



玉米及其加工成品的儲藏

辽宁省粮食厅 编著

中国财政经济出版社

玉米及其加工成品的儲藏

辽宁省粮食厅 编著

中国財政經濟出版社

1964年·北 京

玉米及其加工成品的儲藏
辽宁省粮食厅 編著

*

中国財政經濟出版社出版
(北京永安路18号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第111号

中国財政經濟出版社印刷厂印刷

新华書店北京发行所发行

各地新华書店經售

*

787×1092毫米¹/₃₂•3¹⁰/₃₂印张•71千字

1964年11月第1版

1964年11月北京第1次印刷

印数: 1~3,000 定价: (科三) 0.34元

統一書号: 15166·212

目 录

前 言	(5)
一、玉米的形态与构造	(7)
(一) 形态	(7)
(二) 构造	(9)
二、玉米及其加工成品的物理性质	(11)
(一) 散落性	(11)
(二) 自动分级	(12)
(三) 密度与孔隙度	(13)
(四) 导热性	(14)
(五) 吸附性	(16)
三、玉米及其加工成品的化学成分	(19)
(一) 碳水化合物	(19)
(二) 蛋白质	(20)
(三) 脂肪	(20)
(四) 水分	(20)
(五) 酶	(22)
四、玉米及其加工成品在储藏中的正常变化	(23)
(一) 温度变化	(23)
(二) 水分变化	(26)
五、玉米及其加工成品发热的原因及预防方法	(30)
(一) 发热霉变的基本原因	(30)
(二) 发热霉变的主要条件	(33)
(三) 发热霉变的現象与过程	(35)

(四) 预防发热霉变的方法.....	(44)
(五) 玉米及其加工成品发热的处理.....	(55)
六、玉米及其加工成品储藏中的害虫与防治.....	(57)
(一) 害虫的来源.....	(57)
(二) 害虫栖息的部位.....	(58)
(三) 几种主要害虫的形态与习性.....	(59)
(四) 防治害虫的方法.....	(67)
七、玉米及其加工成品的储藏与管理.....	(74)
(一) 储藏方法.....	(74)
(二) 管理措施.....	(90)
附录：玉米脱粒机.....	(102)

前 言

玉米，又叫玉蜀黍。还有苞米、苞谷、苞芦、苞粟、苞萝、棒子、玉茭、六谷、珍珠米、观音粟、玉榴等名称。玉米是我国杂粮产区的主要食粮，又是酿造、医药生产的重要原料和优质的牲畜饲料。经研究认为，在四千五百年前中美的墨西哥和南美的秘鲁高原，就有玉米的生产。一五三七年田艺衡所著“留青日札”中，就有关于玉米的记载。因此推断大约在十六世纪中期或前期玉米就已传入我国，至今已有四百多年的种植历史。

在我国，玉米的分布极广。尤其全国解放以后，随着农业生产的发展，玉米的播种面积和产量不断增加。目前，南自海南岛，北至黑龙江，西起新疆、西藏，东迄沿海省市，都有种植。产量仅次于稻谷和小麦。

有种植，就有储藏。我国广大劳动人民，在长期生产劳动中，对玉米的储藏，创造了许多方法，积累了不少经验。特别自新中国建国以来，由于党和政府对粮食保管工作的重视，全国担负粮食保管工作的职工、粮食科学研究部门，针对玉米的特点，以及玉米碴（玉米磨成的碎块）、玉米面在储藏过程中极易发霉、变味等现象，曾采取各种措施进行了较长时间的安全保管实验，并经过十多年的工作实践，取得了很多经验。为了更好地交流经验，互相学习，共同提高，进一步把玉米及其加工成品保管好，我们搜集了有关资料，编写成这本小册子，以便于基层担任粮食保管工作的同志学习和参考。但由于我们的水平所限，加之全国各地的气候、

儲粮条件等不同，不当之处在所难免，希望读者提出批评和指正。

我们在编写这本小册子的过程中，得到了粮食部儲运司的大力帮助，特此致谢。

一 玉米的形态与构造

(一) 形态 玉米的种类很多，子粒的形态也不一样。有近圆、扁圆形的，也有扁长和略方形的。有的外表平滑坚硬，还有的顶部凹陷质软。玉米粒的颜色，以黄、白两种比较普遍，红色的不多，蓝、紫等色的更少。按玉米粒的外部形态和内部组成物质，大体可以划分为九种类型（图1）。



图1 各种类型玉米粒切面

- 1.硬粒型；2.馬齿型；3.半馬齿型；4.糯質型；5.爆裂型；
6.粉質型；7.甜質型；8.有稈型；9.甜粉型

1.硬粒型（也叫硬粒种或燧石种） 子粒多为方圆形，黄色。外层坚硬透明，表面平滑，有光泽。内部角质胚乳较多。加工时，出碴率高，出面质量好。

2.馬齿型（也叫馬牙种） 子粒多为扁长形，黄、白色。粒内两侧为角质胚乳，顶部及中部为粉质胚乳。子粒干燥后，因粉质胚乳显著收缩，顶部凹陷，形如马齿，故此得

名。

3. 半馬齿型（也叫半馬齿种或中間型） 粒形、颜色与馬齿型大体相似，只是粒顶部的粉质胚乳比馬齿型少，凹陷深度比馬齿型浅。

4. 糯質型（也叫蜡質种） 子粒多为方圆形，黄、白色。表面坚硬平整，不透明，无光泽。胚乳全部为角质，如蜡状，性粘，水解后，容易形成胶状的糊精，因而一般叫做粘玉米。

5. 爆裂型（也叫爆粒种） 粒小而圆，顶端突出，下部略细，黄、白、红、蓝、紫等色均有。外层坚硬，半透明。胚乳多为角质，只在中部有少量的粉质。这种类型的玉米，在高温下，由于中部粉质胚乳内的水分形成空气而膨胀，在向外排出时，受外层角质胚乳的阻挡，因而极易爆裂成花。

6. 粉質型（也叫軟粒种或軟質型） 子粒的形状与硬粒型相似，乳白色，无光泽。胚乳全部为粉质。由于粉质胚乳组织疏松，所以比较容易磨粉。

7. 甜質型（也叫甜味种或甜玉米） 子粒大而方圆，有黄、白等色。干燥后，表面皱缩，外层坚硬，半透明。粒内大部分为角质胚乳。嫩时含糖量大，可做罐头等食品。

8. 有稃型 粒形扁长，外层坚硬，各种颜色均有。子粒的外部，由一长稃（颖片及内外颖的变形，如壳状）所包。粒内多为角质胚乳。是一种较为原始的类型。

9. 甜粉型 子粒多为方圆形，黄、白色。在品质上，是位于粉质型和甜质型之间的一个品种。粒的上半部与甜质型相同，为角质胚乳。下半部与粉质型相同，为粉质胚乳。故称之为甜粉型。

上述九种类型玉米中，目前我国产量较大、儲藏数量

较多的，有硬粒型、马齿型和半马齿型三种。硬粒型玉米，由于粒内角质胚乳较多，组织紧密，外部坚硬，因而吸湿性较小，抵抗霉菌侵害的能力较强，比其它类型的玉米好储藏。马齿型玉米胚部较大，含脂肪多，粒内粉质胚乳也比较多（粉质胚乳愈多，粒的顶部凹陷愈深），粒质结构比较疏松，因而吸湿性较大，抵抗霉菌侵害的能力较差，不如硬粒型玉米好储藏。半马齿型玉米，粒内角质胚乳和粉质胚乳的含量，以及组成状况，均介于硬粒型和马齿型中间，在储藏中，不如硬粒型的玉米好储藏，但优于马齿型玉米。

（二）构造 玉米粒主要由果皮、种皮、胚乳和胚四部分组成（图2）。

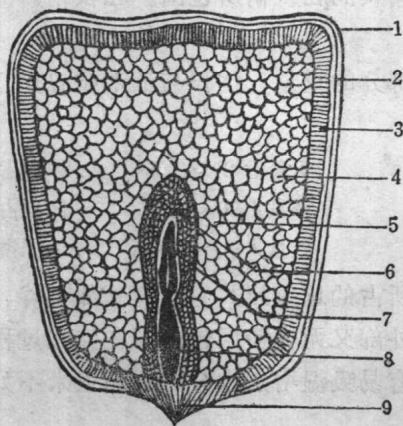


图2 玉米粒纵切面

- 1.果皮；2.种皮；3.糊粉层；4.角质胚乳；5.粉质胚乳；
6.胚胎；7.胚芽；8.胚根；9.胚根鞘

果皮和种皮 均由粗纤维组成。果皮在玉米粒的最外层。种皮在果皮的里面，很薄。由于玉米粒的果皮与种皮紧

密相连，不易区分，因而习惯上一般统称为果皮。

胚乳 在种皮的里面，外层为糊粉层。糊粉层里面的胚乳，有角质胚乳和粉质胚乳的区别。角质胚乳，组织紧密，含蛋白质较多，并呈半透明状。粉质胚乳，组织疏松，含淀粉较多，不透明。角质胚乳和粉质胚乳的多少，因玉米粒的类型不同而不一样，是分类上的依据之一。玉米粒的颜色不同，就是由于胚乳内所含的色素不同所致。黄玉米的色素，存在于糊粉层和角质胚乳内，因而磨成碴和面后，仍然是黄色。红、蓝、紫等色的玉米色素，只存在于糊粉层内，剥除糊粉层后的胚乳，则为白色。

胚 位于玉米粒的基部。由胚胎、胚芽、胚根组成。胚根的外部，由帽状的胚根鞘所包围。胚根鞘，一般称之为尖冠。

玉米粒各部分的重量、体积与玉米粒总重量、体积的比例约为：

果皮与种皮	重量占 2 ~ 5 %	体积占 5 % 左右
胚乳	重量占 80 ~ 90 %	体积占 60 ~ 65 %
胚	重量占 8 ~ 15 %	体积占 30 ~ 35 %

玉米胚部所占的比重比其它粮食（如稻谷、小麦、大豆等）大，胚的外部又无糊粉层包围，在储藏过程中如遇环境湿度大时，便容易吸湿增加水分，因而玉米不如其它原粮好储藏。

二 玉米及其加工成品的物理性質

玉米及其加工成品的物理性質，与其它粮食大体相同。但各种物理性質的具体状况，又与其它粮食有所不同。每一种物理性質，对玉米及其加工成品的儲藏，能起好的作用，但也能起不好的作用。全面了解这些物理性質，并正确地加以运用，对确保玉米在儲藏期间的安全，减少损失损耗，节省费用开支，都有着直接的关系。玉米及其加工成品的物理性質，主要有以下几种：

(一) 散落性 粮食粒与粒之间的內聚力很弱，容易散落，这种性能，叫做散落性。散落性的强弱，是以靜止角来表示的。靜止角，就是粮食在不受外界影响的条件下，自然流落到地平面上的圆锥体粮堆的斜面与地平面所形成的角度。靜止角愈大，粮食的散落性愈弱；靜止角愈小，粮食的散落性愈强。玉米及其加工成品的靜止角约为：

玉 米	30~40度
玉米碴	32~42度
玉米面	40~50度

同样是玉米，但靜止角大小，即散落性强弱，并不完全相同。这是因为，玉米粒的形态、水分，以及所含杂质的种类和多少等因素不同所致。一般是粒大、形状近圆、表面平滑、水分小、杂质少的玉米，散落性就强；粒小、形状扁长、表面凹陷不平、水分大、有机杂质多的玉米，散落性就弱。

如果和其它粮食相比较，玉米的粒大形扁，玉米碴的棱角较多，玉米面的内聚力较大，因而散落性都比较弱。玉米及其加工成品的散落性弱，储藏中的有利方面是，在无阻挡的情况下，能堆积的较高，增加仓存量，节省资材；对仓墙的侧压力较小，有利于延长仓房的使用寿命。但在翻倒时，不易自动散落，须经常在粮堆上加以搅动。

(二) 自动分级 粮食移动时，不同质量的粮食，自然聚集在不同部位，这种现象，叫做自动分级。玉米入仓时发生自动分级，主要有两方面的原因：一方面是，在一批玉米中，粒的形态、比重不同，所含杂质的种类和多少也不一样，入仓时，体积较小、比重较大、表面平滑的玉米粒，或小而重的杂质，就因其摩擦力较小，流动性大，多流落在下部。而体积较大、比重较小、表面凹陷不平的玉米粒，或大而轻的杂质，因摩擦力较大，流动性较小，多停留在上部。另一方面，入仓时的操作方法，对玉米的自动分级也有直接的关系。如用麻袋或箩筐盛装，人工倒粮，倒粮的部位多，并且边倒边进行摊匀，因而一般没有明显的自动分级现象。若用输送机入仓，玉米从输送机顶端落入粮堆，空间距离较高，子粒的冲撞力较大，加之输送机的震动，所以小而重的杂质和瘪瘦未熟的子粒，多落在堆囤的中心；大而轻的杂质，多落在靠墙或囤的边缘部位（图3）。若有风的情况下入仓，则大部分杂质和瘪瘦未熟的子粒，多落在下风口处。

玉米入仓时发生自动分级，一般来说对其储藏没有什么好处。由于自动分级，往往在一个玉米堆囤中，出现有的部位粮质较好、杂质较少，而有的部位粮质较次、杂质较多。质量好、杂质少的地方，对储藏安全有利，但质量次、杂质

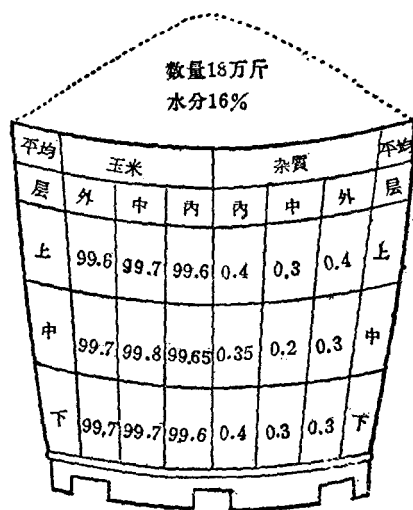


图3 输送机入囤玉米自动分级情况

多的地方，温度和水分不易散发，极易造成发热生霉；在熏蒸杀虫时，杂质多的地方，药剂也不易渗透，影响杀虫效果。因此，在玉米入仓时，应尽量防止自动分级的现象。

(三) 密度与孔隙度 一个粮堆的体积，通常由三部分组成：①粮粒；②杂质；③气体（空气）。粮粒和杂质占粮堆体积的百分比，叫做密度；气体占粮堆体积的百分比，叫做孔隙度。粮堆的密度与孔隙度成反比，密度愈大，孔隙度愈小；密度愈小，孔隙度愈大。玉米及其加工成品的密度与孔隙度约为：

玉米	密度45~65%	孔隙度35~55%
玉米碴	密度40~60%	孔隙度40~60%
玉米面	密度60~80%	孔隙度20~40%

每个玉米堆囤的密度与孔隙度大小，还因玉米粒的形态、所含杂质的种类和多少、玉米水分的大小、堆囤的高低、储藏期限的长短等不同而不一样。一般是粒小、形状近圆，表面平滑，碎小的杂质多，水分小，堆囤较高，储藏时间较长的玉米堆囤，密度较大，孔隙度则较小。反之，密度就小，孔隙度则较大。在储藏中，密度大的玉米堆囤，可以增加仓存量，节省资材，便于保持低温，利于进行密闭和防止玉米吸湿，但在温度高、水分大的情况下，则不如孔隙度大的堆囤易于通风和散发温度、水分；在熏蒸杀虫时，也不如孔隙度大的堆囤，便于药剂渗透，杀虫效果好，散放毒气快。

(四) 导热性 粮食传导热的性能，叫做导热性。导热性的大小，是以导热系数来表示的。导热系数，就是指一小时内，通过一立方米体积的粮食，使其上下两面相差 1°C 所需的热量，通常以 $\frac{\text{大卡}}{\text{米} \times \text{小时} \times ^{\circ}\text{C}}$ 来表示。导热系数愈高，导热性也愈大，导热系数愈低，导热性也愈小。玉米的导热性与其它粮食大体相同，其导热系数均约为 $0.12 \sim 0.2$ ，因而是一种导热性不良的物质。我们在实际工作中，常常发现，储藏中的玉米，在正常的情况下，一个堆囤各个部位的温度，有时相差很大。如外层粮温一般与仓温、气温接近，中部粮温则与仓温、气温有一定的距离，内部的粮温与仓温、气温相差更大。其原因，就是由于玉米导热性不良的缘故（图4）。

玉米在储藏中的导热性大小，还与储藏的方式和玉米水分的大小有密切关系。储藏中的玉米，传热的方法大体有三种：玉米粒传导；空气对流；太阳辐射。但一般玉米堆囤，

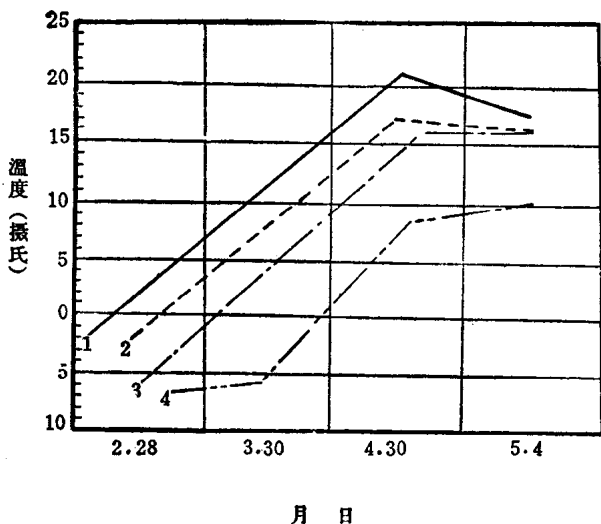


图4 露天玉米囤不同深度的粮温

1.气温；2.半尺深粮温；3.三尺深粮温；4.囤中心粮温

由于外部有苫盖物，太阳光不易直接照射在子粒上，因而热在堆囤中的传播，基本上是通过子粒传导和空气对流两种形式。这样，体积较小，表层面积较大的玉米堆囤，因接触空气面积大，其导热性就比较大。水的导热系数为0.5，比玉米的导热系数高，所以水分大的玉米，导热性也比较大。反之，导热性则较小。总之，玉米及其加工成品，都是导热性不良的物质。导热性不良，在储藏中有两种作用：一种是，在气温低时入仓，便于保持低温，有利于抑制虫霉的繁殖发育，对安全储藏有利；而另一种是，在气温高时入仓，则粮堆内的温度不易散发，这又会给安全储藏增加困难。因此，对储藏的玉米及其加工成品，不论在入仓的过程中，还是在

整个儲藏期间，都应利用其导热性不良的有利方面，避免和防止其不利方面，以达到安全儲藏的目的。

(五) 吸附性 粮食能吸附各种气体和气味，这种性能，叫做吸附性。玉米之所以有这种性能，主要是由于玉米粒是一个多孔毛细管的胶质物体，各种气体从玉米堆囤的孔隙渗入后，便能通过玉米的毛细管，被吸着在玉米粒的表面，或吸收入玉米粒的内部中去^①。如，把玉米与其它有特殊气味的东西存放在一起，便会沾染异味，就是这个原因。

玉米除能吸附各种气体和气味以外，在儲藏过程中，比较明显的是，还能吸附水蒸气。如水分小的玉米，在环境湿度大的情况下，便会将空气中的水蒸气，由毛细管吸附到玉米粒的内部，增加水分，这种现象，一般叫做吸湿作用。

玉米吸湿作用的大小，主要取决于子粒本身的状态和环境湿度的高低。一般破碎粒多，虫蚀粒多，粒面凹陷不平的玉米，由于其接触空气面积较大，吸湿作用就比较强；玉米水分小，儲粮环境湿度高，吸湿作用也比较强。反之则比较弱。从子粒的本身来看，各个部分的吸湿作用也不一样。玉米的胚部较大，组织疏松，外部又无糊粉层包围，因而胚部比胚乳等部分的吸湿作用强。

我们在具体工作中，还常常发现，玉米不仅能吸湿增加水分，有时也能散湿减少水分。这是因为，当玉米的水分大，温度高，儲粮环境湿度小时，玉米内的水分也会蒸发为

① 玉米的吸附现象，具体可划分为吸着、吸收、毛细管凝结和化学性吸附四种。吸着是气体被吸着在玉米粒的表面上；吸收是气体被吸收入到玉米粒的内部中去；毛细管凝结是气体被吸入后，在玉米粒的毛细管中凝结成液体；化学性吸附是气体被吸入后与玉米粒内的成分起了化学变化。这四种现象，总称为吸附。