

玉米貯藏生理生物化学原理

M. Г. 高立克 著

科学出版社

玉米貯藏生理生物化学原理

M. Г. 高立克 著

龔立三 譯

М. Г. ГОЛИК
ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ХРАНЕНИЯ КУКУРУЗЫ
Изд. АН СССР, Москва, 1955

內 容 提 要

本书是苏联 М. Г. 高立克博士所著，内容是作者力图根据个人的研究、文献资料和生产试验总结来阐明玉米作为贮藏对象的一切要点，从内外环境来分析玉米在贮藏期间的变化和影响，玉米果穗在生产条件下的各种贮藏方法及其经济评价，提出使玉米粒有机物质在贮藏期间的损耗减到最低限度和预防玉米粒变质的实际措施。可作为农产品贮藏工作方面的参考资料。

玉米贮藏生理生物化学原理

[苏联] М. Г. 高立克著

龔 立 三 譯

科学出版社出版 (北京朝阳门大街 117 号)
北京市书刊出版业营业许可出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总经售

1957 年 12 月第 一 版 书号: 0984 字数: 210,000
1959 年 10 月第三次印刷 开本: 850×1168 1/32
(京) 1,686—2,685 印张: 8 1/2 插页: 5

定价: (10) 1.80 元

序

苏共中央一月全体會議向农业工作者提出了一項任务，就是到1960年每年谷物生产量要达到一百亿普特。提高谷物总产量的办法应该依靠提高熟翻地的谷物收获量、提高产量和消除收获损失，进一步在生荒地和撩荒地上扩大谷物播种面积以及大大地扩大玉米播种面积。玉米是一种高产的谷类作物，它在我国各地都有广闊的分布。到1960年，玉米播种面积至少要达到两千八百万公頃。为此，应该特別注意玉米的貯藏，因为違反貯藏規程，便会降低玉米粒的品質和喪失玉米粒的发芽力。因此，切实注意谷物貯藏是极为重要的。

如不尽力改善管理谷物的方法和改善国家积谷（我国的基本财富之一）的貯藏狀況，决不可能完成党在谷物貯藏方面的指令。

虽然已經发表过很多有关积谷貯藏一般問題的著作，但是文献中几乎还没有关于各种作物（其中包括象玉米这样重要的高产作物的果穗和玉米粒）的貯藏組織和貯藏技术的著作。

作者力图根据个人的研究、文献資料和生产試驗总结来闡明玉米作为貯藏对象的一切要点，以及提出使玉米粒有机物質在貯藏期間的損耗減到最低限度和預防玉米粒變質的实际措施。

作者所采取的出发点，首先是玉米的貯藏，当玉米在田間生長时候就已开始的原理，亦即根据各批玉米在貯藏过程中的变化在很大程度上决定于成熟特点、收获特点和入藏前处理特点的原理。此外，闡明玉米各个形态部位的比值（象玉米粒和穗軸在果穗上的比值，胚部和其他部位在穎果內的比值）对于我国現在广泛栽培的諸品种玉米的影响，同样也很重要。

环境条件，首先是外界环境的湿度和溫度，对于玉米的耐藏性

有着决定性的影响。这些因素所以对果穗体和玉米粒产生影响,是因为各个果穗、玉米粒、穗軸及其各个部位以及玉米堆的其他組成都有一定的特性,这些特性决定着整个玉米堆的吸湿性、导热性和孔隙性。因此,鑑定玉米果穗和玉米粒的上述物理特性乃是本著作的重要部分。

本書也說明玉米果穗的生理学和生物化学特点,例如各个成熟期內的玉米粒和穗軸在生物化学方面的差別、水溶性糖和含氮化合物含量、酶的活性、重要的化学物質在玉米粒和果穗內的分布。这些特点所以需要加以說明,正是因为它們对于瞭解决定所藏的果穗体和玉米粒上的微生物发育强度和玉米粒在貯藏期間的生理活性的原因,具有首要的意义,从而对于設法提高玉米的保藏性具有头等的意义。本書也提到有关玉米含水量和温度对于果穗和玉米粒耐藏性的影响諸問題。闡明玉米果穗的各种微生物发生变化的条件,鑑定貯粮害虫的类别和为害。鑒于我們从事的研究如果只局限于闡明各种因素在玉米貯藏方面的作用將不可能算是終結,也將沒有重大的实际意义,我們詳細地研究过生产中各种貯藏玉米方法的工艺效能并对它們进行經濟評價。

本著作的實驗部分都是在全苏谷物及其加工品科学研究所完成的。

本著作各章和全部原稿曾經給許多專家校閱。他們提供了許多批評性意見,給予作者莫大的帮助。参加本書原稿审阅工作的有烏克蘭苏維埃社会主义共和国科学院院士 Н. Н. 庫列索夫(Кулешов),生物学博士 Н. П. 柯茲明娜(Козьмина)教授,技术科学博士 Л. А. 特里斯維亞特斯基(Трисвятский)教授,技术科学博士 Г. Г. 斯科洛班斯基(Скробанский)教授,农学副博士、斯大林獎金获得者 А. Н. 列平(Репин),生物学副博士 А. А. 彭傑尔(Бундель)。作者謹向他們致以深切的謝意。

生物学博士 В. Л. 克列托維奇(Кретович)教授在本著作准备出版过程中提供了許多寶貴意見,作者特向他表示謝意。

目 录

序.....	i
緒論.....	1
第一章 玉米作为貯藏对象的一般鑑定.....	7
玉米的植物学鑑定与商品鑑定.....	7
玉米在收获后的品質.....	14
生产中玉米果穗堆的形成.....	17
第二章 玉米的形态特征和物理特性.....	22
玉米粒和穗軸在果軸上的比值.....	22
穎果胚部和其他各部的比值.....	26
玉米穎果和穗軸及其各个部位的吸湿性.....	31
脫粒玉米堆和帶穗玉米堆的孔隙度和气流阻力.....	45
玉米粒堆的透气性.....	47
玉米果穗堆和玉米粒堆的导热性.....	51
第三章 玉米果穗(玉米粒和穗軸)的生理生物化学特点.....	57
玉米粒內干物質的累积.....	57
不同成熟度的玉米粒和穗軸的化学成分.....	59
玉米粒和果穗內重要化学物質的分布.....	77
玉米的后熟作用.....	87
影响貯藏期間玉米粒生活力的因素.....	97
各种貯藏条件下的玉米粒的呼吸強度.....	105
第四章 玉米微生物的鑑定及其对玉米粒品質的影响.....	113
正常玉米果穗的微生物.....	114
正常玉米果穗的微生物組成变化与含水量和温度的关系.....	119
霉菌在零下低温下的发育.....	129

玉米粒的裂紋和破碎對其受霉菌感染的影響·····	131
微生物與玉米粒和穗軸的水溶性物質的關係·····	133
霉菌對玉米粒品質的影響·····	134
第五章 玉米粒的害虫·····	142
害虫的種類·····	143
害虫為害的範圍和性質·····	146
玉米粒害虫防除法·····	151
第六章 溫度和含水量的不同組合對玉米果穗耐藏性的影響·····	156
含水量和溫度對玉米耐藏性影響的研究·····	157
果穗的含水量、溫度和貯藏期限對玉米粒品質的影響·····	159
玉米果穗安全貯藏的最大容許期限·····	163
玉米果穗安全貯藏的最大容許期限的預報·····	168
第七章 玉米果穗在生產條件下的各種貯藏方法及其經濟 評價·····	172
蘇聯積谷貯藏各種方法的發展概述·····	172
玉米果穗在露天場上的貯藏·····	175
玉米果穗在玉米倉內的貯藏·····	187
玉米果穗在強力通風倉內的貯藏·····	197
玉米果穗在強力通風的遮棚下的貯藏·····	206
提高玉米果穗堆強力通風的有效性·····	211
玉米果穗在入藏前的分級和果穗裝倉的方法·····	218
果穗貯藏諸法的經濟評價·····	222
第八章 玉米粒的貯藏·····	227
含水量和溫度對於玉米粒貯藏期限的影響及其安全貯 藏的最大容許期限的預報·····	228
玉米粒強力通風堆藏·····	230
結論·····	235
參考文獻·····	245

緒 論

玉米粒含有很多淀粉、蛋白質和脂肪，因此广泛地供食用和飼料用以及用作为加工工业的原料。玉米既可以煮食，也可以制成罐藏食品。玉米粒可制粉，与小麦粉或黑麦粉混合可以制成风味极美且营养丰富的面包。白粒玉米广泛地用来生产品質高的米粮。在工业加工情况下，用玉米粒能制造淀粉、酒精、糖漿、糖以及其他不仅在食品工业上而且在紡織、皮革、鑄造、染料等等生产中具有重要意义的加工品。玉米胚約含有 35% 脂肪，因此从玉米胚可提出食用油及工业用油。玉米粒加工在淀粉糖漿方面的意义尤大，例如在 1937 年用玉米粒便制出占总量 40.7% 的淀粉制品 [西皮亞京(Сипягин), 1950]。淀粉糖漿工厂泡浸玉米时剩下的浸出液含有很多水溶性糖、蛋白質和无机物質，它是培养真菌以制造抗生素(青霉素和鏈霉素)的极好的培养基。

玉米在畜牧业中具有极其重大的意义。种植玉米可得大量青莖和叶等地上部分，这些正是家畜和羊的良好飼料。玉米粒是各种家畜的头等精料，它在养猪业中的意义尤大。

玉米消耗的播种材料远較小麦和其他主要谷类作物为少，而产量却比他們約高到两倍 [普里亞尼什尼柯夫 (Прянишников), 1929]，現有許許多多集体农庄和国营农場在大面积生产情况下每公頃获得 40—50 公担玉米的事蹟。先进的集体农庄和社会主义农业能手的产量还更高。社会主义劳动英雄高产能手 М. 奥捷尔奈依(Озерный), С. 維施达克(Виштак), Т. 捷姆梁娜雅(Земляная), Т. 馬尔津(Марцин), Е. 布拉彻夫斯基(Блажевский), Е. 多利紐克(Долинюк), М. 庫查(Куца)等依靠米丘林生物科学的成就多年来在每公頃土地上都得到 80—120 公担产量。

玉米的高額产量在很大程度上乃是它对玉米主要栽培区的生長条件有生物学适应性的結果。玉米是一种相当抗旱的作物，因此在干旱地区也能栽种玉米。玉米所以能够抗旱，不仅是因为玉米的蒸騰系数比其他谷类作物为小，从而形成單位重量的干物質所需要的水分少，而且是因为它能利用7、8月晚期雨水供本身发育。玉米栽培老区（森林草原地区和草原地区）的特点是5、6月甚至7月上半月降雨量小，在7月末和8月份降雨較多，而这时的雨水只有晚熟作物能够利用。玉米是一种需要中耕的作物，这对于保水也有重大的意义，因为經常松土可以减少因表土蒸发水分而造成水分无謂消耗。

玉米是春小麦和部分冬小麦的良好前作。它要求經常进行行間管理，因此它是清除田間杂草的极其重要的工具。

玉米系在晚春播种，晚秋收获玉米粒；这时其他谷类作物以及象向日葵这样的中耕作物都已經播种或收获。这样，便有可能正确与勻調地利用劳动力、牲畜和全部机器拖拉机。此外，晚期播种玉米，还有可能在冬小麦和冬黑麦冻死的地上补种玉米，弥补冬小麦和黑麦的死亡。

玉米傳到我国的时间較早；現依据推測，在上世紀中叶，在农民田地上便見到玉米。H. H. 庫列索夫(1928)引証1847年的法令，該法令規定地方政权要协助將玉米推广到农民的地上：“在南部各省，例如在阿斯特拉罕省、赫尔松省、叶卡捷林諾斯拉夫省、塔夫里省以及在高加索区域的一半公地上种植玉米，收后分发給需要种子的农民。”1857年出版的玉米栽培指南中，有下述記載足可証明玉米的分布：“在赫尔松省內，我，喀什科(Кешко)本人，首先在大面积土地上栽种玉米(1851年)，并怀着兴奋的心情認為不仅在地主中間，而且在一般居民中間必有人做此法例”[喀什科和巴利姆謝斯托夫(Палимсестов), 1857]。

由于玉米本身具有很高的品質，苏联农业中广泛种植玉米。这

从十月革命后苏联玉米播种面积迅速增長的事实中便可見一斑。在1931年,玉米播种面积为四百五十万公頃;在偉大的卫国战争时期,玉米播种面积略有減縮;在1953年,玉米播种面积为三百五十万公頃,而1954年目的在于收玉米粒的玉米播种面积比1953年增加七十五万六千公頃。

鑒于玉米的飼用价值极大而产量又高,苏共中共特別注意扩大玉米播种面积和提高玉米总产量的問題。苏共中央全体會議根据 H. C. 赫魯曉夫的報告在1955年1月31日所作的決議中規定:“应当十分重視扩大作为增加谷物总产量最重要的潜力的玉米的播种面积,并且認為到1960年,玉米的播种面积必須至少达到两千八百万公頃。”

党和苏維埃組織广泛展开扩大玉米播种面积的工作,这一工作的規模証明上述決議將能提早完成。

在1955年以前,目的在于收玉米粒的玉米主要栽在北高加索、烏克蘭苏維埃社会主义共和国、摩尔达維亞苏維埃社会主义共和国和格魯吉亞苏維埃社会主义共和国。在烏克蘭的草原地区、在摩尔达維亞、格魯吉亞以及在北高加索,玉米在谷类作物总播种面积中所占的比重非常大,在某些地区(摩尔达維亞苏維埃社会主义共和国、烏克蘭苏維埃社会主义共和国的外喀尔巴阡省)占谷物总播种面积的15—20%,仅次于冬小麦,居第二位。在沃罗奈什省、庫尔斯克省、薩拉托夫省、契卡洛夫省、斯大林格勒省、沿海边区、哈薩克斯坦的南部諸省、吉尔吉斯苏維埃社会主义共和国和烏茲別克苏維埃社会主义共和国的玉米播种面积也很大。

在偉大的卫国战争之后,玉米的播种面积逐漸扩展到較北的地区。例如在1930年,在烏克蘭的森林草原地区(其中包括有波尔塔瓦省)还仅仅刚刚开始研究是否可能栽种玉米,而現在这些地区有成千上万公頃土地用来栽种玉米。在战后期間,在基輔省、契尔尼戈夫省、苏麦省、日托米尔省的很大面积上也开始栽种玉米。

在中央黑土地帶諸省、伏尔加河沿岸以及南烏拉尔,玉米的播种面积也在扩大。广泛的生产試驗表明,在白俄罗斯苏維埃社会主义共和国、莫斯科省和高尔基省、韃靼苏維埃社会主义自治共和国、巴什基尔苏維埃社会主义自治共和国都有可能栽种高產速熟的品种玉米。現在,玉米向較北地区推进的規模尤大。

在品种組成方面,栽种目的在于收玉米粒所用的品种,几乎都是馬齿类型和硬質类型品种,粉質类型品种很少。至于甜質类型品种和爆裂类型品种的播种面积不大,因为这两种玉米沒有很大的商品意义。

現在,在玉米栽培区的南部各地,其中包括烏克蘭的草原部分,馬齿品种的播种面积超过硬質品种的播种面积。然而,在南方硬質品种还是占很大的面积。由于它們成熟快,因此它們在將玉米推广到較北地区方面具有特別重大的意义。硬質玉米和馬齿玉米天然和人工杂交而成的半馬齿类型諸品种所占的播种面积逐漸在扩大,現已达到很大的規模。苏維埃育种家們在玉米人工杂交工作方面已經获得极好的結果;很多杂交种早已广泛用于生产中。

国家採購系統收購的玉米多半是帶穗玉米,脫粒玉米只占少数。按照苏共中央一月全体會議的決議,帶穗玉米的採購量还将要迅速增大。就是在最近几年內,“谷物採購”站將要採購大量玉米,这些玉米必須很好保存,不使它变質。

現在,玉米主要还是根据个体农业累积的实际經驗按老法貯藏,很少考虑到由于大量貯藏所产生的新質状态的并具有重大意义的諸特点。在貯藏大量帶穗玉米和脫粒玉米时,如同在貯藏大量結穗作物的谷粒时一样,由于谷物堆各組成的品質的不同以及由于其他原因使水分交换和热交换作用难于进行,堆內进行的微生物过程和生理生物化学过程也就不同于在少量貯藏时的情况。我国著名的谷物学家 E. A. 阿格罗諾莫夫(Агрономов)在1930—1933年开始研究玉米的貯藏狀況,但到后来該項研究未得到应有

的發展。А. Н. 列平在烏克蘭 В. В. 庫依貝曉夫 (Куйбышев) 谷物科學研究所進行了多年的研究工作，這些研究亦有其價值，不過只考慮到集體農莊的條件，供試驗的玉米數量也較小。

在國外，包括在美國，玉米播種面積在谷類作物總播種面積中早已占有很重要的地位，但至今還沒有制訂出多少有科學根據的大量貯藏帶穗玉米和脫粒玉米的措施。所發表的著作僅是一些表明美國研究工作者的企圖闡明各種因素對於貯藏期間玉米品質的影響的零星事蹟。

本著作的目的是在於填補蘇聯文獻中有關闡明大量貯藏國家採購系統擁有的帶穗玉米和脫粒玉米問題方面的空白。

第一章 玉米作为貯藏对象的一般鑑定

玉米的植物学鑑定与商品鑑定

玉米(*Zea mays* L.)按玉米粒胚乳角質部分的发育程度,按玉米粒的外形和形态,可分为七个植物学类型:硬質类型、馬齿类型、半馬齿类型、粉質类型、爆裂类型、甜質类型和蜡質类型。苏联栽培較多的有以下五个植物学类型:硬質类型、馬齿类型、半馬齿类型、粉質类型和爆裂类型。其中商品价值最大的是硬質类型、馬齿类型和半馬齿类型諸品种(图1)。我国栽培最多的重要品种的果穗具有下列特征(表1)。

集体农庄和国营农場交售給国家采購系統的玉米几乎全是帶穗玉米,脫粒玉米只有少数。

現將規定的玉米基準列于下(%):

	水 分	生芥雜質	谷物雜質	破損果穗
果 穗	22.0	1.0	2.0	5.0
玉 米 粒	17.0	1.0	2.0	—

限制标准如下:

标 誌	果穗	玉米粒
玉米粒含水量, %		
适于铁路沿綫和碼頭附近的采購站接收	25.0	17.0
适于远离铁路和碼頭采購站接收	—	17.0
生芥雜質, %	8.0	8.0
其中罹病果穗	3.0	—

标	誌	果穗	玉米粒
其中罹病粒		—	2.0
价值不完全的果穗, %		15.0	—
其中罹病果穗		8.0	—
破損的健康果穗, %		40.0	—
谷物杂质, %		—	12.0
其中罹病粒		—	3.0

凡有下述品質標誌的玉米以及发热的、有腐敗味、霉味或其他方面非原有气味的(煤油、汽油、蔡等)、受米象和其他仓虫为害的玉米, 国家採購系統概不接收。玉米應該有已清除苞叶的果穗95%以上。

玉米的重要商品特征就是玉米粒的硬度和顏色。採購的以及发出去供食用、飼用和加工用的玉米根据这些特征可分成以下六个类型:

类型代号和名称	本类型的典型品种
I. 黄粒馬齿类型	第聶泊罗彼得罗夫玉米, 李民格玉米, 明尼苏达13玉米, 克雷格玉米, 全苏植物栽培研究所杂交种42玉米等
II. 白粒馬齿类型	斯忒林玉米, 白粒哈尔科夫玉米, 白粒澳舍梯 (Осетинская) 玉米, 全苏植物栽培研究所 25 玉米等
III. 黄粒硬質类型	沃罗奈什 76 玉米, 格魯學夫玉米, 黄粒摩尔达維亞玉米等
IV. 白粒硬質类型	白粒高加索玉米, 北达科特玉米, 斯維爾德洛夫玉米, 柯斯賓捷夫 (Костычевская) 玉米, 稻米型 645 玉米等
V. 黄粒半馬齿类型	胜利号杂交种玉米, 合作号杂交种玉米, 布科文杂种 1 号玉米等
VI. 白粒半馬齿类型	白粒半馬齿型玉米等

玉米硬度系用从果穗中部取下的玉米粒加以測定。

淡紅粒玉米属于白粒类型, 而橙黄粒和淡黄粒玉米属于黄粒类型。

表 1 苏联栽培玉米的主要品种的鑑定

类型、品种	栽 培 地 区	果		穗	玉 米		
		形 状	重量, 克		花穗色泽	玉米粒占果 穗重, %	顏 色 千粒重, 克
硬質类型							
阿巴施(Абашская)玉米	格魯吉亞蘇維埃社会主义共和国	微橢圓形	65—80	主要呈白色		80—82	深黃色 450
別薩拉布卡(Бессарабка)玉米	烏克蘭和摩尔达維亞蘇維埃社会主义共和国	微橢圓形	53—65	白色, 常夾 杂紅色		73—79	深黃或橙黃色 50—220
沃罗登什 76 玉米	沃罗登什和罗斯托夫省	圓錐形	60—140	白色			黃色 200
格魯季夫(Грушевская)玉米	烏克蘭蘇維埃社会主义共和国、克里米亞省和罗斯托夫省	圓錐形	150 和更多	白色		77—79	淡黃色 240
依梅烈达(Имеретинский)杂种	格魯吉亞蘇維埃社会主义共和国	微橢圓形	200—400	白色		75—78	鮮黃色 260—450
高加索白粒硬質玉米	格魯吉亞內省、斯塔夫罗波尔边区、达格斯坦自治共和国、卡巴尔达自治共和国、北奧謝梯亞自治共和国	微橢圓形	130—175	白色很少夾 杂紅色		80—81	白色 250—300
基希卡斯(Кликасская)玉米	契卡洛夫省	几乎呈圓筒形	130	白色		70	白色 250
罗森伯格(Розенбергская)玉米	薩拉托夫省和斯大林格勒省	微橢圓形	140	白色		79—81	黃色 200

类型、品种	栽培地区	果			穗	玉米		粒
		形状	重量, 克	花穗色泽		玉米粒占果穗重, %	颜色	
北达科特(Северодакотская)玉米	阿斯哈拉罕省、沃罗奈什省、库尔斯克省、薩拉托夫省、斯大林格勒省、契卡洛夫省、烏克蘭共和国、格鲁吉亚共和国	微椭圆形	130	白色	73—82	白色	200—300	
斯帕索夫(Спасовская)玉米	薩拉托夫省	微椭圆形	80	白色	81—84	黃色	125—150	
馬齿类型								
阿扎梅特(Аджаметская)玉米	格鲁吉亚共和国	微椭圆形	80	白色	83	白色	340—520	
哈尔科夫(Харьковская)白粒馬齿玉米	烏克蘭共和国、卡巴尔达自治共和国、罗斯托夫省	微椭圆形	160—180	白色	80—82	白色	214—270	
第聂泊罗彼得罗夫玉米	达格斯坦自治共和国、摩尔达维亚共和国	微椭圆形	120—180	紅色	82—84	黃色	200—250	
庫班(Кубанский) 135 杂种玉米	克拉斯诺达尔边区、卡巴尔达自治共和国	几乎呈椭圆形	200	紅色	80	黃色	230—250	
克魯格(Круг)玉米	格罗兹内省、达格斯坦自治共和国、格鲁吉亚共和国	几乎呈椭圆形	170—200	紅色	82—86	黃色	220—300	
李民格(Лининг)玉米	克拉斯诺达尔边区	圓筒形	230—260	紅色	82—86	黃色	253—275	
明尼苏达(Миннесота)玉米	格罗兹内省、克里米亚省、	几乎呈圓筒形	130—180	紅色	81—84	黃色	200—280	