

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2019.01.002

粮食仓储物流技术领域发展中存在的问题与技术途径（一）

徐永安

(国家粮食和物资储备局科学研究院, 北京 100037)

摘要: 以粮食市场需求、粮食消费用途为导向, 通过对我国粮食仓储和物流技术领域发展中存在的问题与发展技术途径的分析梳理, 存在的问题主要反映在品质控制及对仓房设施的功能性要求上。探讨了绿色、生态、优质、高效的发展理念, 提出了在做好粮食仓储物流品质控制上发力, 把守好粮食仓储物流的目的和底线的发展技术途径, 以及细化粮食品质控制技术要求, 强化粮食收获源头保质技术, 研究开发绿色生态害虫防治技术、现代低温储粮技术、完备现代粮仓功能性仓型和功能性构造, 细化粮油仓储技术管理等发展重点, 不断提高粮食仓储物流企业的精细化运营管理水平。

关键词: 粮食消费; 粮食用途; 仓储物流; 品质控制; 粮仓功能; 粮仓构造

中图分类号: TS210.1; S379.2 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2019)01-0005-09

Problems and technology approaches on the development of grain storage and logistics

XU Yong-an

(Academy of National Food and Strategic Reserves Administration, Beijing 100037)

Abstract: The problems existing in the development of grain storage and logistics technology, and its technical approaches were analyzed, guiding by grain market demand and its consumption. The problems are mainly on the quality control and the functional requirements of warehouse facilities. The concept of green, ecology, high quality, and high efficiency was discussed. It was emphasized that the quality control on the grain storage and logistics should be reinforced, the development technical approaches to the purpose and the baseline of grain storage and logistics should be guarded, the requirement of quality control on the grain technology should be refined, and the quality control technology of grain harvest source should be strengthened. The research on green ecological pest control technology, low-temperature grain storage technology, and functional warehouse type and functional structure was discussed, as well as the management of grain and oil storage technology, to continuously improve the refined management of the grain storage and logistics enterprises.

Key words: grain consumption; grain application; storage and logistics; quality control; warehouse function; warehouse structure

2000年前后, 1 100亿斤仓容国家粮食储备粮库建设过程中, 粮仓建筑设计与粮食仓储工艺

的有机结合; “四合一”储粮技术的全面推广应用, 使我国粮食储藏技术上上了一个新的台阶。这个新的台阶, 一方面体现在储粮机械通风、环流熏蒸、谷物冷却、粮情检测等储粮基本工艺和装备的创新和提升; 另一方面, 重要的是有效地实践了粮

收稿日期: 2018-10-10

基金项目: 国家重点研发计划课题(2016YFD0401002)

作者简介: 徐永安, 1955年出生, 男, 研究员。

食仓房建筑满足粮食仓储工艺要求的原则,将粮食仓储工艺与粮食仓房气密、隔热保温等粮仓建筑的功能性技术要求集成为一体。从而,构建了我国粮食储藏技术的基础技术体系,为后续我国粮食仓储物流(仓储和物流,下同)技术的发展奠定了良好的基础,总体达到世界先进技术水平。未来,我国粮食仓储物流技术的发展,将在粮食市场需求导向的指引下,更加注重研究粮食的消费用途和粮食市场需求的细分,安全储粮“面向市场、保品质、守底线”的市场需求目标将更加清晰;同时,针对发展中存在的问题,我国粮食仓储物流技术发展的技术途径和重点任务亦将更加明确。我国粮食仓储物流的技术水平将不断得到提升,粮食仓储物流技术与管理将越来越精细化、更有针对性。

1 粮食仓储物流技术领域发展中存在的问题

粮食仓储物流技术领域发展存在问题主要表现在粮食市场需求,入仓质量,仓储技术与管理,以及粮食仓房的功能性等方面。

1.1 对粮食市场消费需求取向的研究和重视不够

粮食消费市场包括口粮用粮、饲料用粮、深加工用粮等。粮食消费市场、用途需求取向的细分,为粮食的仓储物流提出了不同质量品质的要求。在当前我国粮食生产出现结构性失衡,粮食流通、消费产销形式发生微妙变化的情况下,重视粮食消费的用途需求取向,对实践优质粮食工程,做好粮食仓储物流工作尤其重要。

1.1.1 粮食食用市场需求研究

我国每年粮食消费量占粮食总消费的约50%,以稻谷和小麦为主。要求不仅是要吃得饱,而且要吃得好,要绿色生态优质。目前存在的问题主要是:对如何“吃得好”研究的不够细致,对粮食食用消费方式及其对粮食品质要求研究的不够深入。粮食作为粮油食品的基础原料,不同的口粮食用方式对粮食品质的要求不一样,相应的仓储物流品质控制目标也应有差异。如对米饭为主要食用方式的粳稻、优质稻,品质控制的目标主要是“保质保鲜”,要能安全过夏,甚至经过

较长周期的储存,在品质和新鲜度上与新稻谷基本无差异等^[1];而早籼稻则不同。

对早籼稻食用品质及其储藏品质和控制技术研究的不深入。早籼稻主要用来制作米粉,而米粉是一种典型的利用淀粉老化特性制成的食品。市场上,用储藏一年以上的早籼稻谷,制作的米粉制品质量,优于用新鲜早籼稻谷制作的米粉制品,且出粉率高^[2]。早籼稻经过一定周期的储藏后,稻米的直链淀粉含量增加,支链淀粉在脱支酶的影响下,有脱支的倾向,支链淀粉含量减少;而直链淀粉质量分数与米粉感官评分呈极显著正相关性,是影响米粉品质的关键性因素。直链淀粉含量越高,米饭的回生现象越显著(米淀粉回生值越高),米饭的粘性差、较硬,这种大米不适合做米饭,适合做米粉^[3-7]。

因此,用于米粉加工的早籼稻在储藏过程中,要求的是“调质”,而非“保质”,是加工品质的改善。相关研究还表明,稻谷脂肪酸值和米粉条质构特性(包括最大破断应力、剪切应力、最大破坏应变、破断功)之间没有显著相关性,不能以稻谷脂肪酸值在储存期间的变化来预测米粉条的拉伸特性和抗剪切特性^[2]。即现行的储粮品质判定规则,以脂肪酸值、米饭品尝评分进行储粮品质的判定,不适用于米粉用早籼稻的储藏品质判定。

在米粉相关标准制定方面,目前尚无相关国家标准和粮食行业标准。已有标准主要是地方或有关行业制定的,包括广西、广东、湖南、湖北、福建、贵州、河南等省自治区制定的地方标准,以及中国轻工业联合会、中国商业联合会、原农业部等制定的行业标准。这些标准多偏重食品安全方面,对大米原料要求多为符合GB 1354大米的规定^[8-15]。在GB 1354大米标准中,对优质籼米虽有直链淀粉含量要求,但以米饭品尝评分等为定等指标,不适用米粉制品,缺乏针对性。在地方标准中,仅湖南省质量技术监督局制定有《米粉专用稻谷》DB43T 264-2005标准^[16],规定了支链淀粉含量、胶稠度、糊化温度等指标要求。

1.1.2 饲料用粮消费需求研究

我国每年饲料用粮量(玉米)约占粮食总消

费的 1/3,以玉米为主。2017年,我国工业饲料产量超过 2 亿 t,连续 7 年位居世界第一。我国饲料工业的集约化、规模化水平和饲料转化率不断提高,据原农业部印发的《全国饲料工业“十三五”发展规划》,到 2020 年,我国工业饲料总产量预计将达到 2.2 亿 t,其中配合饲料 2 亿 t,浓缩饲料 1 200 万 t,添加剂预混合饲料 800 万 t;年产 100 万 t 以上的饲料企业集团达到 40 个,其饲料产量占全国总产量的比例达到 60%以上;猪生长育肥阶段饲料转化率平均达到 2.7 :1,商品白羽肉鸡饲料转化率达到 1.6 :1,蛋鸡产蛋阶段饲料转化率达 2.0 :1,淡水鱼饵料系数达到 1.5 :1,海水及肉食性鱼饵料系数达到 1.2 :1^[17]。饲料生产的集约化、规模化,提高了饲料企业在原料采购中的议价能力;高的饲料转化率,高的饲料报酬,对饲料原料质量的要求也越来越严格。特别是对在配合饲料中提供能量为主的,大宗饲用玉米原料的质量品质要求越来越严格,主要是饲用玉米脂肪酸值和霉菌菌落数两项指标。

《饲料用玉米》GB/T 17890—2008 规定,一级饲用玉米的脂肪酸值 60 mg/100 g;2016 年,中国粮食商业协会团体标准《猪饲用玉米》CGBA-1—2016 规定,乳猪用和种猪用玉米的脂肪酸值 40 mg/100g,中大猪用 ≤ 60 mg/100g(脂肪酸值高适口性差,影响猪的采食量和生长性能)。按照中国粮食商业协会团体标准,饲用玉米至少要达到一级饲用玉米的质量要求^[1]。而《玉米储存品质判定规则》GB/T 20570—2015 规定,玉米储存品质脂肪酸值“易存”的指标是 65 mg/100g,轻度不宜存为 78 mg/100g,即储存品质控制指标低于相关饲用玉米标准的要求,或低于市场的要求^[18]。玉米是“饲料之王”,玉米储存品质脂肪酸值指标的一再提高,有过度迁就玉米产后收获清理干燥及仓储物流作业管理粗放(脂肪酸值高)之嫌,忽视了消费需求的市场目标导向。

关于霉菌总数,《饲料卫生标准》GB 13078—2001 规定玉米和小麦麸、米糠的霉菌总数 $<40 \times 10^3$ CFU/g,并规定玉米霉菌总数 40~100 $\times 10^3$ 为限量饲用,大于 100 $\times 10^3$ 的禁用;在最新

修订的《饲料卫生标准》GB13078—2017 中,霉菌总数要求扩展到“谷物及其加工产品”,限量值为 4×10^4 CFU/g,取消了限量和禁用值的规定,提高了要求^[19]。而在玉米质量标准《玉米》GB 1353—2009 和《食品安全国家标准 粮食》GB 2715—2016 中仅规定了生霉粒(霉变粒) 2%;饲料用玉米不仅在《饲料用玉米》GB/T 17890—2008 规定了生霉粒 2%,还在强制性《饲料卫生标准》中规定了霉菌总数指标要求。饲料市场的需求导向是明确的,但在粮食仓储物流过程中,还没有监测、检测霉菌总数的指标要求^[1]。

此外,《玉米》国家标准以容重定等,将玉米分为五等,其“中等(三等)”与《饲料用玉米》GB/T 17890—2008 中的三等(最低等级)的质量要求与基本一致。饲料用玉米不仅脂肪酸值、霉菌总数生霉粒有要求,对容重、不完善粒等的质量要求也是比较高的。

1.1.3 淀粉及衍生物等深加工用粮研究

我国每年粮食深加工用粮量约大于粮食总消费的 10%,主要为玉米。上世纪九十年代以来,我国的粮食深加工快速发展,企业规模一般比较大。据统计,2017 年全国有生产玉米深加工企业总计 142 家,玉米加工能力 7 718 万 t/年^[20],企业年平均加工玉米产能大于 50 万 t。粮食深加工产品有淀粉、变性淀粉、淀粉糖、氨基酸(赖氨酸、色氨酸)、有机酸(柠檬酸、乳酸)、酶制剂、酵母及燃料乙醇等。

我国的玉米深加工产业,是低成本竞争为主的产业,主原料玉米占产品生产成本的比重大。生产中企业对玉米质量的要求严格,主要是控制玉米干燥质量和霉变粒。

粮食深加工用粮,有适用于淀粉、发酵工业用的玉米原料质量标准,《淀粉发酵工业用玉米》GB/T 8613—1999,以玉米淀粉含量定等;不完善粒要求 5%,对应 GB 1353—2009《玉米》国家标准,相当二等及以上的玉米;对生霉粒要求 1%,高于 GB 1353—2009《玉米》国家标准 2%的质量要求。

在玉米干燥质量要求方面,高温干燥导致蛋白变性,淀粉糊化,影响深加工产品收得率。为

确保玉米原料干燥质量,玉米深加工企业多自备烘干能力,采用大风量多段烘干并严控籽粒受热温度(52)。

在玉米淀粉产品带菌量方面,《食用玉米淀粉》GB/T 8885—2008 规定食用玉米淀粉霉菌 100 cfu/g。而《工业玉米淀粉》GB12309-90 对霉菌菌落数指标未提要求。但已有企业通过市场的细分,研究开发低含菌量淀粉(发酵专用)产品,严格控制淀粉产品的菌落数,通过产品的差异化提升自身的竞争力。由此,企业对玉米原料带菌量的要求也进一步严格,要求玉米霉变粒小于 1%,还应包括控制籽粒破碎率、控制仓储物流过程中的虫霉为害等引起的原料带菌量的增加。

饲料用粮和粮食深加工产品均有霉菌菌落数卫生要求。在小麦和面粉微生物方面,多年来不断有人开展相关研究。如赵亚娟等(2012)分别对 3 种小麦加工各工艺阶段进行了菌落总数、霉菌和酵母菌总数的测定。小麦的菌落总数为 10^3 数量级,微生物主要集中在籽粒的外层。磨粉后所得到的面粉及副产物中的微生物含量为大麸、小麸、皮粉、心粉依次降低。混粉(面粉)中含有大量的微生物,每克混粉中霉菌和酵母菌总数达 10^3 数量级。带菌量高的小麦,加工成的小麦粉中的带菌量也相对较高^[21]。目前国外只有少数国家制定了小麦粉微生物限量标准,我国尚未制定小麦粉微生物标准^[22]。

1.1.4 水分减量与保水

粮食储藏过程中,一概而论或笼统的讲“保水”,缺乏安全储粮理论及相关政策的支撑。粮食储藏过程中的水分减量与保数量(保销售收益)相关,与粮食销售增扣量政策相关,与安全储粮相关;而保水应与品质相关。

1.1.4.1 水分减量与储粮安全 粮食的含水量是影响粮食微生物种类及数量的一个主要因素。在储藏过程中,粮食水分的降低有利于控制微生物的生长,减少粮食带菌量。从这个角度看,储藏过程中的“保水”,更多的是粮库在商业上和储粮损耗绩效考核上的考虑^[23-24],不利于粮堆微生物(带菌量)的控制。

粮食储藏过程中的水分减量,利于安全储藏。

而储粮过程中的保水或增水,特别是增水,与粮食加工增水调质相似,水分主要集中在籽粒表层,粮食微生物将在短时间内大量、成倍增加^[21]。

小麦加工润麦调质,水分主要集中在皮层,皮层水分与胚乳水分之比为 1.5~2.0 1,目的主要是软化皮层,提高出粉率。调质入磨水分一般在 14%~16.5%之间,硬质麦较软麦高 0.5%~1.0% 软质麦润麦时间 18~36 h(夏季短,冬季长),硬质麦润麦时间 24~48 h^[25]。由此可见,长期储存的小麦,在出库时调质,将小麦水分调至 12%~12.5%,与小麦加工调质显然不同,其实质是“增水”。

稻谷加工,对低水分粳稻,为提高整精米率,采用的是润糙调质工艺,加湿量控制在 0.2%~0.3%、润糙时间控制在 30 min 左右较好^[26]。即稻谷加工与稻谷出库调质也明显不同。且经过调质增水后的稻谷,粮温会有一定幅度的上升,加之可能存在的调质不均匀、局部水分相对较高,存在储粮安全风险,应及时加工或出库^[27]。

因此,粮堆水分的控制,更多的应从安全储粮和粮食品质控制的角度掌控。且不同的粮种、不同的安全储粮工艺有不同的水分控制要求。如常规储藏,粮食的水分要严格控制在安全水分以下。低温储藏,粮食的安全储藏水分可以略高一些。

1.1.4.2 保水与品质 保水与保质相关联才有意义。在三大粮种品种中,粳稻含水率 20%以下时,含水率与食味品质成正比^[54],宜采用低温储粮技术,控制减少储藏水分损失,保持储藏品质。

1.1.4.3 水分减量相关政策 按《粮油仓储管理办法》(2009)规定,正常的水分杂质减量应当核实销^[28]。另外,《粮食竞价销售交易规则》(2016)规定,粮食出库质量认定执行国家粮油质量标准规定,对水分与规定有差异的,按照《关于执行粮油质量国家标准有关问题的规定》(国粮发〔2010〕178号)的规定执行。为便于验收核算,以国标规定的标准水分计算结算标准数量(即按竞价销售成交价结算货款的数量),实际出库粮食水分高于或低于国标规定标准的,要在实际出库粮食数量基础上实行增减量的办法确定结算标准数量。实际水分含量低于标准规定的,以标准中规

定的指标为基础,每低0.5个百分点增量0.75%,但低于标准规定指标2.5个百分点及以上时,不再增量。实际水分含量高于标准规定的,以标准中规定的指标为基础,每高0.5个百分点扣量1.35%;低或高不足0.5个百分点的,不计增扣量^[29-30]。

有关水分减量方面的政策是明确的,不存在减水减量问题。当然,过多的水份丢失(2.5%)也是要防范的,主要是西北地区,宜采用气密及控温低温技术措施防范。

尽管《储粮机械通风技术规程》LST 1202—2002中有调质通风,特别是高大粮堆,应慎用,或出库过程中征得用户同意后再采用。

要有正确的产业技术政策导向,储粮水分控制重在保储粮安全、保储粮的质量品质、保储粮的使用价值,简单的保水、增水是不可取的。

1.1.5 燃料乙醇

质量品质差的粮食可以作为工业用粮生产燃料乙醇。2017年9月,国家发展改革委、国家能源局等十五部门联合印发《关于扩大生物燃料乙醇生产和推广使用车用乙醇汽油的实施方案》,到2020年,在全国范围内推广使用车用乙醇汽油,基本实现全覆盖。

发展燃料乙醇,明确将“保障国家粮食安全”作为《方案》实施的基础和前提,避免出现“与人争粮”、“与粮争地”问题,同时《方案》提出了“着力处理超期超标粮食,增强粮食市场调控能力和提升质量安全水平,适度发展粮食燃料乙醇,科学合理把握粮食燃料乙醇总量”等原则和要求^[31]。

此外,对品质差的粮食,用粮企业也会研究采取一些对策,如饲料企业的物理法稀释,深加工企业将好坏粮参混使用等,尽管有一些效果,但这种做法是消极的、被动的,市场还是需要品质好的粮食原料。

1.2 入仓粮食质量差

粮食入仓质量是粮食仓储物流质量品质控制的源头。入仓粮食质量差,主要表现为粮食产后收获作业技术管理粗放。存在的问题主要是玉米收获作业破碎率高、不完善粒含量高,脂肪酸值高。

1.2.1 玉米收获破碎率高、不完善粒含量高

玉米收获破碎率高、不完善粒含量高原因是多方面的,其中机械脱粒作业和机械烘干作业不容忽视。

《玉米脱粒机》JB/T 10749—2007标准规定,东北地区冬季冻玉米,籽粒水分25%~30%条件下,有分离、清选的脱粒破碎率为3.5%,杂质含量1%(无分离、清选的破碎率3%,杂质含量未提要求);对照《玉米》GB 1353—2009标准规定,生霉粒含量2%;这两个标准规定的破碎率、生霉粒含量限值之和为5.5%;再加上机械烘干(《连续式粮食干燥机》GB/T 16714—2007)破碎率增加值0.5%,烘干热损伤粒含量0.2%,四项限值之和为6.2%,还未包括病斑粒、生芽粒、虫蚀粒,经脱离、烘干后的玉米不完善粒含量已超过《玉米》标准规定的二等玉米6%的要求^[32-33]。机械烘干产生的高裂纹率增加值(降水幅度>10%时,纹率增加值30%),将导致玉米在运输装卸、出入仓过程中破碎粒增加。

经过仓储物流等出入库搬倒作业,至销区消费终端时,东北玉米的不完善粒含量往往达到或超过8%。如大连北良港尹国彬等(2009)对2008年度集港产自东北的76571份、代表玉米实际数量约460万t玉米样品的检验结果进行了汇总分析,其中不完善粒含量总平均值为10.24%,破损粒含量最大为6.33%;与2007年相比,这两项指标还分别下降了19.4%和10.1%^[34],即北良港2007年集港玉米这两项指标还要高一些。这些玉米运往销区,“二次”装卸后,破损粒含量还会增加。

由此看来“标准”对玉米质量的要求可能低了,或许是受脱粒、干燥等相关技术的局限,或许是迁就了相关作业的“粗放”,忽视了下游的仓储物流及市场消费对质量的需求,或许上述两种因素都有。但有一点是肯定的,即不完善粒(破碎粒)含量高的玉米不仅质量差,耐储性也差,直接影响储粮安全。

1.2.2 玉米脂肪酸值高

玉米脂肪酸值高的原因主要是收获的高水分玉米不能及时进行清理和干燥,露天堆放,有的

还覆盖着雪；玉米干燥前，备料存放数量大，认为来粮温度低，也不检测监测品质，在干燥前的堆放周期长，不能及时干燥降水等。这样，粮食的高水分、高破碎、高杂质，为田间微生物（镰刀菌）的继续生长为害创造了条件，特别是脂肪含量高（占全籽粒的 77%~89%）、营养丰富的胚部，加上高水分粮自身呼吸旺盛，产生的热量不易散发、为害加剧，导致粮堆产生局部发热，原粮初始（入库前）真菌毒素增加，脂肪酸值快速升高^[35-36]。

粮食干燥方面，对粮食干燥品质变化机理与控制技术研究薄弱，现有干燥工艺有过度的追求一次降水幅度和产量现象，干燥强度大，干燥后的玉米质量差，不仅干燥裂纹率增加值高^[33,38]，脂肪酸值增加也高^[36]，耐储性差等。

综合有关研究报道^[35-37]，东北地区田间收获新玉米的脂肪酸值普遍高，一般在 30~35 mgKOH/100g 左右。而华北等地新收获自然晾晒玉米的脂肪酸值一般在 15 mg/100g 左右，很少有超过 20 mg/100g 的。

东北机械烘干玉米入库储存后，脂肪酸值年平均上升幅度比自然晾晒的高 3~6 mgKOH/100g^[35]。

玉米脂肪酸值高，耐储性差，储粮周期短。烘干玉米在北粮南运入仓前的脂肪酸值变化幅度 9~21 mgKOH/100g，相当于销区储存 1~2 年的变化。南粮北运的玉米在销区储存一年，脂肪酸值即达到 50 mgKOH/100g 或以上。

1.3 粮食储藏技术与不能适应储粮品质控制发展的需要

1.3.1 对储粮过程中的品质检测（监测）和控制重视不够

现有的《稻谷储存品质判定规则》GB/T 20569 和《玉米储存品质判定规则》GB/T 20570 是适用于评价稻谷、玉米储存品质，指导稻谷、玉米的储存和适时轮换的国家标准。规则中规定的“脂肪酸值与品尝评分有良好的相关性，作为一项较为灵敏、直观的检验指标，可客观表示粮食品质变化。各级储备粮可参考脂肪酸值的变化，监控在储粮的品质状况”。

实践中存在这样的现象，脂肪酸值一般仅在

春秋两季检查时取样检测，日常不检测（监测）。这看似符合《粮油储藏技术规范》“每年春、秋季各检测 1 次”的规定，但检测的是“混合样”代表整个粮堆，不能反映粮堆不同部位品质变化的差异性。尤其是高大储粮粮堆，其不同部位的品质变化差异大；由于“冷心热皮”的存在，一般粮堆边缘、表层受外界温湿度影响大，是湿热转移的敏感部位，品质劣变快，玉米生霉、稻谷黄粒米、粮食色泽变化等问题明显^[1,39]。即使粮堆边缘、表层的品质已达重度不宜存，“混合样”代表的粮堆品质可能仍在宜存范围内。粮堆边缘、表层品质差粮食的数量，与储存周期正相关，如储存 1 年为 30 m 左右，储存 2 年 0.5 m 左右，储存 3 年可能达 1 m 或以上。

产生上述现象的原因主要有，脂肪酸值测定为化学法，检测误差大，不宜掌握。认为脂肪酸值指标变化有一定规律性，日常可不测；大冷心是稳定因素，占整个粮堆的比重大，习惯以整个粮堆的品质情况来评估储粮绩效；认为控制了粮堆工艺过程（温、湿、水、虫、霉等）就控制了粮堆品质变化，局部的品质变差是难免的等。这些认识客观上存在，但主观上的认识有习惯性、有局限性，不是十分正确的。如储粮过程中的脂肪酸值检测，属储粮工艺监测范畴，重在判断趋势，相对准确即可，与粮食买卖交易检测有区别；脂肪酸值变化是有一定的规律，但因粮质、储粮环境条件、储粮工艺的差异，变化的差异还是比较大的；储粮温湿水虫霉工艺控制是以储粮品质控制为目的的，但不是储粮品质控制的全部，只有明确了储粮品质控制目标的储粮工艺过程控制才是有效的；不同的储粮品质控制要求，所采取储粮工艺手段是有差异的（如调质与保鲜）；至于“为保护冷心，牺牲热皮”，无论技术发展上，还是经营管理上都应是不允许的。

分析储粮品质控制管理现状和影响因素，表面看有缺乏快速简便的品质检测手段的影响，其核心是存在“重工艺过程控制，轻品质变化监控”的问题。这与储粮保质保鲜、确保储粮安全，实施更为精细化的储粮仓储工艺管理的要求不适应、有差距。

关于储粮工艺控制与储粮品质控制的关系,可以表述为:储粮工艺控制是储粮品质控制的手段,储粮品质变化是储粮工艺控制的依据。即储粮品质控制是目的,储粮工艺控制是过程,储粮工艺控制应服务于储粮品质控制^[1]。

正是由于日常对品质检测(监测)重视不够,满足于大冷心的“稳定品质”,掩盖了粮堆局部敏感部位的品质变化,且讲保水保量多,谈品质变化少;以往对储粮温、湿、水、虫、霉等工艺过程控制研究较多,对粮食仓储物流过程中品质变化机理应用基础研究薄弱,相应地对储粮品质变化目标控制技术的研究也比较少,也就很难谈及日常对储粮品质的控制。储粮品质变化监测预警技术的研究也有待深入开展。

1.3.2 害虫抗性虽有缓解但仍非常严重

近二十年来,磷化氢环流熏蒸技术在我国全面推广应用。关于储粮害虫对磷化氢的抗性,梁权(1994)在“迎接害虫磷化氢抗性的挑战”文中报道,事实证明,我国储粮害虫对磷化氢抗性的发展之快,在国际上是罕见的^[40]。随着环流熏蒸技术的推广应用,梁权(2001)在“引人注目的储粮害虫防治研究进展述评”中指出“看来,在我国积极稳步地推广磷化氢环流熏蒸技术非常必要。害虫对磷化氢抗性的发展势头,应当在环流熏蒸逐步推广中得到缓解^[41]”。但是,由于以往长期单一和不科学的使用,储粮害虫对磷化氢产生的抗药性虽有所缓解,但发展的势头仍比较严重。其中,高抗性储粮害虫有锈赤扁谷盗、谷蠹和米象等。随着害虫抗药性不断发展,严重威胁到磷化氢继续用于粮食熏蒸的效力,从而威胁到粮食安全储藏^[42-43]。

几十年来,鉴于磷化氢替代的难度,人们一方面加强了磷化氢杀虫机理的研究,另一方面加强了磷化氢杀虫应用技术的研究。在磷化氢杀虫机理方面,“采取有效的密闭措施,保持一定的磷化氢气体浓度和足够的熏蒸处理时间”是磷化氢熏蒸杀虫的关键;“其中时间是比浓度还要重要的因素”^[44];在磷化氢杀虫应用技术研究方面,气密是关键,磷化氢施药技术、气体环流均布技术和快速检测技术的集成应用是杀虫彻底的高效手

段^[45-46]。近二十年,依据“八五”国家科技攻关成果,磷化氢环流熏蒸技术在我国的应用实践,充分证明了磷化氢杀虫机理的正确性和环流熏蒸技术(气密熏蒸、环流均布、快速检测、实时控制)的可行性。

近年来,随着基因组学和分子生物学技术的发展,有关磷化氢杀虫机理的研究,已深入到储粮害虫磷化氢抗性分子遗传学方面,并在抗性基因的鉴定、表达、进化、突变等研究方面取得了一定成果,以期对储粮害虫磷化氢抗性分子机制和开创新的磷化氢抗性治理策略提供可靠的理论依据^[42]。

磷化氢杀虫应用技术方面,遵从磷化氢杀虫机理,保持足够的密闭熏蒸时间,现有的高抗性害虫还是可以有效防治的;同时,瞄着未来发展,人们也在探讨磷化氢与其他杀虫方法、杀虫剂组合应用的技术途径。

目前,预期可行的技术途径主要有三个方面,一是磷化氢和惰性粉组合使用。如对新入仓的粮食用磷化氢环流熏蒸杀虫后,在粮堆里喷施或拌合惰性粉。二是磷化氢与气调组合应用。利用低氧对磷化氢的增效作用,低氧浓度降到12%以下,进一步降低磷化氢的杀虫剂量,即双低储藏。三是磷化氢与硫酰氟组合应用。硫酰氟是继淘汰溴甲烷后,世界范围内正在广泛研究采用(关注)的一种储粮熏蒸杀虫剂。

1.3.3 对低温储粮技术与应用缺乏系统研究

低温储粮技术是国内外公认的绿色生态储粮技术,既能保质保鲜,又能防虫抑霉。

在我国低温储粮技术的研究与应用,至少起步于上世纪70年代,特别是在稻谷和大米储藏保鲜方面,取得了不少有应用价值的研究成果。存在的问题主要是对低温储粮工艺缺乏深入研究。包括低温储粮(散装)粮堆温湿度变化、湿热转移、结露等的发生发展规律(机理)、监测预警及其对储粮品质(风味物质的变化与保持)的影响,低温储粮温湿度变化阈值(粮堆单位温差、温差极值等)与控制工艺要求(降温、控温、均温等),外界温湿度环境条件对低温储粮安全的影响(气密、隔热保温要求),以及对低温储粮实现的方式

(自然低温、辅助机械制冷低温、机械制冷低温)及相关技术要求等方面缺乏深入系统研究;此外,因仓房设施条件的差异,气候环境条件的不同,隔热保温技术措施及构造做法多因地制宜,如有的吊顶,有的用稻壳压盖,有的双层覆膜,有的墙面外挂防晒网等,形式多种多样,尚未形成统一的标准规范等^[47]。

对高大粮堆局部粮情变化与控制技术研究不够。如对粮堆微气流、粮堆湿热转移及其对品质的影响与控制技术缺乏深入系统的研究;生产中存在局部通风手段少,仅有单管通风或人工在粮面挖沟起垄散湿、散热等方式,作业费时费力、效率低。对储粮微生物的研究长期局限在区系调查、演替规律、高水分粮应急防霉措施研究方面,缺乏对粮堆微生物消长、控制粮堆带菌量及其与储粮安全和市场要求等相关方面的研究。对粮食运输(集装箱)在途“动态”防虫抑霉和品质控制技术研究的较少等。

1.4 粮仓的功能性有待提高。

2000 年以来,我国粮食仓房的功能性有了很大的改善,主要体现在气密和隔热保温技术要求方面。如制订了《粮油储藏 平房仓气密性要求》GB/T 25229—2010 和《粮油储藏 平房仓隔热技术规范》GB/T 26879—2011,《粮油储藏技术规范》GB/T 29890—2013 标准,明确了用于低温储藏的粮仓墙体及仓盖的隔热性能要求,研究设计了预应力混凝土折线形屋架平房仓、拱板屋盖平房仓、双坡板架屋盖平房仓、双 T 板屋盖平房仓等适用仓型并推广应用。但还存在一些问题。

1.4.1 控温储粮仓房气密性

关于气密性,目前已有熏蒸仓、气调仓气密技术要求,对普通仓(常温仓、常规仓),尤其是控温仓(包括低温仓与准低温仓)的气密性技术要求,尚缺乏深入细致的研究。

熏蒸气密是根据磷化氢熏蒸杀虫机理,从维持气体浓度角度,要求 p_{H_3} 熏蒸气体浓度衰减一半的时间不小于一周(7天),并经实仓密闭熏蒸试验研究提出的^[44],即《高大平房仓储粮技术规程》(1999)要求的平房仓“仓房的门、窗及通风口密封后进行气密性检查,500 Pa 压力下的半衰

期不小于 40s”^[48]。

熏蒸气密要求不分地域,统一要求。而控温的气密要求则不同,控温储粮对仓房的气密性要求应考虑地域的差异。控温储粮的目的是减少外界湿热对粮仓(粮堆)影响。我国储粮生态区域复杂,不同的地域气候条件差异较大。由于湿热对流的存在(包括风力的影响),不同的储粮生态区环境温湿度对仓房(粮堆)温湿度的影响差异较大。外界环境温度高对粮仓(粮堆)的影响大,反之要小一些^[49]。

或者说在不同地域,就所采用的控温储粮工艺而言,对仓房(粮堆)温度湿度控制的工艺技术要求应该是一样的(如低温 15℃,准低温 20℃);但在不同地域,采用的控温储粮工艺对仓房的气密、隔热保温等功能性要求应该是不一样的。且不同的控温储粮工艺(常规、低温、准低温)又有不同的要求。

现有对控温储粮仓房的气密性技术要求,主要是参照熏蒸的气密性技术要求提出的。如《粮油储藏技术规范》GB/T 29890—2013 要求,“新建粮仓应满足气密性要求,即仓压由 500 Pa 降至 250 Pa 的压力半衰期:平房仓 40 s,筒仓、浅圆仓 60 s”,系通用性技术要求^[47];《粮食平房仓设计规范》GB 50320—2014 对控温仓气密性做了规定,要求“控温仓的最低气密指标应达到熏蒸仓的要求^[50]”,未考虑地域的差异。

气密是减少外界湿热对粮仓(粮堆)影响的主要技术措施。有效的隔离(降低)和控制外界环境温湿度对储粮仓房(粮堆)温湿度的影响是控温储粮工艺对仓房设施的基本要求。从这个意义上讲,对控温储粮的气密性要求,还有待根据不同地域湿热气候特点进行深入的研究,区分地域、仓储工艺的差异和不同,对现有控温储粮仓房的气密技术要求还应该细化。

1.4.2 控温储粮仓房气密及隔热保温细部设计

《粮食平房仓设计规范》GB 50320—2014 要求,“控温仓应具有较好隔热密闭性能。仓房墙体、屋盖等部位的传热系数应按现行国家标准《粮油储藏技术规范》GB/T 29890 的有关要求执行”。有关建筑设计及构造,要求“平房仓围护结构应

根据储粮生态分区及工艺专业提供的储粮技术要求进行热工设计,热桥处应有保温隔热处理”;并指出“门、窗、风机、穿墙管线等洞孔与墙体的连接缝,屋面板与板之间、屋面与墙体之间的连接缝等均应采取密闭措施”。

这些要求体现了仓房建筑与仓储工艺的结合,但还不够细致,“隔热保温处理”和“密闭措施”宜具体化,结合《粮油储藏 平房仓气密性要求》GB/T 25229—2010和《粮油储藏 平房仓隔热技术规范》GB/T 26879—2011相关技术要求^[51-52],以及相关设计、建造研究成果,力求明确、规范相关细部构造和做法,并提高仓房设计级别和仓房建造施工资质要求,做到仓房建筑建成即达到气密和隔热保温要求,而不是仓房建成后再做气密处理或气密改造^[49,53]。

此外,对仓房的隔热保温的技术要求,不仅是控温储粮,对常规储粮仓房的隔热保温性能也应有明确的技术要求。

1.4.3 功能性暂存仓、收纳仓

简易仓囤的建设已不能适应发展的需要。以往粮食(玉米)紧张,简易仓囤存放的玉米,利用东北的低温气候条件,过冬不过夏,来年4、5月份即调往销区,质量品质变化不大;如今粮食产销形势发生了微妙的变化,存粮既要过冬又要过夏,经过一个夏天,简易仓囤存的粮食的品质将快速下降,价值降低,甚至进出价格倒挂。无论从储备的角度,还是市场买卖交易的角度,都是不合算的。但是,简易仓囤的建设,也反映出在粮食收获后至粮食收购集并过程中的短板,对功能性暂存仓、收纳仓缺乏研究。

1.4.4 分仓储粮

粮仓有越建越大的趋势。在粮食销售转加工消费过程中,储粮销售出仓的进度,不是由粮库单方面决定的,存在受加工企业接纳能力的制约,出仓周期长和出仓品质控制难的问题。因粮食加工企业备料能力有限,一天只能接受几百t,且不一定连续,一个几千t的仓(粮堆),销售出仓周期往往需要半个月,有的甚至达一个月。特别是控温低温储粮的粮堆,从出仓开始,粮堆的生态环境条件(温湿等)就被破坏了,原有的控温、通风等仓储工艺难以实施,如又适逢夏季,结露、发热等危险粮情随时可能发生(非低温储藏出仓时也有这种情况),需要使用塑料薄膜或糠包等将未出仓的粮堆进行隔离、封闭,费工费力,难以有效进行出仓仓储工艺控制,直接危及出仓储粮质量品质。也就是说储粮销售出仓的进度要满足客户的需要,同时又要保证出仓过程中粮食的质量品质不发生变化。这是储粮销售出仓过程中品质质量控制的重点,也是难点,尤其是高大粮堆(仓)。其中与客户的接纳能力匹配,采用适宜的单仓仓容非常重要。

1.4.5 粮仓建设气密和隔热保温标准规范的宣贯力度不够

特别是贯彻的力度不够。如同样是建仓,新建仓房的功能性南北方差异较大,特别是气密性。南方储粮仓房的气密性,一般都能达到标准要求,而北方则达不到。在一些地区,因外界湿热的影响,一些粮库趟粮面作业从开春到入秋成常态。

(待续)