

稻谷和大米的儲藏

紀 史 編 著

類

131

中国財政經濟出版社

稻 谷 和 大 米 的 儲 藏

紀 史 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} • 2^{8/32} 印张 • 4 字

1963年7月第1版

1963年7月北京第1次印刷

印数: 1~8,500 定价: (8)0.24元

統一書号: 4166 • 067

稻谷和大米的儲藏

纪 史 编 著

中国財政經濟出版社

目 录

前 言	(4)
一、稻谷的形态与结构	(5)
二、稻谷的物理特性	(7)
(一) 散落性	(7)
(二) 孔隙度	(8)
(三) 导热性	(8)
(四) 吸附性	(9)
三、稻谷的组成成分	(11)
(一) 碳水化合物	(11)
(二) 蛋白质	(12)
(三) 脂肪	(12)
(四) 水分	(13)
(五) 酶	(14)
四、稻谷在储藏中的生命活动	(14)
(一) 呼吸作用	(14)
(二) 后熟作用	(16)
五、微生物对稻谷储藏的影响	(16)
六、储粮害虫在稻谷储藏中的危害	(19)
七、温度水分变化与稻谷储藏的关系	(27)
(一) 正常情况下稻谷温度的变化	(27)
(二) 正常情况下稻谷水分的变化	(34)
(三) 稻谷在储藏中的不良变化	(35)
(四) 相对安全水分	(48)

八、稻谷儲藏方法.....	(49)
(一) 仓內散裝儲藏.....	(50)
(二) 仓內包裝儲藏.....	(54)
(三) 露天散裝儲藏.....	(56)
(四) 露天包裝儲藏.....	(57)
九、稻谷儲藏中的技术管理.....	(58)
(一) 親情检查.....	(59)
(二) 降低稻谷水分.....	(61)
(三) 降低稻谷温度.....	(65)
(四) 掌握門窗启閉.....	(67)
(五) 防治儲糧害虫.....	(69)

前 言

我国是世界上栽培稻谷的发源地之一，至今已有四千七百多年的历史。它的播种面积和总产量都很大。其主要产区是在长江和珠江流域，但黄河流域，东北、内蒙、新疆等地也有栽培，分布较广。

稻谷的加工成品——大米，是我国人民的主要食粮之一，因此，我国劳动人民对稻谷的储藏是十分重视的，也是有着丰富的经验的。第六世纪贾思勰所著的“齐民要术”和1824年吴邦庆所著的“泽农要录”中，都有关于稻谷储藏经验的记载。自全国解放以来，稻谷生产有了更大的发展，稻谷及大米的储藏，又占国家全部储粮总量的一半以上。因而加强稻谷和大米储藏中的各项技术措施，使之免受或少受各种损害，对做好整个粮食储藏工作具有重大意义，也是全体粮食保管人员光荣而艰巨的任务。

在我国建国以来的十几年中，在党的重视与支持下，经过全国粮食保管人员的实践和试验研究，已经初步摸索出稻谷和大米在储藏中的变化规律，也积累了不少储藏经验，为做好今后工作打下了有利的基础。近几年来，随着粮食储藏工作的发展，保管人员的队伍增加了不少新力量。为了帮助粮食保管人员增加业务知识，提高技术水平，本书汇集了稻谷和大米储藏的基础知识和基本经验，以便于学习和工作中的参考。虽然出自这样一个良好的愿望，但是由于作者水平所限，难免还存在一些问题，希望读者随时提出批评和指正。

一 稻谷的形态与结构

(一) 形态 稻谷的籽粒一般叫做稻粒。稻粒的形状可分为阔卵形、短圆形、椭圆形、直背形、新月形五种粒型^①。

一般粳稻在粒形上短而圆，大部分属于阔卵形和短圆形。籼稻则长而窄，属于椭圆形、直背形和新月形，但也因品种不同而有差异。

(二) 结构 稻粒是由颖和颖果所构成。

颖分内颖、外颖与护颖等部分(图1)，内外颖的边缘互相钩合(图2)。外颖有的有芒，有的无芒。颖色普通为黄色，也有黄棕、黑褐、红、

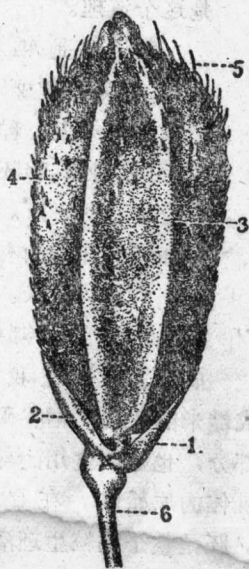


图1 稻谷籽粒的外形

1.第一护颖 2.第二护颖 3.外颖
4.内颖 5.芒毛 6.小穗梗



图2 稻谷内外颖边缘互相钩合

紫等色，因品种而异。颖的表面有钩状或针状茸毛，先端的

^① 参考丁颖主编《中国水稻栽培学》，农业出版社1961年版，第50页。

特别长。一般籼稻颖毛少而疏散，粳稻多而密集于稃上。

- 稻颖通常称为稻壳，又称着糠或大糠。主要成分为纤维，结构坚硬，对稻粒起着保护作用，能防止虫、霉的侵蚀和机械的损伤。因此，稻谷比糙米、大米容易保管，就是这个道理。



图3 稻谷籽粒的构造

颖果就是稻粒去颖，又称为糙米或碇米。糙米是由果皮、种皮、糊粉层、胚乳和胚各部分组成（图3）。种皮中如存有红色的有色体时，则成为红米。存有紫黑色的有色体时，则成为黑米（在我国较

少）。果皮、种皮和糊粉层，构成糙米的糠层，稻谷碾去糠层即成白米。胚乳占米粒的最大部分，也是供食用的部分。胚占稻粒的比重很小，是新的有机体的原始体，在显微镜下，可以看出胚芽和胚根等部分。胚是整个稻粒生理活动最强的部分（图4）。

稻粒各部分重量的比例约为：

稻壳（颖）	18~23%
糙米（颖果）	77~82%

糙米各部分重量的比例约为：

糠层（果皮、种皮、糊粉层）	7~9%
---------------	------

胚乳
胚

89~90%

2.5~3%

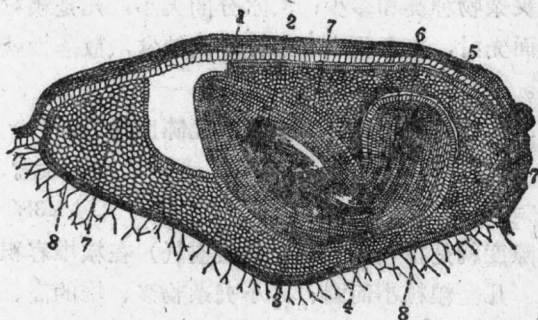


图4 稻米胚部横断面

- 1.子叶鞘 2.子叶 3.子芽 4.子茎 5.子根
6.子根鞘 7.胚宫 8.吸收层

二 稻谷的物理特性

(一) 散落性 稻谷由于是长椭圆形，粒面有茸毛，有的还有芒，因此，是一种散落性较弱的粮食；大米表面光滑，散落性较稻谷为大。稻谷与大米的静止角约为：

稻谷

33~43度

大米

23~33度

静止角就是粮食在不受外界影响的条件下，自然流落到平面上所形成圆锥体的斜面，与水平面所形成的角度。静止角大，表示粮食的散落性弱；静止角小，表示散落性强。散落性弱的粮食，在无阻挡的情况下，能堆的较高，对仓墙的侧压力较小，但自然流动的速度较慢，在移动时比较费劲；

散落性强的粮食，情况正与此相反。粮食散落性的强弱，一般受以下几方面因素的影响：1. 粮粒形状、大小和表面状态；2. 夹杂物种类和多少；3. 水分的大小。凡是粮粒大，形圆，表面光滑，夹杂物少和水分小的粮食，散落性就强。反之则弱。

(二) 孔隙度 稻谷和大米的孔隙度约为：

稻谷	50~65%
大米	43%

孔隙度就是指气体（一般就是空气）在粮堆容积中所占百分比。凡是粮粒小而圆、碎小夹杂物多、堆的高、压的实的粮堆，孔隙度就小；粮粒大、外皮粗糙、夹杂物坚硬而大或含量较少、堆低疏松的粮堆，孔隙度就大。孔隙度大的粮食有利于堆内空气的对流，容易排出粮堆中的湿热空气。但是，在外界温度高、湿度大的情况下，如不将仓库或粮面密闭起来，也会起到相反的作用。在用药剂熏蒸杀虫时，孔隙度大的粮堆，药剂容易渗透，杀虫效果好，散放毒气的时间也较短。

(三) 导热性 一个物体传导热的能力，叫做导热性。导热性用导热系数来表示。稻谷的导热系数约为0.12~0.2，而铜的导热系数是260~340。因此，稻谷的导热性是较差的。导热系数是指一小时内，通过一立方米（厚度一米）的物体，使上下两面相差1℃所需的热量，就是该物体的导热系数。导热系数一般以 $\frac{\text{大卡}^{\text{①}}}{\text{米} \times \text{小时} \times ^\circ\text{C}}$ 来表示。由于稻

① 卡为热量单位。使一克纯水温度上升1℃所需的热量叫卡。大卡是指使一公斤纯水上升1℃所需的热量。

谷导热性不良，在保管过程中，如稻温低于外温时，外温不易促使稻温上升，这是有利的一方面；但当稻温较高时，堆内的温度也不易下降，这便对储藏的稻谷有害了。水的导热系数是0.5，比稻谷为大。所以，当稻谷水分增大时，导热性也随之增大。

（四）吸附性 稻堆中有空隙，稻粒又是一个多孔的、毛细管的胶质物体，这些毛细管直径为万分之一（ 10^{-4} ）厘米至一千万分之一（ 10^{-7} ）厘米。因而，各种气体都能渗透到稻堆内，在稻粒表面和内部被吸附起来。所以，稻谷与其他有特殊气味的东西如煤油、咸鱼等放在一起，就会沾染煤油或咸鱼气味。

稻谷吸附能力的大小，取决于稻粒的完整性和环境条件。破碎粒、虫蚀粒多的稻谷，吸附能力较强；稻谷处在浓度较大的气体中或遇到容易与许多物质发生化学变化的气体时，吸附能力也较强；气温高于稻温时，稻谷的吸附性就强，反之则弱。所以，当稻谷吸附异味后，有时通过日晒等加温的办法，可以将容易挥发的异味除去。

稻谷不仅能吸附各种气体和气味，还能吸附水蒸汽。当水蒸汽吸附到稻粒的毛细管内时，在窄狭的地方会自然凝结成水。这种现象叫做吸湿作用。这也是稻谷在潮湿空气中水分会增加的原因。稻谷的各部分吸湿性能也不一样，胚部吸湿能力最强，其次是种皮，再次是胚乳。但当稻谷温度增高，或稻谷堆外面空气干燥时，稻粒内的水分又会变为蒸汽状态，通过毛细管排出，这种现象，叫做解吸作用。

稻谷的吸湿作用与解吸作用的速度相等时，稻谷的水分处于暂时平衡状态，这时的稻谷水分，也就是在当时稻谷温

度条件下与空气相对湿度^①相平衡的水分。这种平衡状态并不固定，一旦稻谷温度或空气相对湿度发生变化，稻谷的平衡水分也随之变化。其变化的关系是这样：当稻温不变时，空气相对湿度愈高，稻谷平衡水分愈大；当空气中相对湿度不变时，稻谷温度愈高，平衡水分愈小。大米与稻谷同样具有吸附性能。在不同温度条件下，稻谷和大米的平衡水分如表1和表2：

表1 稻谷的平衡水分

稻谷平 衡水分 粮 温 °C	空气相 对湿度 %	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
30		7.13	8.51	10.00	10.88	11.93	13.12	14.66	17.13
25		7.40	8.80	10.20	11.15	12.20	13.40	14.90	17.30
20		7.54	9.10	10.35	11.35	12.50	13.70	15.23	17.83
15		7.80	9.30	10.50	11.55	12.65	13.85	15.60	18.00
10		7.90	9.50	10.70	11.80	12.85	14.10	15.95	18.40
5		8.00	9.65	10.90	12.05	13.10	14.30	16.30	18.80
0		8.20	9.87	11.09	12.29	13.26	14.50	16.59	19.22

- ① 相对湿度是表示空气中水蒸汽存在量的多少。空气中含有水蒸汽的重量，通常以每立方米空气中所含水蒸汽重量（克）表示，这也叫做绝对湿度。空气中的干湿程度，不是仅依含水蒸汽量多少而定，而是以所含水蒸汽量离饱和状态的远近而定，所以，不能单以绝对湿度来表示空气中的干湿程度，空气中水蒸汽饱和量又随温度变化而变化。温度愈高，空气中能够容纳水蒸汽的量愈大。相对湿度就是空气中绝对湿度与某一温度条件下饱和水蒸汽量之比，通常用%来表示。

$$\text{相对湿度} = \frac{\text{某一温度的绝对湿度}}{\text{某一温度空气饱和时需要水蒸汽量}} \times 100$$

表2

大米的平衡水分

稻谷平 衡水分 粮温 °C	空气相 对湿 度 %	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
30		7.59	9.21	10.58	11.61	12.51	13.90	15.35	17.72
25		7.70	9.40	10.70	11.85	12.80	14.20	15.65	18.20
20		7.98	9.59	10.90	12.02	13.01	14.57	16.02	18.70
15		8.10	9.80	11.00	12.15	13.15	14.65	16.40	19.00
10		8.30	10.00	11.20	12.25	13.30	14.85	16.70	19.40
5		8.50	10.20	11.35	12.40	13.50	15.00	17.10	19.70
0		8.68	10.33	11.50	12.55	13.59	15.19	17.40	20.00

稻谷和大米的平衡水分表，可作为实际工作中掌握仓房门窗启闭的参考依据，具体方法可参阅“稻谷储藏中的技术管理”一节。

三 稻谷的組成成分

稻谷的组成成分对储藏的稳定性，起着很大的作用。保管工作的主要任务之一就是使稻谷在储藏过程中不损失或少损失具有营养价值的物质。

稻谷和大米的组成成分的比例因品种、品质、产地、土壤、储藏时间和加工精度等因素而有所不同。稻壳主要为粗纤维构成；糙米、白米则包括碳水化合物、蛋白质、脂肪、粗纤维、灰分和水分等几种主要成分（表3，4）。

（一）碳水化合物 碳水化合物是稻谷的主要营养成分，大部分存在于胚乳中，胚中也有少部分。碳水化合物是

表3 各种大米的成分 (100克样品的含量)

(根据中央卫生研究院营养系的材料)

名 称	水 分 (克)	蛋 白 质 (克)	脂 肪 (克)	碳水化合物 (克)	粗 纤 维 (克)	灰 分 (克)
糙 米	13	6.9	0.6	79	0.2	0.5
粳 米	16	6.7	0.8	76	0.2	0.5
糯 米	12	6.5	0.2	76	0.4	1.1

表4 不同精度米的成分 (100克样品的含量)

名 称	水 分 (克)	蛋 白 质 (克)	脂 肪 (克)	碳水化合物 (克)	粗 纤 维 (克)	灰 分 (克)
糙 米	11.5	9.0	2.0	75	1.0	1.5
九 二 米	11.4	8.5	1.0	78	0.5	0.6
机 米	12.4	7.5	0.5	79	0.2	0.4

稻粒赖以呼吸的基本物质，也是供给人们热量的主要物质。

(二) 蛋白质 蛋白质大部分集中在胚和糊粉层中，是稻谷活细胞的一种生活物质。蛋白质营养价值较高，但在稻谷中含量较少，尤其是精白的米，在碾去胚与糠层后，含量就更少了。

(三) 脂肪 稻谷中只含有少量脂肪，大部分分布在糊粉层和胚内。脂肪在营养上的主要功能也是供给热能，但脂肪的热量比同等重量的碳水化合物高二倍多。

稻谷中除了以上几种主要营养成分外，还含有少量的矿物质和各种维生素，也是人体营养上所需要的东西。有些维生素在稻谷温度升高，水分增大时，便开始分解。所以，在保管稻谷过程中，也应注意防止此类维生素被破坏。

(四) 水分 在稻谷保管过程中起着重要作用的是水分的变化。由于稻粒的各部分吸湿性能不一样，所以，水分的分布也不平衡。一般糙米的水分最大，稻壳水分最少，整个稻谷水分则界乎两者之间。如广东省粮食厅对13个品种的稻谷，通过实验室及生产过程的测定，平均含水分11.64%的稻谷，其加工后的粳糠平均含水分9.02%，糙米平均含水分12.09%，白米平均含水分12.24%。

在糙米内，水分分布也不平衡，以胚内最多，其次是糠层，再次是胚乳。

稻谷中的水分是以下列三种形态存在着。

化合水：这种形态的水分是组成粮食成分的一部分，如碳水化合物就是水与二氧化碳化合而成。这种水如不经过化学变化，不会放出来，一般干燥方法，不能除去它。在保管过程中也不必除掉它。

束缚水：又叫结合水，在稻谷中水分含量很少时（一般在11~12%），这些水就为稻谷中的蛋白质和淀粉等胶体物质牢固的束缚着，不能在细胞间互相交流。因此，稻谷的呼吸作用很微弱，生命活动处于近似停止状态。这时稻谷储藏的稳定性很强，不易发生不良的变化。这种形态的水分，由于被稻谷内胶体束缚的很牢固，一般的日晒、烘干等干燥方法，不能完全将它除掉，只有在用仪器测定稻谷水分时，才能将它除掉。

自由水：随着稻谷的水分的增高和温度的上升，蛋白质和淀粉等胶体对水的束缚能力逐渐减弱，这时便出现了自由水。自由水能在细胞间互相交流，促使稻谷的呼吸作用逐渐增强。一般干燥方法所去掉的水分，主要是这部分自由水。

我们通常所称稻谷的水分是指束缚水与自由水两者之

和。

(五) 酶 也叫酵素，它在稻粒中对某些物质的分解与合成，起着催化作用。酶的种类很多，但每一种酶只能起一种作用。如淀粉酶只能分解或合成淀粉，对蛋白质、脂肪都不起作用。酶的活动，必须有适宜的温度与适量的水分。在温度 20°C 以上至 50°C 的范围内，温度愈高，活动愈快。各种酶的最适宜温度范围，大约在 $35\sim 50^{\circ}\text{C}$ 之间。温度超过这个范围，酶的活动便开始衰退，达到 70°C 时，则大都停止活动。当稻谷水分低到只含有束缚水分时，酶的活动也会停止。因之低温和干燥的稻谷，储藏稳定性较强。

四 稻谷在储藏中的生命活动

(一) 呼吸作用 稻谷在生长过程中，吸收二氧化碳与水，在叶部通过光合作用合成碳水化合物。一方面维持本身生命活动，一方面积蓄在种籽（稻粒）中，以供将来种籽脱离植株独立生存与发芽生长之用。所以，稻谷在收获脱粒后，虽然不能再制造营养成分，但仍可以吸收空气中的氧气，来分解从植株带来的营养成分，以延续生命活动。其变化过程是将碳水化合物等物质分解成二氧化碳与水，排出体外，同时，也将在光合作用中吸收日光的热能释放出来，这种现象就叫做呼吸作用。有时，当稻堆中空气缺氧时，就依靠稻粒内部的氧，进行呼吸。这时的变化过程也不一样，除放出二氧化碳与热外，还会产生酒精等物质。前一种作用我们叫它需氧呼吸，后一种作用叫缺氧呼吸。缺氧呼吸比需氧呼吸放出的热量少的多。缺氧呼吸所产生的酒精，在稻谷

内部积累，就会抑制稻谷的生活机能，最后使稻谷丧失发芽力。从以上变化可以看出，稻谷进行呼吸作用是不断消耗营养成分的过程，因此，呼吸越旺盛，对稻谷储藏越不利。在稻谷水分、温度正常的情况下，稻谷呼吸是比较微弱的，干物质的减少不易察觉。但当温高、湿大，呼吸作用旺盛时，即可发现稻谷干物质显著减少，加工时出米率降低，米失去光泽，食味也变劣。同时，所产生的大量热量与水，聚积在稻堆中，使稻堆温度、湿度迅速增加，形成稻谷出汗、发热等现象。此时稻堆内的微生物与害虫也因繁育条件适宜而大肆活动，进一步促使发热现象更严重。发热的稻谷如不及时处理，会造成霉烂、虫蚀、不发芽，甚至失去使用价值。

所以，在稻谷储藏中，应使呼吸作用减弱到最低程度，才能保证稻谷的安全储藏。影响稻谷呼吸作用强弱的因素如下：

(1) 稻谷水分 稻谷水分愈大，它的呼吸能力愈强。水分10~11%的稻谷，就不易用一般方法测出它所放出的二氧化碳的数量，说明那时呼吸微弱。当水分增加到14~15%时，呼吸作用即显然迅速增强。

(2) 稻谷温度 在一定温度范围内（一般在55℃以下），稻谷温度愈高，呼吸作用愈强。温度每升高10℃时，呼吸强度大约增加一倍。

(3) 通风状态 稻堆中氧气和二氧化碳的多少，影响稻谷呼吸作用的强弱。在空气流通时，氧气供应充足，稻谷呼吸作用就较强；如空气不流通，稻堆中由于氧气减少而二氧化碳增多，呼吸作用就会受到抑制而减弱。在实际工作中，用隔绝空气的密闭方法储藏稻谷，多限于充分干燥的稻谷。对水分较高的稻谷，密闭储藏，由于产生缺氧呼吸，反