

缺氧贮粮

赵自敏 编著

河南科学技术出版社

缺氧贮粮

赵自敏 编著

河南科学技术出版社

内 容 提 要

本书介绍缺氧贮粮的基本知识、应用范围、操作技术、管理方法，着重于操作技术和管理方法。可供粮食贮藏和农副产品贮藏工作者，农村基层干部、广大农民，以及粮食院校有关师生和领导参考。

缺 氧 贮 粮

赵自敏编著

责任编辑 白鹤扬

河南科学技术出版社出版

新乡地区印刷厂印刷

河南省新华书店发行

187×1092毫米 32开本 4印张 82千字

1986年5月第1版 1986年5月第1次印刷

印数：1—6,500册

统一书号16245.173

定价0.65元

前 言

缺氧贮粮具有降低粮食代谢活动、延缓贮粮陈化、防虫、杀虫、防潮、抑菌、防霉、减少损耗、降低费用、避免污染、确保贮粮安全等优点，与常规贮粮方法相比，符合安全、经济、有效的防治原则，是一项很有推广价值的新技术。不仅是国家、集体安全贮粮的好办法，也是农户家庭行之有效科学贮粮的好方法。

随着党在农村的各项政策的贯彻落实和科学技术的发展，我国农业粮食连年丰收，国家和农户家庭的贮粮任务日益增多。为了适应这一新形势，满足粮食科技工作者、粮食保管人员和广大农民的需要，根据我省的贮粮研究成果和多年来从事贮粮工作经验，参考国内外有关贮粮资料编写了《缺氧贮粮》一书。

本书共分为七部分：第一，基本原理；第二，作用与效果；第三，影响缺氧保粮的有关因素；第四，密封技术；第五，脱氧技术；第六，管理方法；第七，几种主要粮食、油料缺氧贮藏的特点。在本书的第四部分密封技术中，对农户缺氧贮粮有关技术重点的作了阐述。

本书在编写过程中，郑州粮食学院副教授路茜玉同志曾进行审阅，提出了宝贵意见；河南省粮食局副局长、工程师袁世民同志，河南省粮食局储运公司王成然、朱尚勋等同

志，周口地区粮食局及储运、科技部门，鹿邑县粮食局及太康、淮阳等县粮食局的有关同志都给予关心和支 持，在此，一并表示感谢！

由于本人水平有限，不妥之处，欢迎读者批评指正。

编 者

一九八四年八月

目 录

一、基本原理.....	(1)
(一) 概况.....	(1)
(二) 缺氧贮粮的基本原理.....	(5)
二、缺氧贮粮的作用与效果.....	(6)
(一) 防治贮粮害虫.....	(7)
(二) 防霉制菌.....	(9)
(三) 控制粮食呼吸.....	(15)
(四) 保持粮食品质.....	(17)
(五) 经济效益.....	(17)
三、影响缺氧贮粮的有关因素.....	(23)
(一) 生理后熟.....	(23)
(二) 粮食水分与温度.....	(27)
(三) 害虫密度与氧浓度的关系.....	(31)
(四) 粮食质量与粮种.....	(32)
四、密封技术.....	(36)
(一) 密封前的准备.....	(36)
(二) 密封材料的选择.....	(37)
(三) 查漏补洞.....	(41)
(四) 裁料、焊接、制幕.....	(43)
(五) 圆垛密封.....	(45)
(六) 仓房密封.....	(46)
(七) 房柱密封及测气口安装.....	(51)

(八) 露天棚密封.....	(55)
(九) 农户缺氧贮粮条件及密封技术.....	(56)
五、脱氧技术.....	(66)
(一) 生物脱氧.....	(67)
(二) 机械脱氧.....	(77)
(三) 化学脱氧.....	(85)
六、技术管理.....	(97)
(一) 定期测氧.....	(97)
(二) 按时检查粮情.....	(102)
(三) 防止粮食结露.....	(102)
(四) 合理应用缺氧贮粮技术.....	(103)
(五) 安全防护.....	(104)
(六) 几点具体要求.....	(104)
七、几种主要粮食油料缺氧贮藏特点.....	(106)
(一) 小麦.....	(106)
(二) 稻谷.....	(108)
(三) 大米.....	(108)
(四) 玉米.....	(109)
(五) 高粱.....	(110)
(六) 大豆.....	(112)
(七) 油菜籽.....	(113)
(八) 花生.....	(115)
附录.....	(118)
参考文献.....	(121)

一、基 本 原 理

(一) 概 况

1. 开展缺氧贮粮的重要意义：粮食是“宝中之宝”，是广大农民劳动的血汗成果，是建设社会主义现代化的重要战略物资，是人类生存的主要能源。在我国人民的食品结构成分中80%的能量来自粮食，60%的蛋白质也来自粮食。

粮油保管工作的基本任务：是科学保粮，安全贮藏，保质保量，防止污染，降低损耗，节约费用。“缺氧贮粮”就是这种科学保粮的一种，它具有花钱少、耗能低、无污染、有利于延缓粮油品质陈化、防止贮粮质变等特点。

在粮食保管中以虫、霉、鼠的为害为主，尤其是在广大农村更是如此。1981年联合国粮农组织估计粮食收获后损失为10%，其中贮藏损失为2~8%。我国“以防为主，防治并举”的保粮方针贯彻后，国库损失为0.2~0.5%，农村贮粮损失为2~10%。全世界贮粮害虫损耗粮食占5%，在条件适宜的情况下，一对玉米象一年能繁殖5代，每代可产卵200粒，如到第4代都活下来，就可繁殖2亿头，一年可吃小麦1,000斤，经过5年繁殖，就能损耗粮食80,000斤；一对老鼠一年能够繁殖6~7窝，每窝能够生小老鼠8~22只，一只老鼠一年可以糟塌粮食30斤，河南省郸城县1983年5月全县统一行动捕杀老鼠385万只，人平均4只，每年约糟塌

粮食一亿多斤。除此以外，由于保管不善，粮食因受潮发热霉变，降低营养价值和种用价值，则损失更大。全国农户每人平均保管粮食690斤计算，就是6,210亿斤。每年如贮藏不当，遭虫、霉、鼠、雀为害损失就无法估量。若按3%计算，全国可损失186亿。相当于3,700万亩农田的粮食产量，可供4,650万人吃一年。如果说我们只重视生产，不重视粮食保管将是一个很大的浪费。

目前，缺氧贮粮是粮食贮藏技术中一项新技术。国内外已普遍应用。采用缺氧贮粮的可以达到不用药或基本不用药有效地控制了虫霉繁殖，安全度夏，或使用于处理高水分粮的应急措施。防止大量粮食生芽和霉烂损失。同时也有利预防虫害产生抗药性的问题。

2. 发展概况：密闭贮粮，在我国已有悠久的历史，远在5,000年以前的仰韶文化时期就有用罐、缸埋藏粮食的，至唐代就采用了地下仓密封贮藏粮食。其密封，防潮管理技术已比较进步，在豫、陕、晋、甘与内蒙古等地都有应用。

《齐民要术》中记载1,500年前农民贮麦：“以蒿艾蔽窖埋之，亦佳。窖麦法，必须日暴令干，及热埋之”。后一句话即目前小麦热进仓密闭杀虫的来源，在窖藏粮食的同时有的放进一个炭火盆再密封埋藏。也可经久不生虫害。从河南洛阳发掘出来的唐代粮仓的“含嘉仓”遗址，即可充分证明，在七世纪时，我国的粮食贮藏技术已相当进步。再如，河南省太康县部分农村农民从抗日时期就有“地窖”贮粮的传统习惯，以及“豌豆囤套囤”传统性的贮粮方法，可以缺氧和聚热杀虫，所以缺氧贮粮是我国劳动人民生产实践的经验积累，近代的科学技术又加以继承和发展。

我国在缺氧贮粮技术方面，在七十年代已有了很大的进展。上海自1966年曾应用真空充氮保藏大米。相继，天津、青岛等地应用二氧化碳贮藏粮食，效果良好。广东、杭州等地创制了燃烧循环脱氧技术。浙江、河南等地又试验推广了自然缺氧贮粮方法。湖南等地进行了微生物脱氧技术的研究。均取得了可喜的成果。

河南省周口地区多年来广泛推广应用了“缺氧贮粮”新技术，收到了明显的效果。历经11年的时间，截止目前全区共搞缺氧贮粮56多亿斤，其中1982~1985年25亿多斤，占库存新入库夏粮的80~93%。基本上达到了贮粮不返潮、不发热、不霉变、不生虫、不熏蒸，不污染、不翻倒、不整晒和保粮好，费用少、损耗小、品质高的要求，扭转了过去单纯的有虫靠药熏，返潮靠整晒，发热靠翻倒，查粮靠体力的老方法。在农村综合了五十年代无器材仓，六十年代格子仓，七十年代缺氧贮粮技术的经验，全区已有32万户农民建成了33万个格子仓，容量为9亿多斤，加上其他密闭措施共搞密闭缺氧贮藏粮食15多亿斤。其中农户为国家代贮粮食6亿多斤。从而解决了农村贮粮，虫、霉、鼠为害严重的问题。又解决了部分因国家仓容不足带来的“卖粮难”和“贮粮难”的问题。

3. 发展趋势：在贮粮防治上，利用化学药剂防治贮粮害虫，在过去已经发挥了很好的作用。但遇到了两个问题。第一是残留毒性问题。从化学药剂对人体和家畜大都有毒，假如预防措施不力，将会造成人畜中毒事故的发生；第二是害虫会产生抗药性，这样以来，药剂也不那么完全有效了。近20多年来，包括贮粮害虫在内的各个害虫防治领域，人们都

由于对使用化学药剂给环境保护，食品卫生和害虫产生抗药性等问题的认识而主张积极采用其他方法（如物理防治，生物防治等）逐步代替，在科学研究和应用实践中，也都朝着逐步取代化学药剂方向发展。目前采用的密闭缺氧贮粮技术就是以不用或基本不用化学药剂防治贮粮害虫的有效方法之一。从多年的实践证明，缺氧贮粮技术符合安全经济有效的防治原则，是一项很有发展前途的科学贮粮好方法、新技术、新途径。这种方法具有方法简单、费用低廉、便于推广等优点。不仅可以杀虫防虫，而且可以防霉抑菌等作用；不仅适合国家、集体，又适合农户家庭贮粮；不仅适合粮食，又适用于油料贮存；不仅适合小仓，又适合大仓安全贮粮；尤其是在党的十一届三中全会以来，农村普遍实行了各种形式的生产责任制，粮食产量大幅度增加，国家和农民贮粮任务愈来愈重。农户家庭粮食占有量占总产量的80%以上，因此，利用新的贮粮技术——缺氧贮粮方法在搞好国库粮食保管的同时，积极帮助农户家庭保管好粮食，为生产服务，为四化建设服务。这就是广大粮食职工义不容辞的光荣任务。

随着有机涂料的发展，可直接用于立筒粮库而逐步造成防潮密闭性能好的条件，从而为缺氧贮粮创造了条件。1956年前后，国际上开始推行大型地下仓密闭贮粮。在南美、中非和希腊等地区均收到灭虫贮粮好效果。近年来日本的塑料薄膜小包装，充二氧化碳法称为冬眠贮粮，更发挥了这方面的优越性上海等市。正在批量生产和销售。每袋2公斤、5公斤不等。袋装好后过一段时间，即成为胶状态的硬块，具有抗压防潮、不怕雨水、携带方便贮粮品质能较好的保持一年。展望未来，“气调贮粮”可望在八十年代，获得较大的发展。

(二) 缺氧贮粮的基本原理

“缺氧贮粮”与空气组成有直接关系，我们首先要了解一下空气的组成。地球的四周，环绕着相当厚的空气层，称为大气。大气是由于空气和水蒸汽两部分组成的。干空气是几种气体的混合物，主要是氧和氮，此外还有微量不定的气体，如二氧化碳、氢、氦、氖、氩、氙等。以上主要气体的含量见表所示：

表一 空气组成气体含量

组成气体	化学元素	含 量 %	
		按重量计	按容量计
氮	N ₂	75.55	78.084
氧	O ₂	23.10	20.906
氩	Ar ₂	1.30	0.903
二氧化碳	CO ₂	0.05	0.033

氧气是空气中最活跃的成分，各种生物都必须依赖氧气才能维持生命活动。这便是缺氧贮粮，降低氧含量可以杀虫抑菌防霉的依据。

粮堆是由粮食及粮食微生物、有机杂质组成，还感染有害虫。都是活的有机体，在贮藏中，它们在适宜的条件下，进行旺盛的生理代谢活动，便会导致发热、霉变和害虫的繁殖，造成粮食质量的损失，及品质劣变。

水分、温度和气体成分是影响粮食、微生物和害虫生理活动的三个主要条件，所以在粮食保管工作中，能够切实控制这些条件中的任何一项，便能基本达到安全贮藏的目的。

“缺氧贮粮”即采用缺氧技术贮藏粮食。通常说的缺氧

贮粮是指自然缺氧而言。自然缺氧是从我国古代的“密封贮藏”发展而来，它是气调贮藏的一个范畴。主要控制贮粮的氧气条件达到低浓度，故我们称这种贮粮方法为“缺氧贮粮”。

“气调贮粮”可采用密闭自然缺氧或人工气调的技术（如微生物辅助脱氧、充二氧化碳、充氮、化学脱氧剂脱氧等）改变粮堆中空气的组成比例进行贮粮，可以达到杀虫、防潮、防霉的目的。

目前国外气调贮藏包括缺氧、液氮、液化二氧化碳、烃类及天然气燃烧、嫌气发酵等方法，以及使用电子氧泵或采用一套空气液化蒸馏和循环的装置，用以气调贮粮。

大量试验证明，当粮食含水量在安全标准以内，氧浓度降到2%以下或二氧化碳增高到40%以上时，霉菌就受到抑制而难于繁殖，害虫在14天内各虫期会全部死亡，粮食的呼吸强度也会大幅度下降，当氧浓度降至8%以下维持长时间，害虫不致于损害粮食，数月后终将死亡。加之塑料薄膜的密封避免了外界湿度和虫害的感染，这就是缺氧贮粮具有防治虫害，防霉的基本原理。

二、缺氧贮粮的作用与效果

缺氧贮粮，尤其是自然缺氧，具有设备简单，取材容易，操作方便，成本低廉，杀虫抑菌效果好，是一种多、快、好、省的可以大力推广的贮粮新技术，广大贮粮职工通过实践，一致认为是一项科学贮粮的好办法，它的主要作用

和效果是，

(一) 防治贮藏害虫

害虫的生命活动都以一定浓度的氧为基本条件之一。在缺氧贮粮的情况下，当粮堆含氧量降到一定程度时，害虫的生命活动就会受到抑制或死亡。经实验，不同虫种对氧的需要量和缺氧持续时间不完全一致。在含氧量2%以下时，含氧量越低，杀虫的效果就越好（见表二）。

表二 贮藏害虫在不同含氧量中全部致死时间（天）

含氧量 (%)	玉米象 (成虫100头)	拟谷盗 (成虫100头)	大谷盗 (成虫5头)	锯谷盗 (成虫100头)	麦蛾 (成虫20头)
2~1	5	5	1	5	很快死亡
1~0.5	3	3		3	
0.5以下	2	2		2	

《中等粮食学校试用教材》

经实验，在抽氧充氮的绝氧条件下，48小时内各种害虫的成虫将全部死亡。

许多实验证明，即使氧含量为5~8%，在2~4周内也可杀死害虫。同时在低氧条件下，对必要的化学防治也有显著的增效作用。

在密封条件下，害虫的死亡虽然主要依赖氧气的含量。但是，粮堆中高浓度的二氧化碳对害虫也有明显的毒害作用，而且随着温度的增高而增强。

国外曾研究过拟谷盗在含有30%以上二氧化碳气体中7天后致死的情况，随着二氧化碳浓度的增加，即使氧浓度很高，对害虫的毒性也很强（见表三）。

表三

高浓度二氧化碳对害虫的致死率

(26.7±1℃

38±6%RH)

气体成分 (开始%)	虫种(成虫)	经下列小时后的致死率			96小时后氧气 含量(%)
		24	48	72	
80CO ₂ :20O ₂	杂拟谷盗	85	98	100	18.7
	赤拟谷盗	93	100	100	18.9
90CO ₂ :10O ₂	杂拟谷盗	90	100	100	9.5
	赤拟谷盗	97	100	100	9.6
正常空气 (对照)	拟谷盗	0	0	0	14.7~15.1

(美国加利福尼亚大学)

实验证明,贮粮害虫防治在同等条件下,老的常规贮粮方法,都次于缺氧贮粮方法。商水县肖潭粮库对106万斤陈小麦,保管12年先后采用常规和密闭缺氧两种贮粮方法对比,无论哪种贮粮方法,在防治虫害方面都不如密闭缺氧贮粮方法好(见表四)。粮食是这样,而且油料(油菜籽,花生果)也是这样(见表四、五)。

豌豆象是豌豆的大敌,豌豆收获后豌豆象幼虫在豆粒中取食为害,豆粒蛀空后的重量损失可达53~61%,出粉率和品质大为降低。采取密闭自然缺氧办法,也是防治豌豆象有效的好办法。据实验,新豌豆水分12%,粮温在22~24℃,每公斤24小时耗氧量470毫升,其耗氧量是同样水分小麦的70倍左右。因此采取密闭缺氧贮藏,在一定的粮温条件下,和一定的持续时间内,不用化学药剂其虫害可以全部杀死。而且可以避免虫蚀损失的再扩大,并保证了完好的发芽率(见表六)。

据报道,豌豆水分在12.5%,粮温在24~33℃密闭14

表四

小麦几种贮藏方法对比试验

贮藏方法	时 间 年 月	密 闭 形 式	水 分 %	粮 温 ℃	氧 浓 度 %	害 虫 与 防 治				处治措施
						麦蛾头 /m ²	玉米象头 /公斤	锯谷头 /公斤	其它虫 /公斤	
常规保管	1967.7	药席苫覆盖	13.2	40		15	2	0	0	磷化铝熏蒸
	1968.7	药席苫覆盖	13	37		0	4	0	0	
	1969.7	干砖干沙压顶	12.7	33		0	5	0	58	氯化苦化学保藏
	1970.7	干砖干沙压顶	12.5	32		0	5	0	20	
	1971.7	干砖干沙压顶	12.1	31		0	0	8	0	氯化苦化学保藏
	1972.7	异品种粮谷子压顶	11.8	31		0	0	6	0	
	1973.7	干石灰压顶	11.5	30		0	0	6	0	冬季过筛降温除杂
缺氧保	1974.7	干石灰压顶	11.3	30		0	0	2	0	/
	1975.7	塑料薄膜密闭	11	28		0	0	0	0	/
	1976.7	塑料薄膜密闭	10.8	28	10.5	0	0	0	0	/
	1977.7	塑料薄膜密闭	10.5	28	9.4	0	0	0	0	/
	1978.7	塑料薄膜密闭	10.3	27	8.2	0	0	0	0	/
	1979.12	塑料薄膜密闭	10	22	11.4	0	0	0	0	/

(河南省商水县肖谭粮库)

天, 氧含量下降到2%, 二氧化碳升到16%, 再经过缺氧贮藏90天, 通过百粒剖粒检查, 没有发现一头活虫(包括成虫和幼虫), 只有4头死幼虫。而对照堆豌豆虫蚀粒却占17%。实践证明, 缺氧贮藏后, 能有效地控制幼虫的为害, 并停止了虫期的变态(不能发育成蛹或成虫), 防止了豌豆象的繁殖。

(二) 防霉制菌

霉菌是造成粮食霉变的根源之一。粮食微生物中的绝大部分霉菌和细菌必须在有氧的情况下才能发育繁殖, 粮食微

油料缺粮贮藏防虫对比表

表五

品 种	贮藏方法	检 查 时 间		水 分 %	粮 温 ℃	最低氧浓度%	虫 种 名 称	头 数 / 平 方
		年	月 起—止					
油 菜 籽	缺 常 缺 常 缺 常 缺 常	1980 1980 1980 1980 1981 1981 1981 1981	7~9 7~9 7~9 7~9 7~9 7~9 7~9 7~9	7.1 7.1 8.0 8.0 8.1 8.1 7.5 7.5	24~28 24~28 26~35 26~36 28~36 28~35 25~36 25~36	5.0 / 10.0 / 8.0 / 5.5 / 5.5	无 印度谷蛾幼虫 粉斑螟幼虫 无 印度谷蛾幼虫 粉斑螟幼虫 无 印度谷蛾幼虫 粉斑螟幼虫 无 印度谷蛾幼虫 粉斑螟幼虫 无 印度谷蛾幼虫 粉斑螟幼虫	39~56 4~181 46~67 9~17
花 生 果	缺 常 缺 常 缺 常 缺 常	1980 1980 1980 1980 1981 1981 1981 1981	5~12 5~12 5~12 5~12 4~12 4~12 4~12 4~12	9.3 9.4 9.4 9.4 8.5 8.5 8.5 8.5	17~25 17~30 20~27 20~27 15~29 15~32	2.0 / 6.0 / 4.8 / 5.5 / 5.5	无 印度谷蛾 无 印度谷蛾 无 印度谷蛾 无 印度谷蛾	3~5 30~40 40~50 35~55

(河南省周口地区, 刘庄店、皮营粮管所等)