏粮食并把粮食中转到加工者那里，在出口粮食国家则中转到为装船用的终点站粮库。粮食可以采用袋装管理而不需要特殊的设备，也可以象对流动的商品那样，使用高度机械装备，采用散装管理。收购点、加工厂和终点站粮库的粮食品质控制工作，包括把不同品质的粮食按类别、品种分开，并根据粮食完善状态的不同、杂质的类型与数量的不同及不同水分含量分为批次。所谓“一般平均品质”制度，包含这种最低限度的分隔，从而可以使仓筒与运输工具得到最充分有效的应用。另一情况是复杂的分级制度，虽然可以使粮食品质得到有效的较好的控制，但却使粮食检验和经营管理的手续复杂化，特别是增加某种检验项目如蛋白质含量时。农作物经营的水准、收购点的大小与分布、储藏与运输费用、市场的需要，以及其他经济方面的因素，都决定将粮食放在什么地方进行清理、干燥最好，以及应用分级进行粮食品质控制的效率。各国之间的粮食供销流转和粮食品质控制的制度差别很大，甚至在一国内也因耕作传统、地理位置、文化和经济的发展情况而异。到处都在发生着变化，其中有些是由于工艺技术的进步而引起的，设计新的发展体系和改进现行长期沿用的制度，也都会给予改进粮食供销流转和粮食品质控制的机会。

引言

这本国际会议论文集是研究粮食储藏的，但是，有关粮食品质控制的问题必须在更广泛的范围内加以考虑。储藏是在把粮食从生产者运送给加工者、把粮食加工产品从加工者运送给消费者之间的复杂供销流转过程中重复出现的一个中间状态。在整个粮食供销流转过程中都关切粮食品质的问题，但是，粮食品质的控制通常是在有储藏设备条件的地方进行的。

从一个收获年度到下一个收获年度，必须储藏最低限度的粮食，并且为了谨慎起见，还需要增加点粮食储备，用以保证和预防下一年度的低产或低质量，预防不足或灾歉的发生，以及预防战争的突然爆发等。在某一国家于一定的时间内，究竟应当储藏多少粮食，是含有复杂的政治和经济方面的考虑的。粮食有时候必须储藏几年。它比其他主要食品好储藏些，同时费用也省些。然而，储藏本身并不是目的，它是在粮食生产者与消费者之间重复出现的一种中间状态。

以下的讨论主要是研究北美洲的粮食经营管理情况，但加有对其他国家应用不同管理方法的评论。重点放在做面包用的小麦管理方法上，因为对做面包用的小麦的品质控制原理也适用于所有其他粮食品种。尽管如此，对其他种粮食及其加工产品也还要加以论述。

粮食的储藏及其品质的控制经常出现于三种场所，即：在农场，在为许多农场服务的收购点和在粮食进行加工的加工厂、仓库或将粮食继续转运到更大储藏数量的终点站仓库。每种类型的仓库都需要装卸费用，仓库与仓库之间有运输费用，仓储本身也有费用。此外，还有粮食的调理费用，主要是清理、干燥和为控制粮食品质所需的开支。这个流转体系的特点是粮食越来越多地积聚起来，并且按照预定的用途把不同品质的加以分隔开。

粮食一经加工后，其程序就和上述的相反。面粉运到面包房，面包送到销售市场出售。大麦芽运到啤酒厂，啤酒送到销售处及消费者手里。饲料用粮可以不经加工而再分配出去，也可以经过碾磨或于碾磨后再和别种饲料掺和生产混合饲料，而所有各类饲料都必须进行再分配。在这里，再次产生堆装、卸货、运输、储藏和品质控制的问题，但在每一步骤上产品的数量总是越来越小，直到消费者取得他的面包或啤酒为止。在这个概括的叙述内，我们也看到储藏是整个供销流转体系的一部分，而粮食品质控制问题必须贯穿于整个体系。

本文的重点将研究那些最容易控制的粮食品质，如：粮食品种（即遗传品质）、完善状态、杂质、水分含量等。这是从一般和实用两个观点考虑的。

农场的粮食品质控制

无论是在热带国家还是在寒带国家，也不论是在发达国家或是在不发达国家，全世界每个生产粮食的农民都在储藏粮食。可以把粮食储藏在一个陶土罐内、坑内、谷仓内，用袋装或用散装储藏，或者储藏在相当复杂的圆筒仓内，把他的部分、大部分、甚至全部粮食储藏起来，然后又必须将粮食取出和运送到下一阶段的经营管理者那里去。粮食可以用装在篮子里由妇女顶在头上运输，也可用袋装放在驴背上运输，还可以用牛车、马车或卡车运输，这里再次出现采用袋装或采用散装的问题。

每个国家的农民，不论处在什么发展阶段，总是担负着粮食品质控制的主要责任，并且为粮食品质设立上限。他是粮食遗传品质的唯一控制者，因为当他从现有的品种中挑选这特殊的品种去种植时，就建立了粮食的这种遗传品质。这不是一件简单的事情，因为农民在选择品种时，必须权衡该品种的产量，而这又包含这样的因素，如品种的抗病力，还要对照品质，更特殊的是要比较由于采用优良品种而可能产生的额外报酬。此外，粮食生产者所采用的耕作和施肥方法，对粮食的病虫害和杂草的防治，以及细致的收获等都对其品质有影响。最后，粮食生产者的技能、判断能力，甚至天时的好坏都对他出售的粮食品质，尤其是粮食的完善状态有关系。在一个极端，他可以生产出成熟的、干燥的、健全的和相对干净的优良品质的粮食，而在另一极端则生产出不成熟的、出芽的和受害虫侵染过的低劣品质的粮食。当然，农民在不同的田地里生产的粮食，可能由于播种及收获时间的不同而品质各异。为了便于以后将粮食运送到收购点，然后要决定如何将他的粮食按品质分开存放在他自己的仓库里。在某一类别的粮食内，比如说小麦，如果生产者将各品种掺和以后就无法又分隔开。粮

食生产者就是这样地为粮食品质定出标准，并且造成在粮食进行加工以前必须进行的分等、清理和调理等工作及费用开支。这里所陈述的情况对全世界每个国家的每个粮食生产者都是适合的。

在粮食离开农场前，我们应简略地研究一下粮食的清理工作和水分含量问题。农民难以避免地将谷壳、谷草和杂草的种子夹入到粮食内，还常常夹入一些其他种类的粮食，有时在某些类型的田地上，特别是在使用联合收割机收割时，还混有少量的小泥团、甚至是小石子。粮食生产者付不起清理各类粮食中全部杂质所需的各种类型的机器设备的巨大投资。所以，通常农民只好将含有某些杂质的粮食运送出去。

对干燥设备来说，则情况有所不同。一种类型的干燥机，只需作次要的改变就可以处理各种粮食。因为粮食在收割后应尽可能快地使其干燥，所以干燥机的确只能供短期使用。然而，在那些天气常常使人几乎不可能去收割干燥的粮食的国家里，把粮食放在农场干燥可能是个经济办法。但是，在一般正常年份可以收割干燥粮食、而只是在偶然出现的年份内才收割潮湿粮食的国家，把粮食放在农场干燥，看来不是好办法。

如果农民要取得在粮食生产方面的最好机会，他们必须了解所使用的品种的产量、农艺性状的表现和品质、健全的耕作和施肥实践，以及市场的需要和价格等情况。他们也必须有纯净种子、肥料、杀虫剂、机械、信贷等来源。所有这些都意味着科学与工业对农业基础的实质上的支持。同样还需要运输、储藏、粗制加工与精制加工、分配和运销等上层结构。这样复杂的农业生产已经几乎在所有国家中获得了发展或正在形成的过程中。

运输和储藏过程中的粮食品质控制

粮食离开农场后的经营管理情况，在全世界各地的差异极为复杂。任何一国的经营管理制度，都随它的消费者的要求，是采用袋装还是采用散装和是否使用分级制度而定。这三个因素中的每一个因素都值得加以评论。

消费者的要求可以由大多数家庭是怎样做的而加以粗略区分。他们可以在自己家里磨面和烤面包，这只要供应原粮就行了。如果他们依靠粉厂加工面粉，但烘焙工作仍在家庭内，就需要很多小型而分散的粉厂，而这些粉厂常常是十分原始的。如果他们既不自己磨面、也不烘烤面包，那么粉厂和面包房就有可能都是小型分散的，也有可能是大而集中的，带有纵的联合企业性质。在任何一个国家内，采用它特殊的或是各种方式结合的粮食经营体系，都根据其所处地理位置、文化发展、生活水平、出口还是进口粮食，或者实质上属于自给自足等条件而定。

粮食品质的控制问题还要看是采用袋装、还是采用散装经营而定。在劳动力便宜、运输量小、又是短途的情况下，采用袋装是有利的，这主要是因为袋装不需要特殊的运输、管理和储藏设备。然而，联系到人民生活水平的不断提高和工作效率来看，则要求大多数国家把粮食作为流体商品而采用散装，以便实行机械化管理。现代的趋势可以用面粉与啤酒采用散装储藏和运输，以及大麦芽与面粉使用卡车、火车、轮船的容器装载运输为例说明。粮食改

为散装管理在许多国家将是缓慢的。但是，这为谨慎地计划和发展一个健全的粮食供销流转体系提供了机会。

分级制度的运用

分级制度的讨论可以从这个起点开始，即考虑如果不存在分级制度将会发生什么样的情况。如果没有分级制，则所有好品种的与坏品种的、完善的与不完善的、干燥的与潮湿的小麦都可以混堆在一起。这种简单的做法倒可以使运输工具和机械化圆筒仓获得最好的利用，粮食供销流转问题也简化了。在农场、收购点和终点站进行的掺和，将使大多数的大的运输批次取得“一般平均品质”的标准。出口国家应用“一般平均品质”制度是最好的，在那里种植不同品种小麦的地区可以输运到不同的港口。诚然，应用一种分级制度，也的确简化了经营管理。澳大利亚、阿根廷和美国都有这种地理上的有利条件。这里举一个作为假设的例子，如果沿加拿大南部边界线以南是一个大洋而不是美国，那末，萨斯喀彻温中南部的港口就可以为加拿大的高蛋白质含量小麦的自然分隔服务。简单而有效是“一般平均品质”制度的特点。还要着重指出的是，尽管这一分级制度解决了一些问题，却又引起了另一些问题。

如果分级制度搞得十分复杂，许多问题就要产生。对于任何一种粮食，级数分得越多，各等级内的一致性就要增大，相邻各级之间的平均品质差异就减小。相反的，级数分得越少，各级别之间的平均品质差异就要增大，从而各等级内的一致性就减小。还有，级数分得越多就越需要较高检验技术来把各种粮食分别列入正确的级别里；在收购点和终点站也需要设大量仓筒，以便将所有各级别的粮食都分别储藏，供销流转和销售过程也将变得更加复杂化。总之，分级过细和分得太少同样不好。看来，折中办法是比较合适的。

世界上有许多有用的解决方法，因为粮食这个商品，没有品质和杂质方面的某种评定是不能进行交易的。事实上买卖双方必须同意某些粮食评定的方法。这些方法是通过习惯和传统而形成的，它们可以是正式的，也可以是非正式的。德国的“Bezatz”测定方法已被广泛应用，并且工作愈做愈细，稳步前进。它在这方面作出了范例。

但是，毫无疑问，要使粮食品质得到最有效的控制，必须依赖一个完备的分级制度才能完成，并且这个制度还必须考虑粮食品种、完善状态、杂质和水分含量等因素。

品种问题

让我们先来研究一下品种问题。很明显的，各个类别等级的粮食需要各自的粮种（小麦、大麦、燕麦、其它），同一种属内的春小麦类别和冬小麦类别则需要春小麦品种和冬小麦品种。品种问题的麻烦是在这些每个粮食类别的内部，因为有些小麦品种比其它小麦品种有较好的制粉和烘烤质量，有些大麦品种比其它大麦品种有较好的制麦芽和酿造质量，等等。如果农民在某一区域内种植的品种可以代表某一幅度的品质，那末，为了控制粮食品质就需要把它列为不同类别和等级。但是，要分成多少呢？因为分类和分级太多会产生问题。从加工角度考虑，大多数国家把粮食品种分成合适的和不合适的两大类，这样的分法有两个困难：第一，如果粮食品种品质相当一致，那末，按两大类划分类别，对位于分界线上的品种就必须武断地将它不是划到这一类就划到那一类。第二，每一类别的品种脱粒后的粮粒必须能够

通过感官鉴定，分辨得出来，也就是说，检验人员必须有能力对合适的和不合适的品种的混合物打交道。即使有一种实际方法能够克服这两个困难，也还存在着两种选择：不同的类别由合适的和不合适的品种组成，这样就是将等级的数目乘以二；或者就组成一类，而把不合适的品种作为该类别的等外品。

在实际工作中，市场的需求通常可以将这类情况简化。例如，如果有一种小麦品种很不受面包制造业欢迎，那末，在种植面包用麦那一区域的农民将会发现生产那种品种的小麦对他不利。因而在某一区域内，大多数农民通常了解种植某一类别的品种有利。对大多数原粮来说，有少量不好的品种和好的品种相混在商业交易上并没有什么重要。主要的例外无疑的是制麦芽的大麦，因为大麦的每一品种应当分开来制麦芽。当然，同一个种属里的不同品种的分级管理所涉及的供销流转问题，仅仅是处理在一个区域内不同种属粮食所产生的广泛问题的一部分。任何人都可以说得出小麦与燕麦或大麦、亚麻籽与油菜籽的基本差别，但是，要在同一个种属里再将各品种都区分开可就不那么简单了。虽然如此，品种问题还是整个体系的重要环节，因为品种影响粮食品质。

然而，品种问题对储藏本身来说并没有影响，因为同一类别粮食的各个品种都要同样地储藏好。品种问题和其余三个因素进行对比，则其余三个品质因素确定是影响储藏的。当粮食是完整、干净、特别是干燥时，那末，它就可以储藏得较好一些。

完善状态和混杂

在粮食的品质控制中，粮食的完善状态对所有的食用粮食都是最根本最重要的。完善的粮食以好价格出售，而不完善的粮食只能折价出售，甚至在没有法定的分级制度时也是这样的。当有法定的分级制度时，其分类的主要根据是粮食的完善状态。粮食经过清理后仍然存有的杂质也在等级的规范说明中加以规定。例如，以做面包用的小麦分级来说，其杂质就包括硬粒小麦、小麦以外的其它异种粮粒以及其它异物。在通常实践中，将样品粮逐粒检查，把不完善的粮粒分成几类，如：不成熟的，发芽的，有病的，等等。当然，对杂质也须适当地分成几类。一定的等级对混有不同类别的不完善粒和异物有一定的容忍度，这将包括个别的数量和总量。很明显，允许小麦以外的杂质增加，就会使粮食的完善程度遭受损失，从而其级别就要降低。技术熟练的粮食检验员用准备好的标准样品进行比较，可以不用通过逐粒检查而定出绝大多数的样品级别来。

无论级的规格和分级的程序如何，根据粮食完善状态和杂质把不同级的粮食分隔开的工作是不能很细致的。那就是说，如有些批次的粮食可能因含 15 % 的杂质，而处在两个相邻等级之间有争论的地带。可是对每个批次的粮食无论是通过法定的检验，或者根据上述程序请求复查，或者通过买卖双方的协议，都必须进行定级。这种分级工作之所以能够实施，是因为当粮食进入收购点和终点站时，就将同类同等级散装粮堆于一处，与其它类、等级的粮食分别储藏，这就造成不同级间的平均品质的明显差异。由于分级的重要依据是粮食的完善状态，似乎可以建议最低限度把粮食按加工的需要分为 3 级，即：品质好的，可以接受的品质，其它的一一这一级可能主要用于饲料。在加拿大，为了照顾到红皮春小麦品种完善状态的变异，共设立了 10 个等级之多，可是在同一收获年度内却从来没有 10 个等级都用到过。现

在看来肯定要把它减少到 5 个等级。不论级别有多少，都必须假定粮食生产者、收购点和终点站库具备这方面足够的知识、鉴定场所，以及把不同级别的粮食分库储藏——或向那种理想状态接近。

水分问题

水分是一个完全不同的问题。它是粮食成分构成中唯一的没有交换价值的部分，并且高水分粮食增加储藏方面的风险。但是，粮食的水分可以用电测水分测定计正确而迅速地测定出来，高水分粮可以在不伤害其品质下而加以干燥。水分含量在分级制度中一般不作定等项目，只作亚等项目。在加拿大使用 3 个亚等，即“光滑”、“毛糙”和“潮湿”（“光滑”、“毛糙”和“潮湿”，是应用感观鉴定说明粮食水分含量的高低。干燥的粮食，以手插入有“光滑”感；水分含量为 15~17% 的以手插入有阻力，感觉“毛糙”；水分含量在 17% 以上的，明显地感到“潮湿”——译者注），这样就使等级的数目增加 3 倍，从而也使仓储和运输复杂化。但是，如果粮食能在不受到伤害下进行干燥，那末，亚等问题就会消失，剩下的只有一个“光滑”级了。

以上是按照粮食品种、完善状态、杂质和水分含量等所涉及的与粮食品质控制有关的一些问题。如早在前面指出过的，农民对他的粮食品质控制设有上限。现在必须进行讨论的是，粮食离开农场以后到了收购点和终点站，对粮食品质的控制是如何处理的。

收购点的粮食品质控制

我们假设大多数的生产者用卡车将粮食运送到收购点的乡村仓库，在那里装上火车运到终点站仓库装船外销。当然，也可能有些生产者将其部分粮食直接运到地方上的加工厂，这样，加工厂就担负起收购点的工作。同时也可能有一定实际数量的粮食从收购点运到地方上的加工厂，这时候国内的加工厂又成了终点站仓库了。

关于粮食品质的控制和整个供销流转体系效率的许多重要问题，都是和收购点的地理分布与大小有关的。对于具有某一粮食平均产量的任何一个地理区域来说，收购点的分布与大小有相反的关系。在一个极端，它们可能是小而密布的；而在另一极端，它们可能是较大的、较少的和更加广泛而分散的。人们可以列举有许多小的乡村仓库的加拿大的大草原为例，以及苏联的哈萨克斯坦与西伯利亚部分地区的例子，那里的粮食收购工作是在我们所应称作相对大的内地仓库完成的。

这种差别形成的原因是历史的。当加拿大的大草原开荒耕种还是使用马的时期，这种收购系统具有许多铁路支线，并且许多小城镇与仓库只有几英里的距离，都是根据当时用马车运送粮食设计的。苏联的“新土地”是使用拖拉机开荒耕种的，它的粮食收购体系是根据用卡车集运设计的。很明显的，在有了良好的道路和卡车的现在，在加拿大那么多密布的收购点，已不象它过去那样迫切需要了。

当粮食收购点是小型的，象现在仍然存在于加拿大的多数收购点那样，它们的主要职能是把不同类别和品质的粮食分隔开。装卸、过磅、检杂以及承做更换粮食所有主的有关工作等也是收购点的任务。当然，储藏工作也是重要的。在收购点变为大收购点时，它们也要担负起粮食调理，如干燥和清理工作。

加工厂和终点站仓库的粮食品质控制

粮食从收购点用火车、不经常地用船只或驳船运送到下一阶段，即加工厂或终点站仓库储藏，从本文的目的来说，没有必要把加工厂和终点站仓库加以区分。粮食出口国家的终点站仓库是座落在大的海岸港口。在这个大陆上，大湖区的港口也是重要的输出港口。运到国外销售的粮食装船有时多达30,000吨。加工厂和终点站仓库二者都要卸粮、取样分级、严格进行清理、必要时进行干燥、分类分等储藏，进行掺和使其一致，进行必要的储藏，然后装运进它自己的加工厂，或装上火车、轮船。

粮食进口国的工序与上述相似，但是程序则相反。粮食常常在和加工厂有联系的港口终点站仓库卸下；或将粮食卸到沿海岸的小船内，或象在鹿特丹那样，将粮食卸入为沿河加工厂服务的驳船内。面粉厂将面粉运送给小而分散的或大而集中的面包房，接着面包房将面包运送给零售店或直接送到住户家里。粮食出口国家的粮食制成品在国内消费时，也同样地出现这一相反的程序，并且这个相应的程序，对通心粉用小麦、制麦芽大麦、油料和经碾磨混合后的饲料用粮也一样。

粮食清理问题

粮食品质控制的工作，必须主要地在出口国家进行。这个问题的困难处是收购点和终点站仓库之间的工作分配。例如，品质的控制牵涉到清理问题。加工者要求干净的粮食，而粮食如果是干净的，则在储藏期间就会储藏得好些，粮食的品质也好像不致变劣。目前在加拿大，将小麦从农村仓库运到终点站仓库大约含有2~3%的下脚，世界平均大约没有很大差别。这说明在加拿大穿越山地到达温哥华或霹雳湾的每百辆运粮车中，有2~3辆车是运输下脚的，在粮食出口前这项下脚是要除去的。从农户到海岸仓库使用我们如此多的交通工具来运输下脚，这个办法是否明智呢？

问题要比它最初一看时复杂得多。清理操作使用大而复杂的不同类型的设备来进行，是更加有效和效率高的，而这只有终点站仓库能够安装、维修和保持合理地稳定使用这些设备。如果清理工作在农村仓库或农场进行，那末，就将会是效率差和成本高。如果哪个人企图在粮食运转的这一阶段进行清理，他将会马上碰到如何对待筛下物的问题。筛下物能在原地销售得出去吗？或者每个小城定期用火烧将它销毁掉？倘若这些是在大的终点站仓库中心地点，如加拿大的霹雳湾和温哥华集合拢来，那市场销售问题就解决了。筛下物可以分开作为饲料而很快销售出去，其余作为废屑。还有，如果将废屑压缩成片，则在加拿大和国外都能销售这种产品。也必须记住的是，有效的清理总要带走一些完善粮粒，但是，如果清杂设备的结构有足够的精巧，那末，筛去的完善粮粒是可以回收的，并且掺和到出口级里面去，这是大的终点站仓库日常例行工作中的一部分。这也部分地补偿清理时所花的费用。

总的看来，很明显的，小而密布的收购点不利于担负清理工作，这项工作必须留给终点站仓库去做。当收购点变得少些和大些的时候，情况就改变了。假定筛下物能在当地市场处理，那末由收购点来担负清理工作也可能是实用的和有效的。

上述因素同样应用于国际贸易中，其中有不少的粮食是没有经过清理的，虽然规定着最大限度的筛下物的保证。进出口双方都必须对净粮与筛下物清理费用、仓库清理物料的效果

加以考虑，对运费、市场销售等的价值加以比较。因而对不同的粮食应当在什么地方进行清理以及清理多少数量的问题是相当复杂的。

粮食干燥问题

粮食品质控制也包括粮食干燥问题。尽可能快地使粮食干燥，以增进其储藏性能和减少运输费用是合乎逻辑的。这不需要为失掉的水分去寻找销售市场，也不产生销毁问题。通常在收获高水分粮食的国家里，比如说水分含量在18%以上，其干燥工作最好是在田间进行。如果干燥工作只是在偶然的年分才有需要，那末，个别的农场和小的收购点就可以不用把资金冻结在干燥设备的准备上。在这种情况下，干燥工作必须留给终点站和加工厂的仓库去做。

遗憾的是，粮食在干燥过程中是可以受到损害的。小麦的制粉和烘焙品质，玉米的制粉品质，特别是大麦的制麦芽品质，以及所有种子粮的发芽率在干燥过程中都可以受到严重伤害。这种情况发生在粮粒于干燥过程中受热过度的时候。防止烘干损伤，并不象其表面上看起来的那么简单，其基本原因是经济方面的考虑。使用传统的烘干设备只有把粮食在高温下迅速干燥才能更为有效，并且烘去每单位水分的费用才是少的，不过这正是损伤粮食品质所需的条件。

还有，粮食的烘干损伤，除了那种由于不测的祸事或疏忽所造成的过度损害以外，是难以检查出来的。这需要实验室试验，而农场、农村仓库是难以办到的，就是终点站仓库也不能做。在少数具有中心实验室的终点站粮库或大的收购点，那是比较容易控制干燥工作的，并且可以做到在不损害粮食品质的情况下，取得烘干作业的最大效率。但是，如果粮食干燥工作由广泛分散的农户自身或许多小的收购点去作，那是十分困难的。在设计整个供销流转体系时，这些因素也必须加以考虑。

从某种意义上说，粮食的完善状态的控制也包含着相似的问题。当有许多小的收购点存在时，是不可能期望在那些收购点的分级员中有很高分级的技术。即使有法定的分级制度，也不可能每一小的收购点都能够配备一个有熟练技术的政府粮食检验员，实际上这些困难可以采用区域管理员负责若干收购点以及中心管理处做复核工作，加以减少。因此，如果收购点变为数目较少的大单位，那末，象清理和干燥工作那样，粮食完善状态也就更容易更有效地加以控制了。

工艺技术变化对粮食品质控制的几种影响

在粮食工业内正在稳步地发生着工艺技术的变化，这些变化在不断地影响着粮食品质的控制。可举面粉工业和面包烘烤工业里的两个例子来说明，即： α -淀粉酶和蛋白质含量问题。

α -淀粉酶

目前在英国广泛使用的乔利伍德烘烤法，强调控制 α -淀粉酶的重要性。在和面的过程中运用机械力量以缩短发酵时间，能够从含蛋白质低的面粉中生产出品质合格的面包来。然而，当蛋白质的含量减少时，面包的水分含量也降低。而对面包来说象对其他食品一样，要尽可

能保持多一点水分，对其出售才是有利的。这一困难可以通过在制粉过程中破坏淀粉粒而获得补偿，这样淀粉本身就可保持有较多的水分。但是，受过伤害的淀粉对 α -淀粉酶的袭击是更加敏感的，其结果是造成整条面包的内部组织变质。所以，只要 α -淀粉酶含量低，即使蛋白质含量少，面包的水分还是可以保持的。当然，受损失的是顾客，他得到的是价格最贵而蛋白质成分减少的面包，但是他还得到了一份价格最便宜的水。这个问题不发生在用法令规定面包的重量以干基为准出售的国家。

如果收获后的粮食受潮并开始发芽，则粮食里的 α -淀粉酶就会迅速增加。但是， α -淀粉酶的增加也可以出现在有明显发芽迹象以前。发芽的第一步是酶的发展和活化。它们的作用是将粮粒内的营养成分提供给新的植物，直到出现了幼根和幼芽接替它们的工作为止。这个第一步是在粮粒内部发生的，因而是难以观察得出来的。

α -淀粉酶在很大程度上是可以通过严格的感官鉴定来进行控制的。就是说，将那些开始露出发芽或甚至有风蚀迹象的所有粮食从最好的一级中排除出去。虽然如此，严格的控制还必须牵涉到应用实验室的试验，如“浓度渐降法”。这种试验方法不能在许多小的收购点应用。但是，在大的收购点对那些品质有争论的粮食是有可能加以应用的。这一试验方法也常有其局限性，就是试验需要一定时间，造成延误卸粮和入库。

蛋白质含量

多年来，小麦最宝贵的组成部分蛋白质含量，对制粉业者从来都是重要的。入磨小麦及面粉的蛋白质含量是以不同蛋白质含量的小麦适当的搀和加以控制的。现在制粉业者在购进小麦以前就希望知道它的蛋白质含量和其他特性。应用计算机来计算制各种类型面粉最低成本的入磨麦的情况，看来是在上升或者说至少越来越获得其重要性。

好多年来，美国、苏联和澳大利亚已经在保证一定蛋白质含量下出售其小麦。在加拿大，这方面的实际经验还有限，但是它就现有资料竭尽了全力在研究，并且正在取得进展。

最高级的保证有一定蛋白质含量的加拿大小麦，在1971年8月出售（保证有一定蛋白质含量的加拿大西部1号小麦，1971年8月1日在霹雳湾出售，1972年1月1日在温哥华出售）。当然，加上对蛋白质的控制，这就进一步增加粮食整个供销流转体系的复杂性。

不过，蛋白质的含量问题是值得研究的，因为它代表粮食品质控制的另一个不同方面。蛋白质含量是由不同于感官检验的客观试验测定的，而且无数有关加拿大小麦蛋白质含量的数据正在系统地搜集起来。如果以许多批次粮食的蛋白质含量作图，那末，就会产生一个近于对称的频率分布曲线图。无论是应用农民运送粮食到收购点的数据，还是应用车装运到终点站仓库粮食的数据，或者应用从加拿大装船外运粮食的数据，都是这样的频率分布曲线。农民送粮的曲线是平坦点，对装车运送粮食到终点站的曲线大致正常，而对装船外运粮食的曲线则高而有顶峰。此外，还有蛋白质含量曲线在轴上的位置，当然要根据所检验粮食总数的平均蛋白质含量而定。例如，在加拿大西部偶然出现的低蛋白质年份内，平均蛋白质含量会下降到12.5%。而在偶然出现的高蛋白质年份内，则可以上升到14.5%。总的在大多数年份里其平均数大约是13.6%。

在这些条件下，使用计算机可以把一个级内的粮食按蛋白质含量区分。让我们用装车运送到单独的一个终点站仓库的简单事例来讨论。工作的要求是在装车时取下样品，而在终点站仓库卸车以前就有蛋白质的检查结果。实际上的分拣工作是在终点站进行的，当每辆车在终点站仓库卸车时就附有自动取样器取出样品并附有应用凯氏定氮法测定蛋白质的数据。一个正常合理的蛋白质含量频率分布曲线将根据其平均数值，比如说13.6%而形成。让我们进一步假设我们希望保证含蛋白质14.0%的小麦分别装运。很明显的，我们可以找出这样的一个蛋白质含量标准，倘若把所有经由车运的这个水平的和高于这个水平蛋白质含量的小麦分别储存，那末，就可以发现这一批次的小麦的蛋白质平均含量比14%略高一些。这个选择的含量标准可能是13.7%，我们可以称其为分隔基准。

分隔基准将依照卸在终点站的各车次粮食的平均蛋白质含量而定。如果这个平均数上升，那末，为了保持要求保证的14%的蛋白质含量，分隔基准必须下降。相反的，如果这个平均数下降，那末，分隔基准必须上升。在实践中，大约每周必须检查和调整一次分隔基准。

由于不同的终点站仓库常常从不同方向的收购点拉进粮食，一个终点站和另一个终点站的蛋白质含量平均数值和分隔基准都可能不一样。在一些终点站粮仓我们可以按15%、14%和13%作分隔基准，保证蛋白质含量水平，而在另外几个终点站粮仓又可以按14%、13%和12%作分隔基准，保证蛋白质含量的水平。这个分隔办法是相当复杂的，但是，如果使用计算机来分析数据决定数值，则不会产生什么问题。

实际上主要的困难是在理论方面。单独一次蛋白质测定的标准误差（即取样误差与分析误差之和）是在 $\pm 0.2\%$ 单位或略小的级别里。因而，单独一车粮食的真正的蛋白质含量是不能用一次蛋白质测定决定的。但是，相当近似真正平均的数值是可以从25车次车装粮食的测定中求得的。在实际工作中，决定分隔基准时必需考虑这个问题。在频率分布曲线的中间地带，其影响是小的，但是，在频率分布曲线的上末端，那就不可能把非常高的蛋白质含量的小麦，比如说15%，也能如预期地分隔开来。

很明显的，这是企图扼要解说这种类型的粮食品质控制的理论。不过，倘若这个体系是由一个中心控制的，那末，这一理论的实际应用应该是没有什么严重问题的。实际上，如果设备比较精巧的面粉厂都能用计算机去设计最低成本的入磨小麦，那末，小麦出口者也同样能够应用这个工具去控制装运出口小麦的蛋白质含量。

粮食储藏过程中的品质控制

直到现在还没有谈到有关储藏过程本身对粮食品质控制的问题。理由是明显的，粮食在储藏过程中的最基本目的，简单地讲就是防止粮食变质。这种防止是没有办法直接完成的，而只有间接地通过对水分和通风的控制以及对微生物、害虫、鼠类等侵袭的防治来完成。到现在为止，也没有论及任何关于在加工过程中的品质控制问题，在大多数发达的国家内，其面粉厂、面包房、饼干厂、通心粉厂、麦芽房、啤酒厂以及饲料加工厂等，一般都有其自己

的实验室，利用广泛不同的测定资料以控制其加工过程和产品。纵使是很皮毛地谈一谈，也需要一个很长的篇幅来讨论这些问题。代替它的办法就是如刚才所作的简短论述。

由不断变化而产生的问题

一般地说，这篇文章着重点是对粮食的全部供销流转过程以及粮食品质的控制这两方面体系制度进行探讨。就现在和将来来看，这个探讨都是动态的而不是静态的。任何国家现行的原粮和粮食加工产品的供销流转管理制度中，储藏本身就是一种中间过渡状态，所以将来的发展是不易预测的。有些国家现行的粮食管理方式，随着预期的人口增长，全世界人口向大城市集中的趋势，以及粮食生产的增加，必须筹划改进粮食流转的体系。另一些已经花了大量投资和精心制订管理制度的国家，可能发觉这些设备设施已经过时，他们可能要被迫改变去适应那种由于工艺技术的进步而发生的挑战。例如，对出口国家来说，可以进行粮食分级和调理工作的大的收购点，有漏斗底车皮的单一火车和有运粮上船的输送带设备等，都是代表着出口国家的理想的措施。没有容易的解答。这是一个庞大的工业环节，其中包括生产、运输、储藏、加工、分配和消费。重大的发展即使是在逐渐进行的，总是需要较大的投资，以及不易预见的经济和政治方面的牵涉。并且根深蒂固的传统力量常常阻碍人们去进行变革。

尽管如此，变化似乎是无疑的。这个论文集，在分析我们现在所知道的以及估价许多国家过去的经验与教训，为将来作出正确的计划等意义上，或许是适时的。因为以往已经过去，现在转瞬即逝，未来总是最关切的。

第二章 储粮损坏变质过程中物理、化学与生物 变量因素间的相互关系

内容提要：粮堆是一个生态系统，粮食的变质是其物理、化学与生物的许多变量因素相互作用的结果。重要的变量因素是：温度，水分，氧气，地理位置，仓库结构，粮堆的物理、化学与生物特性，微生物，仓虫，螨类，鼠类与雀类。虽然有许多变量因素影响粮食及其品质，但是它们很少单独发生作用或者所有的变量因素同时发生作用。它们与粮食相互作用，但是在它们之间也互成组合地相互影响。粮食劣变的速度最初很慢，但是一俟各种变量因素维持合适的组合，加上储藏时间延长，储藏品质就会发生显著的损坏。后熟作用，其中包括粮粒内的蛋白质合成，在粮食水分含量为14%以下、粮温为15~45°C的条件下进行得最好，这对储粮的稳定极为重要。为了使这种后熟作用能在最短期间（15~20日）完成，湿粮必须于收获后的1~2日内在相对湿度为30%与温度为45°C的条件下进行人工干燥。

本文综合了储粮中主要细菌、真菌、螨类与仓虫等50多个种的有关繁殖和生长自然极限的实验资料。考虑到实验室的数据在解决实际储藏问题上的局限性，所以使用了多变量统计处理方法，并应用计算机进行分析。这次分析结果，是根据在曼尼托巴的几个农场仓库，对35个变量因素持续8年同时进行观察而完成的。现在看来，储粮劣变损坏的过程，比原先的想法复杂得多。展望今后的研究，迫切需要对农场和粮库、车皮、货栈以及货船的储粮，参照气候与地理条件，以计算机定向应用多种学科的方法进行生态研究。

引 言

粮堆是一个人工造成的生态体系，其中活的有机体与其非生物环境相互作用着。储粮的损坏变质就是由于这些物理、化学与生物变量因素相互作用的结果。只有当参照粮堆的物理—化学环境的基本条件，研究清楚这些粮食籽粒、动物与微生物菌丛的相互作用时，才能对储粮霉坏有比较彻底的了解。在这个生态体系中，粮食本身是最重要的生物体。粮粒及粮堆都具有几种物理（如孔隙度）与生物（如呼吸作用）的性质，其重要程度主要因其周围的媒介物而定。

粮食的非生物环境条件，包括物理的变量因素（如温度）、无机化合物的变量因素（如二氧化碳及氧气）、物理——化学的变量因素（如水分）及其生命活动所产生的副产品——一系列的有机化合物。

除了粮堆内的粮粒以外，主要的生物变量因素包括有微生物（如真菌、放线菌与细菌）、节肢动物（如昆虫与螨类）与脊椎动物（如鼠类、雀类）（见图2—1）。这些生物极少单独为害。它们的生态亲缘关系，受参与复杂的粮食霉坏变质的许多其他变量因素的支持，随

着时间而与粮食及其彼此之间加以发展。虽然粮食霉坏变质通常在最初阶段是缓慢而且不显著的，但是如果各种变量因素配合适当，又维持在一个不加翻动的粮堆内，则粮食可以全部损失。

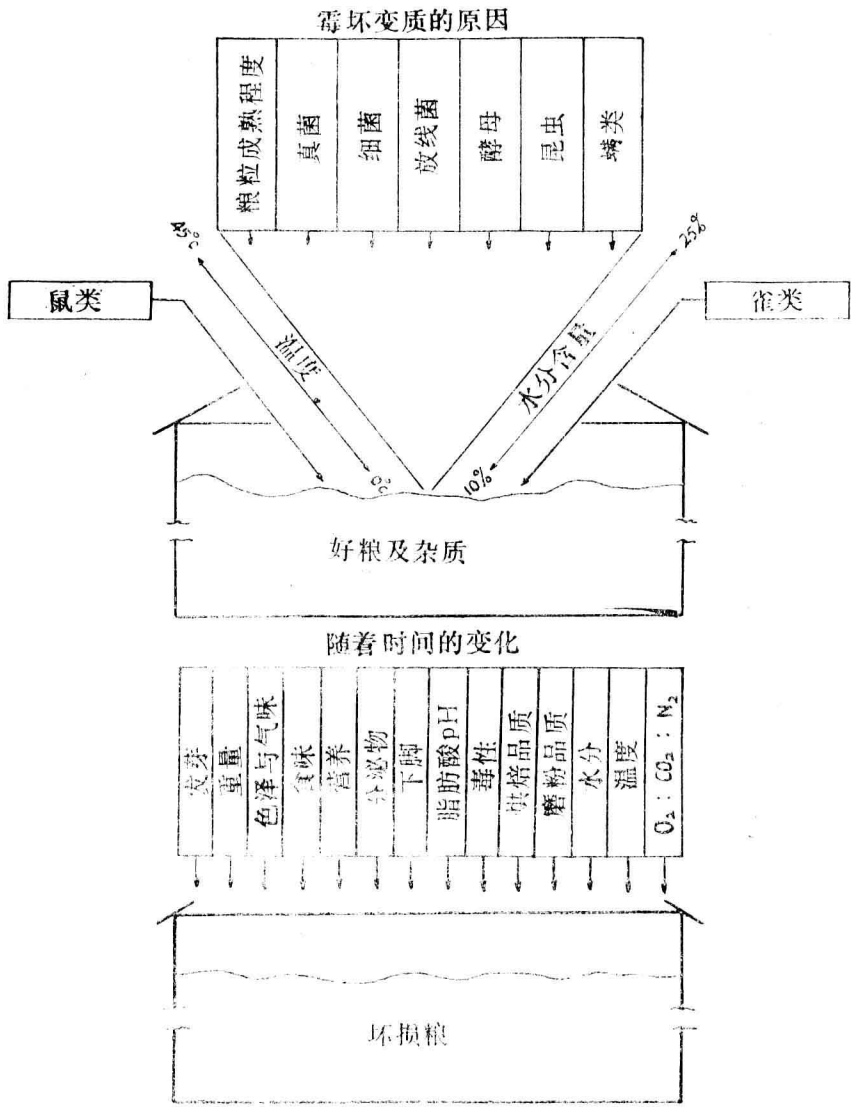


图 2—1 粮食霉坏变质中，粮粒生物体与其它非生物环境相互关系的图解