



玉米淀粉绿色精益制造

新工艺、新设备、新理念

佟毅 编著

Green and Lean Production of Corn Starches
New Processes, New Equipments and New Concepts



化学工业出版社



玉米淀粉绿色精益制造

新工艺、新设备、新理念

佟毅 编著

Green and Lean Production of Corn Starches
New Processes, New Equipments and New Concepts



化学工业出版社

· 北

本书为玉米淀粉绿色精益制造类技术书籍,着重强调玉米淀粉绿色、低碳、环保、循环、高效及优质的加工理念。该书从玉米属性、种植、收储、加工到产品的品质控制等一系列环节来阐述玉米淀粉的绿色精益制造过程,旨在向读者展示该行业或该领域的技术发展方向。

本书可作为工艺设计、设备选型和制造的工具书,企业生产、技术管理培训的教材,也可以作为大专院校、科研部门的专业参考书。

图书在版编目(CIP)数据

玉米淀粉绿色精益制造:新工艺、新设备、新理念/佟毅编著.
北京:化学工业出版社,2018.12(2019.3重印)

ISBN 978-7-122-33252-3

I. ①玉… II. ①佟… III. ①玉米-谷类淀粉-淀粉-加工-精益生产-研究 IV. ①TS235.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第249178号

责任编辑:赵玉清 魏巍 周侗

装帧设计:王晓宇

责任校对:杜杏然

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:北京新华印刷有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张27½ 彩插1 字数526千字

2019年3月北京第1版第2次印刷

购书咨询:010-64518888 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:158.00元

版权所有 违者必究

我国玉米淀粉工业是碳水化合物衍生物的基础产业。玉米淀粉用途十分广泛，是食品加工的重要原料，已经与人们的生活密不可分。同时，玉米淀粉这一天然可再生资源，在缓解能源和资源危机方面，发挥着越来越显著的作用。

我国淀粉加工产品品种向多元化、系列化方向发展。产业布局向主产区集中且渐趋合理。企业向集约化、规模化的方向转化。随着供给侧改革的深入进行，以及国家对玉米深加工行业的政策支持，淀粉加工还需要不断调整以适应新的国情需要，在“十三五”期间以创新和节能减排为目标，保证实现行业的良性循环发展。

本书在国内外玉米淀粉工业发展及新形势下应运而生，由佟毅博士总结多年的研究和生产经验撰写而成。他致力于推动我国玉米深加工产业技术进步 30 多年，对行业有着透彻的理解，并且为行业的发展和进步做出了重要贡献，其著作内容新颖，深入浅出，具有重要的学术价值和实践指导意义。

该书系统、科学地综合集成了国内外最新研究成果，提倡绿色、低碳、环保、循环、高效及优质理念指引下的工艺和设备并重，生产和管理并重，实践和理论并重。从玉米收购到湿磨加工全过程，各单元的工艺流程、设备结构和原理、经济技术指标、物料平衡和水、热平衡、技术管理规程阐述详细；工艺参数、设备参数、生产指标、操作要点齐全，是玉米及淀粉加工工业中不可多得的一本实用价值很高的书籍。本书内容全面翔实，技术先进，可作为工艺设计、设备选型和制造的工具书，企业生产、技术管理培训的教材，也可以作为大专院校、科研部门的专业参考书。

这是一部在作者多年的研究、实践积累和对玉米加工行业深入思考的基础上，精心完成的玉米加工领域的综合性专著。该书的出版将有助于促进行业交流，对我国玉米淀粉及加工行业的发展具有重要的推动作用。



中国工程院院士

前言

玉米，玉，石之美者，有五德，润泽以温，仁之方也；米，粮之精者，有五谷，食之以生，民之重也。玉米是世界三大粮食作物之一，它浑身是宝。随着当今社会科学技术的飞速发展，玉米除作为粮食作物外还在生物化工和替代石油能源等诸多方面扮演着举足轻重的角色。我国作为世界农业大国之一，玉米淀粉的产量占各类淀粉总量的90%以上，年均递增17%以上，年产量已超过2500万吨，居世界第一位。自我国第一个五年计划在华北制药厂建设了国内工业化的玉米淀粉加工企业以来，我国玉米淀粉加工业已经走过了六十个春秋。

近年来，玉米深加工产业环境污染的治理要求越来越高。目前，“绿色”发展理念已经深入人心，从产业转型升级的角度来看，整个玉米淀粉产业链的“绿色”转型，也应是必然之举。对生产过程中的各种废弃物进行综合利用，比如沼气发电、中水回收、二氧化碳回收、废热综合利用等已贯穿玉米淀粉工业绿色生产的全过程，也就是通过优化创新要素，在高效理念的指导下，从产品链开发，到清洁生产、资源循环利用。

本书基于玉米淀粉产业发展现状、环保治理现状及其他问题，通过工程实证分析，提出玉米淀粉生产在不同阶段、产品方案、生产规模和建设地点所采取的各环节废物的资源化、减量化、能源与水资源回收利用和管理方式，以及实施清洁生产、延长产业链、构建闭合循环的经济模式。对减量化指标、再利用及资源化指标、无害化指标进行指标体系计算，推行清洁生产、延长产业链、打造环境友好型产业群，从而促进玉米淀粉产业的科学发展。同时，在绿色、低碳、环保、循环、高效等理念框架下促使更多优质技术和产品的诞生，以满足甚至超出客户的期望。

本书特点是工艺和设备并重，生产和管理并重，实践和理论并重。从玉米收购到湿磨加工全过程，各单元的工艺流程、设备结构和原理、经济技术指标、物料平衡和水、热平衡、技术管理规程阐述详细；工艺参数、设备参数、生产指标、操作要点齐全，是淀粉工业一本具有实用价值的书籍。本书可作为工艺设计、设备选型和制造的工具书，企业生产、技术管理培训的教材，也可以作为大专院校、科研部门的专业参考书。

本书编写过程中，感谢高群玉教授给予的核对与修正。

由于时间关系，水平有限，疏漏难免，敬请各位读者批评指正。

佟毅

2018年5月写于北京

目录

第 1 章 原料玉米

1.1 玉米理化性质	2
1.1.1 玉米属性	2
1.1.2 玉米种子组成	2
1.1.3 玉米种子化学成分	2
1.2 玉米种植及收获	2
1.3 玉米采购	3
1.4 玉米烘干及储存	3
1.4.1 玉米净化	3
1.4.2 玉米烘干	4
1.4.3 玉米储存	4
1.4.4 玉米储存监测	8

第 2 章 玉米加工产品

2.1 玉米淀粉	10
2.1.1 玉米淀粉简介	10
2.1.2 玉米淀粉分类	10
2.1.3 玉米淀粉性状	10
2.2 玉米油	11
2.3 玉米蛋白粉	11
2.3.1 玉米蛋白粉简介	11
2.3.2 玉米蛋白粉组成	11
2.3.3 玉米蛋白粉营养成分	11
2.3.4 玉米蛋白粉饲料应用	12
2.4 喷浆玉米皮	12
2.5 玉米高蛋白胚芽粕	12
2.6 质量指标	12
2.6.1 食用玉米淀粉	12
2.6.2 玉米蛋白粉	13

2.6.3	喷浆玉米皮	13
2.6.4	玉米胚芽粕	14
2.6.5	玉米原油	14
2.7	质量管控	15
2.7.1	原料管控	15
2.7.2	过程管控	16
2.7.3	产成品管控	18
2.7.4	产品存储管控	19
2.7.5	产品交付管控	22

第 3 章 玉米淀粉生产工艺

3.1	玉米淀粉生产工艺简述	26
3.2	玉米淀粉湿磨法生产的基本过程	27
3.2.1	预净化	29
3.2.2	玉米上料	30
3.2.3	亚硫酸制备	32
3.2.4	玉米浸泡	33
3.2.5	玉米浆蒸发	50
3.2.6	玉米破碎及胚芽分离	54
3.2.7	纤维洗涤	58
3.2.8	淀粉与麸质分离	62
3.2.9	麸质脱水	67
3.2.10	副产物的干燥	70
3.2.11	淀粉洗涤、脱水与干燥	75
3.2.12	预榨	82
3.2.13	浸出	83
3.2.14	淀粉的包装	85
3.2.15	公共系统	86
3.3	玉米淀粉生产工艺路线	102
3.4	玉米淀粉生产收率指标	103
3.5	玉米淀粉生产工艺流程	104
3.5.1	工艺流程类型	104
3.5.2	典型工艺流程介绍	105

3.5.3 玉米湿磨改良工艺流程	110
3.5.4 玉米湿磨产品制造综合流程	111
3.6 玉米淀粉生产工艺特点	112
3.6.1 绿色	112
3.6.2 低碳	122
3.6.3 环保	129
3.6.4 循环	142
3.6.5 高效	147
3.6.6 优质	156
3.6.7 工艺简捷	163
3.6.8 节能高效	164
3.6.9 质量保证	168
3.7 玉米淀粉生产工艺控制	177
3.7.1 系统物料平衡控制	177
3.7.2 系统水平衡控制	181
3.7.3 系统能量平衡控制	182
3.7.4 系统质量保证控制	184
3.7.5 系统工艺自动化控制	185

第 4 章 玉米淀粉生产设备

4.1 输送设备	190
4.1.1 固体物料输送设备	190
4.1.2 液体物料输送设备	194
4.1.3 气体物料输送设备	200
4.2 破碎设备	204
4.2.1 凸齿磨	204
4.2.2 针磨	207
4.3 分离设备	209
4.3.1 重力分离	209
4.3.2 筛体分离	210
4.3.3 旋流分离	216
4.3.4 碟片分离	220
4.4 脱水设备	223

4.4.1 压滤脱水	223
4.4.2 吸滤脱水	225
4.4.3 挤压脱水	226
4.4.4 离心脱水	228
4.5 干燥设备	233
4.5.1 管束干燥	233
4.5.2 气流干燥	238
4.6 自动定量包装设备	254
4.6.1 定量包装秤	254
4.6.2 大袋包装机	256

第 5 章 玉米淀粉生产技术管理

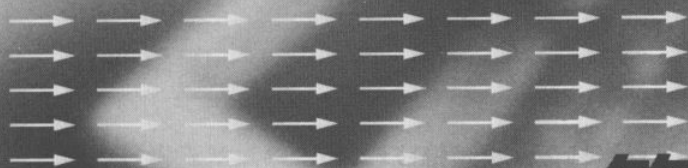
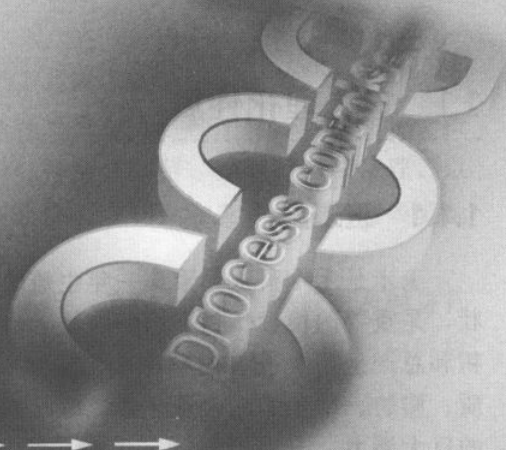
5.1 技术指标	260
5.1.1 产品商品收率	260
5.1.2 产品绝干收率	260
5.1.3 提取率	261
5.1.4 消耗	261
5.2 工艺技术规程	261
5.2.1 工艺技术参数	261
5.2.2 工序技术规程	264
5.3 设备管理	283
5.3.1 设备的正常使用、维护及保养	283
5.3.2 设备的预测性维护	293
5.4 质量管理	295
5.4.1 产品质量和工作质量	295
5.4.2 全面质量管理	296

第 6 章 玉米加工产品检验

6.1 玉米的检验	300
6.2 中间产品的检验	300
6.3 产成品的检验	300

附录

附录 1	玉米	302
附录 2	淀粉生产过程检验标准及方法	321
附录 3	食用玉米淀粉 (GB/T 8885—2017)	339
附录 4	玉米原油质量标准	352
附录 5	玉米蛋白饲料 (企业标准)	378
附录 6	喷浆玉米皮 (企业标准)	388
附录 7	玉米胚芽粕 (企业标准)	399
附录 8	玉米浆 (企业标准)	408
附录 9	固体玉米浆 (企业标准)	415
参考文献		429



第 1 章

原料玉米

1.1 玉米的用途及加工 (1)

用途	加工	用途	加工	用途	加工	用途	加工
饲料	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎
饲料	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎
饲料	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎
饲料	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎
饲料	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎
饲料	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎
饲料	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎
饲料	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎
饲料	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎
饲料	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎	工业	粉碎

玉米的用途广泛，除了作为饲料外，还可以用于工业加工。玉米的工业加工产品包括玉米淀粉、玉米油、玉米糖浆等。玉米淀粉是玉米加工的主要产品，广泛应用于食品、医药、化工等行业。玉米油是玉米胚芽的提取物，是一种优质的食用油。玉米糖浆是玉米淀粉的深加工产品，主要用于食品工业。玉米的深加工产品还包括玉米纤维、玉米蛋白粉等。玉米的深加工产品具有广泛的用途，是重要的工业原料。

1.1 玉米理化性质

1.1.1 玉米属性

玉米是禾本科玉蜀黍属一年生雌雄同株异花授粉草本植物。植株高大，茎强壮，是重要的粮食作物和饲料作物，也是全世界总产量最高的农作物，其种植面积和总产量仅次于水稻和小麦。玉米一直都被誉为长寿食品，含有丰富的蛋白质、脂肪、维生素、微量元素、纤维素等，具有开发高营养、高生物学功能食品的巨大潜力。

1.1.2 玉米种子组成

玉米种子主要由胚乳、胚、种皮和根帽组成。

胚乳（endosperm）是玉米粒的最主要部分，占玉米粒干重的82%~84%，其内主要含有淀粉和蛋白质，是种子发芽的能源，也是提取淀粉和蛋白粉的主要部分。

胚（germ）是玉米粒的活性部分，它含有促使植物籽粒生长的遗传基因。胚占玉米粒干重的10%~12%，其中40%~50%为玉米油。

种皮（pericarp）是玉米粒的外壳，占玉米粒干重的5%~6%，它保护玉米不变质，可防水、水汽及抗虫和微生物的侵害。

根帽（tip cap）是玉米粒不被表皮覆盖的部分。

1.1.3 玉米种子化学成分

玉米种子化学成分见表1-1。

表 1-1 玉米种子化学成分 %

组成部分	占整粒质量	淀粉含量	脂肪含量	蛋白质含量	灰分	糖分含量	纤维素及其他
胚乳	82.80	87.58	0.80	8.00	0.30	0.62	2.70
胚	11.10	8.30	33.20	18.40	10.50	10.80	18.80
种皮	5.30	7.36	1.10	3.70	0.80	0.34	86.70
根帽	0.80	5.30	3.80	9.10	1.60	1.60	78.60
整粒	100.00	71.99	4.40	9.10	1.40	3.31	9.80

1.2 玉米种植及收获

通过对玉米品种调研了解玉米品种属性，并针对生产工艺需求优选适宜品

种，与农户协商选择种植适宜品种，为生产工艺需求打下坚实基础。

与农户一起开展田间调查，组织农户做好土地平整、种子筛选、播前种子浸种灭菌处理、科学播种等工作；协助农户做好补苗、间苗、除草、追肥管理，以保证苗期作物健康生长；协助农户做好播前耕翻去除幼虫和虫卵、施辛硫磷乳油消除虫卵，做好病虫害防治管理工作。

采用机械收获，不可地面堆放，单收、单运、单放、单贮；收获后及时进行晾晒；籽粒含水量达到20%以下时脱粒，脱粒后进行清选去杂，降水至14%以下通风保存储藏。

1.3 玉米采购

调研产区内玉米成熟情况、储存情况，锁定粮源，保证粮源供应充足。玉米进厂后首先进行抽样初验。初验一般采用自动扦样器从粮车抽数点采样，然后由检验人员对样品进行检验，检验项目一般包括水分、杂质、霉菌、烘伤、不完善粒等指标。初验合格，进厂过地磅称重。

过磅称重后的玉米车辆，按规定路线到自动卸车台过筛卸车。在卸车过程中，保管员随时观察卸车玉米质量情况，发现玉米质量问题可立即停止卸车。如没有问题，卸车完成后，监督卖粮者将筛后杂质装车并返回地磅称重，然后用进厂重量减去出厂重即收购玉米的计价重量。随后卖粮者根据计价重量和单价凭证到付款处结算取款。

以上玉米采购流程在大型玉米加工企业均已实现计算机和现场仪表自动完成的作业流程，现场人员工作为监管和督导的职能。

1.4 玉米烘干及储存

1.4.1 玉米净化

工厂收购的玉米中难免会有玉米碎芯、穗花、秕粒等有机杂质以及塑料绳头、砂、石、泥土、无机杂质与铁类金属物质等杂质。各种杂质的存在给玉米加工带来了不少麻烦。例如：绳头、玉米碎芯会堵塞管道；砂、石、泥土不但增加设备磨损，而且将导致产品中灰分增加；砂石、金属等坚硬物质，会损坏设备。所以在加工前必须进行清理净化。一般采用干法净化玉米去除杂质、小粒玉米和不完善粒玉米。

1.4.2 玉米烘干

玉米种子水分对淀粉生产影响较大,水分在14%以内为安全储存。水分超过14%时,玉米细胞的呼吸强度将高出几倍甚至几十倍,酶促反应增强,使碳水化合物降解为二氧化碳和水,同时放出大量热能。据有关资料报道,在一定温度下,不同水分的玉米需要在规定时间内加工,例如,温度25℃时,玉米水分20%时加工期为4天,23%时为3天,超过25%时最多不超过2天。同时高水分玉米不易浸泡(因玉米水分很快达到平衡,可溶性物质不易浸出)且浸泡液浓度低,蛋白质不易分离。为此玉米淀粉加工厂需对采购来且不能及时使用的玉米进行烘干处理,然后才可以储存。

玉米粒干燥方式对淀粉生产有着重要影响,在玉米淀粉加工工艺中有明确要求:“玉米粒发芽率的高低表示玉米胚芽的完整程度。淀粉生产要求发芽率在80%以上。当玉米粒受损丧失发芽时,其内部将发生化学、生物和酶的变化,使湿磨质量降低。发芽率低的玉米,不但胚芽分离困难,胚芽收率低,而且因湿磨质量的降低而导致淀粉收率降低。”因此最大限度地降低玉米干燥温度和速率对提高玉米质量至关重要。干燥温度超过60℃时,将引起胚芽变脆,玉米胚芽收率降低;淀粉变性甚至糊化,淀粉质量差;蛋白质变性,导致浸渍困难。淀粉与种皮不易分离而造成纤维渣带走淀粉多,淀粉收率低,企业加工利润降低。所以国家对玉米淀粉及发酵工业用玉米质量标准中规定,烘干玉米不宜用于淀粉生产及发酵工业。自然晒干的玉米淀粉收率高,质量好,淀粉损失少。

针对以上情况,作者与郑州中粮科研设计院一起研制出大风量逆流玉米烘干工艺,这样可实现既能达到降低玉米水分的目的,又能保证玉米活性,从而改变了烘干玉米不能用于淀粉生产的惯例。此工艺也被称为“逆流大风量绿色玉米烘干技术”。

1.4.3 玉米储存

玉米在安全储存水分(14%)以内,存放时间对加工也有着一定影响。据报道,在安全水分储存期间,随储存时间的延长,玉米粒发生酶解作用使淀粉降解转化为可溶性糖类增多,从而降低玉米品质,加工淀粉收率降低,无形损失增加。

1.4.3.1 玉米的储藏特性

玉米的耐藏性差,有以下特点:

① 玉米胚大,生理活性强,玉米的胚几乎占全粒体积的三分之一,占全粒重量的10%~12%。玉米胚大的特点给储藏带来很多不利的因素。

玉米胚含有丰富的营养物质, 含有全粒 18.4% 以上的蛋白质和较多的可溶性糖。由于具有这些亲水物质, 所以吸湿性强, 呼吸旺盛。据试验, 正常玉米的呼吸强度要比正常小麦大 8~11 倍。玉米吸收及散发水分主要通过胚进行, 干燥玉米胚含水量小于全粒或胚乳, 而水分大的玉米 (超过 20%), 其胚含水量则大于全粒或胚乳。

② 玉米胚含脂肪及可溶性糖多, 易于变质。玉米粒内所含脂肪及可溶性糖, 主要集中于胚。因此储藏中胚首先遭受虫、霉危害。特别是胚含脂肪高达 33.2%, 占整粒脂肪含量的 77%~89%, 所以胚的脂肪酸值始终高于胚乳, 而且温度愈高、湿度愈大, 产生的游离脂肪酸愈多, 酸败也首先从胚开始。在储藏期间不论常温常湿还是高温高湿, 都是胚酸度增加速度较快。

③ 玉米易生虫。玉米胚营养丰富, 可溶性糖含量较高, 在脱粒时易受损伤, 产生破碎粒, 还有未熟粒等因素, 容易感染害虫, 受害虫侵蚀。

④ 玉米胚带菌量大、易霉变。玉米胚富含营养物质, 易被微生物分解利用, 且玉米胚组织松散, 易感染微生物。据测定, 玉米经过一段储藏期后, 其带菌量比其他禾谷类粮食高得多。如正常稻谷携带孢子个数, 1g 干样为 9.5 万个以下, 而 1g 正常干燥玉米却携带 9.8 万~14.7 万个孢子。据上海地区调查, 也说明玉米带菌量比其他粮种都多, 故玉米胚很易发生霉变。

引起玉米发热、霉变的主要原因是入库水分高, 或在储藏过程受外界因素的影响使局部水分增加 (如表层结露、地坪和仓墙返潮等), 当温度升高到一定程度时, 附着于粮粒上的微生物即开始繁殖和生长。如玉米堆内混有水分高的籽粒或受损伤的籽粒, 未到高温季节, 也能引起生霉。

根据对玉米霉变的观察, 玉米霉变的早期可以发现籽粒表面湿润 (俗称出汗), 色泽鲜艳, 有轻微甜味, 胚或破碎面出现白色菌丝 (俗称生毛), 有轻霉味, 粮温上升。此时应积极采取措施处理。

随着粮温升高至 20℃ 左右时, 籽粒表面的白色菌丝体发育成孢子, 可观察到胚出现绿色霉点 (俗称点翠), 继而呈灰色, 产生腥辣味。霉变后期, 粮温继续升高, 籽粒点翠部位变成黑色或灰色, 全粒变为黄褐色, 以致霉变结块, 人、畜不能食用。

常规储藏的玉米, 入库时水分较均匀, 但受仓内温度、湿度的影响, 在粮堆上层的 30~60cm 处也会出现发热现象。砖圆仓和露天囤的玉米, 容易发热部位一般也在顶部及向阳面。

玉米储藏的安全水分, 一般要求在 13%~14% 之间, 超过 25℃ 就可能霉变发热。

储藏品质变化: 玉米在储藏期间, 脂肪酸值不断增加, 玉米水分和储藏温度愈高, 增加愈快。在玉米脂肪酸和总酸度增加的同时, 发芽率相应大幅度降低。

玉米水分在 15% 以上, 淀粉酶活性加强, 导致淀粉的水解和还原糖的增加, 适于淀粉水解的条件也有利于玉米籽粒代谢作用的加强, 因此最终导致淀粉的损失, 使玉米品质下降。

玉米过热烘干, 会引起玉米脂肪酸增加, 可溶性糖增加, 淀粉减少, 蛋白质变性和溶解度降低, 食用品质降低。据试验, 用双塔式烘干机烘干水分 18%~19% 的玉米, 出机粮温在 50℃ 以下, 对玉米色泽、味道等品质基本无影响; 50~60℃ 时, 色泽、香味大减; 60℃ 以上, 玉米色泽变灰, 失去原有香味。

发热的玉米, 淀粉酶活性增强。发热的玉米在湿磨时淀粉与其他成分很难分离, 淀粉产量减少。

黄玉米在储藏中其胡萝卜素第一年损失最快, 损失量可达含量的 50% 以上, 甚至低温储藏对胡萝卜素也有影响, 在高温中损失更快, 只有在缺氧条件下储藏比较稳定。受损伤的玉米粒中, 游离氨基酸增加。据试验, 完善粒中游离氨基酸值为 110mg KOH/100g 干样, 在籽粒受伤的情况下, 可达 320mg KOH/100g 干样。总之, 玉米在高温、高湿等不良条件下化学成分极易变化, 影响品质。

玉米储藏品质控制指标为: 脂肪酸值 $\leq 40\text{mg KOH}/100\text{g}$, 干样发芽率 $\geq 30\%$ 。

1.4.3.2 玉米的储藏方式

(1) 高水分玉米的越冬冷冻储藏 东北三省高水分玉米的越冬冷冻储藏, 主要采用两种方式: 一种是露天囤堆冷冻; 另一种是露天做囤冷冻储藏。

玉米露天囤堆的堆砌方法与玉米露天储藏的堆装方法相同, 利用冬季气候寒冷的自然条件冷冻高水分玉米, 可延缓烘干或晾晒的时间。一般情况下, 可以安全储藏到翌年 4 月 10 日前。

(2) 玉米房式仓常规储藏 安全水分玉米的常规储藏方法与稻谷、小麦一样, 其主要的措施也是控制水分、清除杂质、提高入库粮质, 坚持做到“五分开”储藏(即水分高低分开, 质量好次分开, 虫粮与无虫粮分开, 新粮食与陈粮分开, 色泽、粒型不同分开), 以及加强虫害防治与做好密闭储藏等。具体要求如下:

① 水分高低的划分, 要按地区、气候条件、季节等不同区别对待, 一般应按当地规定的安全粮、半安全粮和危险粮的界限来划分, 分开入库, 以免水分高的玉米发生变化而影响全仓、全囤的玉米安全储藏。发现高水分粮要及时采取措施降水, 把玉米水分降到安全标准以内。

② 质量的划分, 一般应按国家规定的质量标准分等入库, 分别存放。质量差、杂质多的应进行风筛除杂, 将玉米杂质降到 0.5% 以下, 然后入仓储藏。要防止质量好次的玉米同仓混存, 以免影响储藏安全。

③ 陈玉米是经过较长时间保管的玉米，一般色泽发暗，胚显著收缩，其食用品质及营养成分均有所下降。因此，陈玉米应与新玉米分开存放。

④ 色泽及粒型不同的玉米混合存放，会影响玉米的使用价值。分开储存，有利于不同玉米的合理利用，提高商品价值。

(3) 玉米露天储藏

① 玉米露天储藏的堆基

a. 场地选择 露天堆放玉米，要求选择地势高、干燥通风场所。

b. 对堆基的性能要求 玉米露天储藏，首先要打好堆或囤的基础，一般要求长期储藏的基础垫高不得低于40cm，低洼地的垫高要高出汛期的最高水位以上。

② 玉米露天储藏的堆装 露天储藏主要有袋装、围包散堆与圆囤散堆三种形式。

a. 包装堆放 露天袋装长方堆，起脊，长度不限，宽度一般在5m左右，全高6m左右。檐高2.5~3m，起脊高3.5~4m。起脊时每包约收进15cm，起脊坡度达55°左右，以利防雨。目前，玉米包装堆放多用于短期储藏或备载储存。

b. 做囤散装 玉米露天做囤散装储藏是北方地区应用较多的方法，可短期储藏，也可长期储藏。通常囤身为圆柱体，下小上大，囤顶为圆锥体。做囤的材料可因地制宜，有的用席子做囤，有的用竹子或木杆制成篱笆做囤，近几年吉林、辽宁、黑龙江等地区用钢筋焊接制成篱笆形的弧形部件做囤材料等。

i. 穴子做囤 在铺垫好的堆基上，放三层重叠并用绳箍紧了的穴圈，上面铺一层芦席，芦席要伸出穴圈30~40cm，当倒粮高度达1m左右时，把穴圈提起15cm左右，即为底箍。开始入粮后，在折起的铺底芦席的里面做囤身穴圈，第一圈接头处用竹签等别牢，第二圈即略向上提起，开始每圈约提起五分之一至四分之一，逐步加高，到1m以上每圈可提起三分之一，到2m以上每圈即可提起二分之一，一直到檐口为止。如此，囤身穴圈的厚度，下段1m以内平均为四层，中段为三层，上段为二层，与粮堆对囤身所施加的侧压力由下而上逐步减少的情况相适应，以保持囤身的牢固。收顶时，一般可用芦席圈4~6层。每层收进40cm以上，囤顶呈圆锥体，坡度不小于45°。

ii. 篱笆（木杆、钢筋）做囤 将毛竹截成200cm左右长、剖成3cm左右宽的竹片，将小竹竿截成120cm左右长，按15cm的间距用铁丝固定在上下两道毛竹片上（毛竹片间距80cm）制成篱笆。根据做囤的大小，将若干个篱笆连成一个圆圈，放在堆上，用钢筋打4道箍，用芦席贴内壁，装粮至90cm高时再放第二层篱笆圈，按前述方法打箍，再装粮。然后再放第三层篱笆圈，直至达到所需高度时，开始收顶。收顶时放小篱笆圈（小篱笆圈由长100cm、宽60cm的篱笆片连接而成），每圈收进40cm，做成塔形顶，坡度不小于45°。