

譚協和 編著

稻米品質的遺傳與育種

DAOMIPINZHIDEYICHUANYUYUZHONG

11-03
42



稻米品质的遗传与育种

谭协和 编著

贵州人民出版社

1987年11月

责任编辑 刘世强

封面设计 林发荣

技术设计 夏顺利

稻米品质的遗传与育种

谭协和 编著

贵州人民出版社出版发行

(贵阳市延安中路9号)

05工程处印刷厂印刷 贵州省新华书店经销

787×1092毫米 32开本 4.875印张 100千字

印数1—2,520

1988年6月第1版 1988年6月第1次印刷

ISBN 7—221—00350—5/S·29 定价：1.75元

前 言

我国水稻栽培面积有 5 亿亩左右，稻米是我国人民的主要食粮。随着人民生活水平的日益提高，对外贸易的逐步增加，稻米品质问题越来越引起各方面的关注。优质稻米品种的选育已成为当今最重要的育种目标之一。

优质稻米品种的选育工作，需要理论的指导，根据稻米品质性状的遗传规律，制订正确的育种方案，选用有效的育种途径和方法，并借助于现代仪器设备和鉴定手段，才能提高育种成效，加快选育进程。水稻品质育种在世界各国均开始较晚，大都只有二十几年的历史，二十几年来，世界各产稻国家和一些有关机构，特别是国际水稻研究所以及日本、英国、泰国、印度等国，先后开展了水稻品质育种研究，取得了大量的研究成果。我国各地有计划地改良稻米品质，多数是近数年来才开始的。起步较早的单位，已取得初步进展，并积累了一定经验。将这些研究成果和工作经验加以系统总结，对我国优质稻米育种工作，无疑将有所裨益。

本书取材力求概括国内外的研究成果，并注意反映贵州的研究现状与成就，但由于作者水平有限，仍不免挂一漏万，书中谬误也定所难免，恳切希望读者不吝指正。

作者

目 录

第一章 稻谷的组织结构、主要成分及加工特点·····	(1)
一、稻谷的组织结构·····	(1)
二、稻谷的加工特点·····	(3)
三、稻米的化学成分·····	(4)
第二章 稻米品质要素及其概念·····	(6)
一、外观品质·····	(7)
二、砷礞品质·····	(10)
三、蒸煮品质·····	(11)
四、营养品质·····	(18)
五、工艺品质及其他·····	(22)
六、稻米品质的综合评价·····	(25)
第三章 稻米外观品质性状的遗传·····	(31)
一、外观品质与砷礞品质性状的相关性·····	(31)
二、外观品质性状的遗传变异·····	(33)
三、外观品质性状间的相关性·····	(40)
四、外观品质性状的环境变异·····	(41)
第四章 稻米蒸煮品质性状的遗传·····	(44)
一、蒸煮品质性状的遗传变异·····	(44)
二、蒸煮品质性状间的相关性·····	(49)

三、蒸煮品质性状的环境变异·····	(52)
第五章 稻米蛋白质含量的遗传·····	(54)
一、蛋白质含量的遗传变异·····	(54)
二、必需氨基酸的遗传机理·····	(59)
三、蛋白质与赖氨酸含量间的相关性·····	(61)
四、蛋白质含量与一些性状的相关性·····	(63)
五、蛋白质含量的环境变异·····	(63)
第六章 稻米优质育种·····	(75)
一、品种资源·····	(75)
二、育种目标·····	(87)
三、育种途径与方法·····	(90)
第七章 稻米品质分析标准和方法·····	(104)
一、外观品质分析·····	(104)
二、碾磨品质分析·····	(106)
三、蒸煮食用品质分析·····	(108)
四、营养品质分析·····	(119)
五、评分及记分方法·····	(131)
六、谷粒品质的国际系统评价标准·····	(131)
附录一、贵州省1986年评定优质稻米品种(系)名录·····	(135)
附录二、中华人民共和国粮食卫生标准(GB2715-81)·····	(136)
附录三、中华人民共和国大米质量国家标准(GB1354-86)·····	(137)

第一章 稻谷的组织结构、主要成分及加工特点

一、稻谷的组织结构

稻谷包括稻壳和米粒两部分。稻壳包括内颖、外颖和护颖。在外面的为外颖，内面的为内颖，内外颖的边缘互相钩合。护颖则位于内、外颖的基部两侧。颖色因品种而不同，普通为秆黄色，还有黄、棕、黑褐、红紫、黑、条斑纹等色。稻壳主要由纤维素组成，矿物质的含量很丰富，但不能被人体消化，对人体没有什么营养意义，加工时要去掉稻壳。

稻谷去掉稻壳就是糙米。糙米由果皮、种皮、糊粉层、胚乳和种胚等几部分组成。

果皮在米粒发育初期含有叶绿素，所以显绿色。成熟时叶绿素消失而黄化，或淡褪成玻璃色。种皮在果皮的内侧。在种皮中如存在红色的有色体时，则成为红米。种皮中如存在紫黑色有色体时，则成为黑米、如黑糯米。种皮之内为糊粉层，是胚乳的最外层组织。果皮、种皮和糊粉层，成为糙米的糠层。糠层之中，果皮和种皮约占35~40%，糊粉层占

60~65%。种胚位于外颖内里的基部，即在米粒腹部的基部。胚乳在种皮之内，是米粒的最大部分，由含淀粉的细胞组织所构成。细胞内有由多角形的淀粉粒复合而成近似球形的复合淀粉粒，是供食用的最重要的营养部分（图1）。

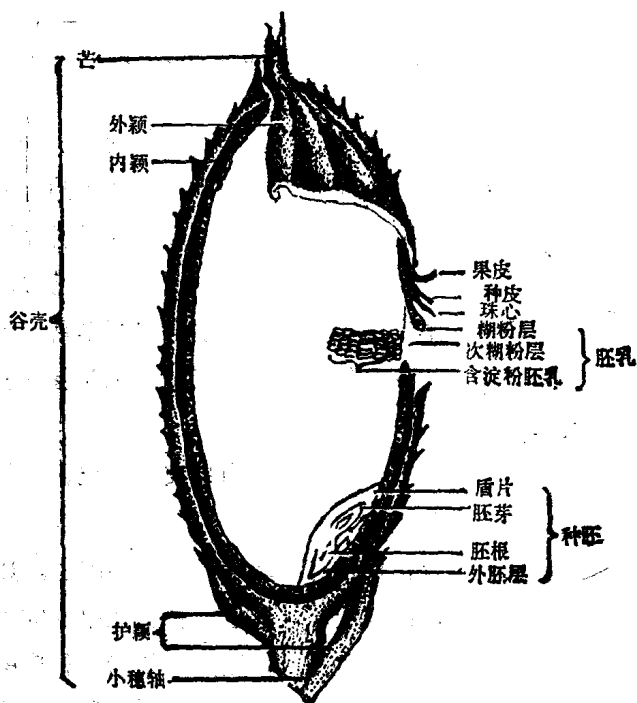


图1 稻谷的组织结构（引自G.S.Khush, 1987）

二、稻谷的加工特点

稻谷加工是指将稻谷制成大米，包括砻壳和碾米两道工序。砻壳是剥掉稻谷的内、外颖和护颖。剥掉的内、外颖和护颖叫做大糠或砻糠。碾米是碾去糙米的糠层和种胚，基本上只剩下胚乳，就是我们食用的大米。就整粒糙米的组织结构而言，糠层约占5~6%，种胚约占2~3%，合计8~9%，这些都被精碾而排除；再加上精碾过程中出现少量小碎米，因此精米出米率约90~91%。碾米得到的副产品米糠（或细糠）包括糠层、种胚和小碎米。

糙米的外形对碾米工艺有很大影响。这将在稻米的砻碾品质一节详加叙述。

稻谷加工时会造成一些营养损失，主要的有：

维生素的损失 稻谷的维生素主要集中在糙米的糠层和种胚中，碾米时随着糠层和种胚的碾除，大部分维生素都转入到米糠之中。特别重要的是维生素B₁的损失，一般每百克糙米中含维生素B₁0.35~0.45毫克，而每百克精白米中仅含维生素B₁0.11毫克左右。一个人如果长期以精白米为主食，会由于缺乏维生素B₁，引起脚气病。

蛋白质和脂肪的损失 由于糙米的糊粉层内含有较多的蛋白质和脂肪，碾米时一部分蛋白质和脂肪随碾下的糊粉层转入米糠中，其损失通常在20%左右。大米碾得越精白，被碾下的糊粉层就越多，蛋白质和脂肪的损失就越大。糊粉层

位于糙米的腹侧，即向着种胚的一侧有1~2层细胞容易碾除，而位于糙米背侧即背着种胚的一侧则有5~6层细胞，往往难于碾除干净。

淀粉的损失 大米的主要成分是淀粉，存在于胚乳细胞中。碾米时对胚乳也有一定程度的伤害，因此，也要损失一部分淀粉。加工的精度越高，碎米率越高，淀粉的损失越大。

三、稻米的化学成分

稻米除了含有一定的水分以外，还含有蛋白质、淀粉、脂肪、无机元素、维生素以及酶等，各种物质的含量如表1所示。

据研究，粗淀粉、维生素B₁、粗脂肪在品种和类型之间有差别，但并没有明显的规律，因此，稻米的营养品质以测定蛋白质含量和氨基酸的组成及必需氨基酸的含量作为主要指标。

目前，生产上大面积栽培的水稻品种的蛋白质含量糙米为8%，精米为7%，在各种谷物中，稻米的蛋白质含量是比较低的。稻米的蛋白质含量虽低，但就它的品质而言，却比小麦、玉米要好得多。这主要是因为它的氨基酸组成比较平衡，一些人和动物营养所必需的氨基酸，如赖氨酸、苏氨酸等的含量较多。如赖氨酸在稻米蛋白质中的含量为4%，在各种谷物中居于前列，这是稻米蛋白质的突出优点。因此，改良水稻营养品质的重点是在尽量不改变其原有氨基酸组成的情况下，提高其蛋白质含量。

表 1

稻 米 的 化 学 成 分

100克可食部分所含	水分 (克)	蛋白质 (克)	脂肪 (克)	碳水化合物 (克)	热量 (千卡)	粗纤维 (克)	灰分 (克)	钙 (毫克)	磷 (毫克)	铁 (毫克)	硫胺素 (毫克)	核黄素 (毫克)	尼克酸 (毫克)
秈稻糙米 (北京)	13.0	8.3	2.5	74.2	353	0.7	1.3	14	285	...	0.34	0.07	2.5
粳米特一 (北京)	13.0	7.6	1.1	77.3	350	0.3	0.7	8	162	...	0.15	0.05	1.3
粳米特二 (北京)	13.0	7.3	1.2	76.9	350	0.3	0.8	8	172	1.5	0.15	0.05	1.4
粳米标一 (北京)	13.0	7.8	1.3	76.6	349	0.4	0.9	9	203	2.4	0.19	0.06	1.6
梗稻糙米 (北京)	14.0	7.1	2.4	74.5	348	0.8	1.2	13	252	...	0.35	0.08	2.3
梗米特一 (北京)	14.0	6.7	0.7	77.9	345	0.2	0.5	10	120	1.3	0.13	0.05	1.0
梗米特二 (北京)	14.0	6.7	0.9	77.6	345	0.2	0.6	7	136	1.5	0.16	0.05	1.0
梗米标一 (北京)	14.0	6.8	1.3	76.8	346	0.3	0.8	8	164	2.3	0.22	0.06	1.5
糯米特一 (江西)	10.7	8.1	0.6	79.5	356	0.7	0.4	7	67	1.0	0.11	0.06	1.4
糯米特二 (江西)	11.5	7.9	0.8	79.0	355	0.4	0.4	8	72	1.1	0.12	0.05	1.3
糯米标一 (江西)	10.2	7.9	1.1	80.0	361	0.2	0.6	8	108	1.6	0.17	0.06	1.8
紫糯米 (北京)	12.8	8.2	1.7	75.7	351	0.5	1.1	17	179	2.6	0.21	0.15	2.3
米饭(标准米, 捞蒸)(北京)	71.0	2.9	0.1	25.6	115	0.2	0.2	11	43	0.4	0.02	0.01	0.3
米饭(标准米, 碗蒸)(北京)	69.0	2.8	0.5	27.2	124	0.1	0.4	5	91	1.0	0.04	0.02	0.5

注：稻米的名称和等级，是按国家粮食主管部门规定。

第二章 稻米品质要素及其概念

由于水稻分布广泛，食用、加工形式多样，人们的爱好也不尽相同，因此，对稻米品质的鉴定与评价，并不完全一致。如世界上出口大米最多的国家之一的美国，为了强化其在国际市场上的竞争力，对稻米的商品化品质十分重视。要求外观良好，长粒型，透明无腹白，心白很小，且光泽好。八十年代推广的新品种，基本上都是具有良好的米粒外观。此外，还注意碾出米量，蒸煮和制作特性、清洁度、坚度和纯洁度。泰国大米在国际市场上享有一定声誉，其最突出之点是商品品质良好。如粒形细长、胚乳透明度好、无心腹白、光泽度好。但多数品种，就食用品质来说，并不是很出众的。日本，1964年以前也主要是强调稻米的外表特征。包括一个品种的稻米色泽、种皮厚薄、心腹白大小或比率、米粒整齐度、米粒大小、粒形、纵沟深浅等性状及其综合品质。其次是一个品种稻米煮成米饭的食味。1964年以后，稻米的精白米率和整米率也作为决定稻米品质的重要因素。因而在1964~1967年之间就这一特性进行了一系列试验研究。澳大利亚种稻面积虽不大，但其大米在国际稻米市场上颇有声誉。其特色一是外观良好、无心腹白、光泽度好；二是直链淀粉含量中等偏低，所以不仅好看，食味也佳。对品质育

种的主要要求是消除心腹白，选育细长而坚实的米粒。国际水稻研究所育成的品种，多为长粒或中长粒形，有的达于细长形程度，一般都没有心腹白，外观良好，在国际上受到欢迎，但食味理想的不多。自1966年起，该所把改进稻米的蛋白质含量作为努力方向，致力于在保持其他优良农艺性状和病虫害抗性的同时，增加糙米蛋白质含量2%。我国出口的优质米的外观标准，要求米形细长，米长5.8~7.0毫米，宽1.8~2.4毫米，糙米千粒重13.5~18.5克，无腹白，米质坚硬，半透明和油质鲜明。但我国优质米的米饭口感硬，在香港市场竞争不过澳大利亚。我国南方籼稻米粒外观，无论在粒长、粒形、心腹白等方面均不够理想，米质疏松腹白大，加工质量低，碎米率高。随着食品工业的发展，如利用稻米制强化米、蒸谷米、快餐米，制早餐和婴儿食品，罐头食品和酿酒等，世界各国对稻米的加工，如浸、煮、蒸、烘、烤、炮、酿等处理的工艺品质也提出了要求。

综上所述，稻米的品质要素似可概括为：①外观品质或商品品质；②砉碾品质；③蒸煮品质或食味品质；④营养品质；⑤工艺品质及其他等几个方面。现分述于后：

一、外观品质

外观品质是指糙米、白米原粮，生米的形状、大小和透明度（糯米除外），垳白有无和大小，颜色、光泽等。这是稻米交易上的主要依据，因此也叫商品品质或市场品质。

外观品质是一个评定稻米品质的早期概念，包含的性状很多，各国评定的标准也不尽一致。在日本，为了明确外观品质的组成性状的主次，曾于六十年代初期在39个农业试验场就腹白、心白、沟深、皮厚、皮色、光泽、透明度、粒大、粒齐、乳白米、茶米、胴米、青米、粒型、发芽粒、粒紧、胚大小、死米、畸形米等20个性状进行了征询调查，希望明确这些性状决定品质的重要性。调查结果一致认为腹白和光泽在评定稻米品质上应受到优先的重视。同时还认为腹白多的品种，一般米粒光泽也较暗。但也有许多单位认为米粒整齐度、乳白米、透明度、心白少等应受到重视。为了进一步明确这个问题，在1964~1967年，若干试验场种植品质不同的一些品种，将其稻米外观品质分为8~9个等级进行评定。经过三年的调查和变量分析，明确了稻米的腹白比率、乳白米比率、米粒长度是品种的固有特性，在品种之间有显著差异，而粒厚、粒宽等则有地区和年份间的显著差异，受环境影响较大。因此，在选种过程中考察外观品质特征时，应重视腹白和心白比率等性状。

设在菲律宾的国际水稻研究所，把米粒大小、形状和透明度作为稻米外观品质的主要组成性状。

评价育种材料的稻米长度和形状的标准，在国家和销售地区之间是有变化的。国际水稻试验计划制订的水稻系统评价标准中，将粒长分级为：

第一级（极长）超过7.50毫米；

第三级（长）为6.61~7.50毫米；

第五级（中）为5.51~6.60毫米；

第七级（短）等于或小于5.50毫米。

并以米粒的长宽比表示粒形：

第一级（细长）大于3.0；

第五级（中等）为2.1~3.0；

第九级（短圆）等于或小于2.0。

中国水稻研究所对稻米粒长未作规定，而对粒形是根据米粒长、宽比划分为细长（3.0以上）、长（2.5~3.0）、中长（2.0~2.5）、短（1.0~2.0）和圆（1.0）。

对米粒长度的爱好在地区间是极不相同的。在世界的高级稻米市场上一般要求细长到适中的形状，香港市场喜欢小粒品种，而贵州消费者却喜欢较大粒的品种，对籼米的粒形要求不严。一般喜好中长粒的籼米，但仍然喜欢短圆大粒的糯米。

稻米胚乳中不透明的部分称为垩白。根据其发生部位可分为心白、腹白和背白。垩白是由于稻米胚乳中淀粉和蛋白质颗粒堵塞疏松和充气所引起。对于籼米和粳米，所有稻米市场上都欢迎米粒半透明似玻璃质、无垩白的类型；糯米则以无垩白，乳白色为好。具有垩白的稻米，透明度降低，在精碾时易碎，蒸煮后饭粒产生较多裂纹，米饭蓬松中空，垩白部分越大对食味品质的影响越严重。这种稻米商品价值低且不受欢迎。但用于制酒药或发酵米糕，则米的垩白越大越好。透明（或乳白）与垩白是对立性状，垩白程度大则透明度低，反之亦然。

稻米颜色有白、黄、红、黑诸色。一般喜欢白色且有脂光的。贵州省温凉地区，农民也喜欢红米。黑糯、药糯等特用品种，则以种皮越黑越佳。

二、砉碾品质

中国水稻研究所以稻谷的出糙率、出精率和整精米率作为砉碾品质的主要指标，数值越高越好。即以一定重量的清洁稻谷剥壳出糙，称量糙米重；碾磨糙米去除糠层和胚，把碎米和整米分开，并分别称重，计算占样谷重量的百分率。

有些国家是以单位面积的糙米产量作为水稻产量指标。因此，砉碾品质是以糙米的加工产量来衡量。所谓糙米加工产量是以一定重量清洁的糙米样本，经碾磨除去糠层和胚，胚乳以整米和碎米的形式与糠皮和胚分开，称取总精米数量，精米再用一个筛网装置将整米和碎米分开，称取整米量，并计算总精米和整米占糙米样重的百分率，数值越大则砉碾品质越好。如100克的糙米样本，获得70克精米，其中碎米20克，则总精米率为70%，整米率为50%。

据国际水稻研究所的测定结果，一般稻谷中谷壳约占20~22%（变幅18~26%），糠皮及胚约占8~10%，精米约占70%，整粒精米约为50%（变幅25~85%）。

总精米率与整米率与精米机性能、搗精程度和精米加工过程的操作等有关。从稻米本身考虑，影响精米的主要因素主要有以下几方面：

(一) 糊粉层厚度 糊粉层厚度因品种不同而有差异，还会由于结实好坏和成熟条件不同而发生变化。加工精米时糊粉层较难脱落，特别是背侧糊粉层较厚的稻米，则有可能在淘净时磨削去米粒其他部分，从而降低精米率。

(二) 胚的大小和脱落难易，胚的大小和在精米加工时脱落难易，品种间存在着差异。在高等级米中，胚重占糙米重的2.5~3.5%。胚的大小和脱落难易可成为影响精米率的一个因素。

(三) 纵沟深度 糙米的5条纵沟在米侧面内外颖接合部的两条最深，背侧的纵沟也较深。各条纵沟都是胚端最深，而越向顶端越浅。未成熟米和充实不良的米粒比充实良好的米粒纵沟要深。纵沟深的米在精碾时，沟内容易残留糠层，有损精米外观；并且沟间突出的淀粉层组织易被碾掉，从而使精米率降低。纵沟深度的品种间差异大于品种内差异。育种上应注意选育纵沟浅的品种。

(四) 米粒的易碎性 米粒的碎性主要由米粒的刚性大小所决定，也因粒形不同而异。一般没有明显裂纹、水分含量不高、刚性大的稻米难碎；畸形米、乳白米、厚度薄的米，其刚性小，易碎。

三、蒸 煮 品 质

稻米的蒸煮特性决定着食用品质的优劣。蒸煮和食用品质因素是水稻品种的属性，这一因素，近年来越来越受到重