

绪 论

长期以来，谷物一直都作为世界大多数地区人们的主食食品资源。如面包、米饭、馒头、面条等都是谷物主食食品的典型代表。近几十年来，我国农业生产迅速发展，各种谷物作物产量已大大超出了人们的日常所需，从而对谷物深加工提出了更高的要求。由此涌现了大量的谷物食品新产品与新技术，极大地丰富了谷物食品市场。

大米是最主要的谷物品种之一，世界上半数以上的人口都以此为主食。传统方法制米提高了其食用品质，却降低了其营养价值，且食用前须经数次淘洗。针对于此，发展了食用前无需淘洗的水磨米和免淘米，营养价值较高的蒸谷米、胚芽米和强化米，以及以谷粉、谷物淀粉、油料种籽粉、蛋白粉和膳食纤维等为原料重新组合而成的高纤维人造大米。大米储藏时间过长会产生糠味和酸味，弱酸水浸渍和瞬间加热处理可使其中的脂肪氧化酶迅速失活，从而阻碍陈米味的产生，改善口感与风味。

速煮米、罐头米饭、方便米饭、冷冻米饭以及各式大米焙烤食品，都是以大米为原料开发的方便食品和小吃食品。速煮米产品的特点在于大米淀粉有一定程度的预糊化，并呈疏松多孔的质构，因此复水性能较好，有利于缩短食用时的再处理时间。罐头米饭制品则更为方便，其原料已完全煮熟，开袋、罐即食或仅需加热几分钟即可食用。将廉价的碎米碾磨得到焙烤用米粉，可制成大米曲奇、大米面包和米饼等各式大米焙烤小吃食品，相对于小麦粉制品，也别有风味。

米粉条是我国传统的大米深加工产品，它质地柔韧、爽滑可

口、有咬劲 深受人们的喜爱。米粉条的生产原理是 先使淀粉糊化形成凝胶，然后再回生并呈凝胶结构固定下来。在传统的直条米粉、切粉、河粉的基础上 新近还发展了方便米粉、方便河粉和保鲜湿米粉等各式方便米粉新产品 但也存在着复水时间较长、汤料风味口感不好以及机械化程度低、产品质量不稳定等各种问题，始终无法做到类似方便面产品的辉煌。

面条是我国传统的主食食品 其品种主要包括挂面、通心面和方便面等。根据不同的需要 添加些膳食纤维、果蔬、中草药和动物蛋白等，并相应改变工艺条件，可制得不同的营养风味挂面。高纤维方便面、非油炸方便面、无碱方便面和加味方便面 是传统方便面产品向营养化、功能化和更方便化方向的新发展。独具特色的通心面是以珍贵的杜伦小麦为原料制成的，从方便食用出发，它也可制成方便通心面、罐装通心面和冷冻通心面等各式方便产品。非传统通心面则是以杜伦小麦以外的谷物或油料种籽为主要原料制得 复合添加剂 ZH-1 和高温烘干技术的联合作用可显著提高其品质，还可适量添加些膳食纤维制成高纤维通心面产品。

面包是焙烤食品的最典型代表，发展至今其花色品种已非常繁多 生产技术也日趋成熟。冷冻焙烤食品（包括冷冻面团）对于产品的保藏和保鲜十分有利。针对某些特殊人群的需要，合理使用蔗糖和脂肪替代品及无能量填充剂 并相应改变生产工艺 可制得优质低能量焙烤食品。

馒头是我国最著名的发酵面制品 有东方面包的雅称 但其在原料、生产、风味、营养及储藏性能等多方面与面包相比仍有较大差别。在现代消费观念和消费形式下，馒头仍需加大在机械化生产以及品种多样化、高档化和方便化等方面的研究力度。在馒头中夹馅就是包子 由于馅心的多样化 包子的品种也丰富多彩。但到目前为止 包子基本上仍是手工作坊式生产。

作为面制品加工的基础原料，面粉的加工和食用品质直接影

响着面食品的最终品质。面粉添加剂可有效改善面粉及其制品品质。在现代面粉工业中必不可少。其品种包括漂白剂、面团质构促进剂、氧化剂、还原剂、乳化剂、膨松剂和营养强化剂等，以及专为各式面食品研制的专用品质改良剂。例如，由谷蛋白粉、藻酸钠、氯化钠和复合碱组成的复合添加剂 ZH-2 就是一种很实用的面条品质改良剂。此外，合理使用叶蛋白并适当配合一些其他品种的添加剂，对面粉及其制品品质的营养改善也大有益处。

早餐谷物是一类重要的谷物食品，营养化和方便化是其重要的发展方向。传统的早餐谷物一般以小麦和燕麦为原料，经蒸煮、成型和干燥而成，食用前须经短时间的烹煮。最方便的是即食早餐谷物，包括蒸煮后挤压而成的片状早餐谷物、膨化类早餐谷物以及压丝类和颗粒类早餐谷物。此外，通过配合使用 5%~30% 的膳食纤维，还可制得高纤维早餐谷物食品。

休闲谷物食品近些年来也大放异彩，品种非常繁多，其中膨化类休闲食品占有相当比例。传统的膨化休闲食品是通过油炸、烘烤等高温方法膨化，爆玉米花是其最具代表性的产品。现代食品工业多采用挤压膨化技术，根据产品的不同要求可采用直接或间接挤压膨化工艺。低能量化，是休闲食品的一个重要发展方向。目前，各类低能量休闲食品相继推出市场，显示了巨大的发展潜力和广阔的发展空间。

与一般谷物食品不同，婴幼儿谷物食品必须满足其特殊的营养需求，以适应其身体迅速生长发育的需要。可采用营养指数法、氨基酸评分法或线性规划法进行配方设计，以传统水热处理工艺或挤压膨化工艺进行生产。

谷物饮料在谷物食品中也占有重要地位，其中以啤酒的产量和销量最大。低醇和无醇啤酒、全麦芽啤酒、小麦啤酒、纯生啤酒和冰啤酒等各式啤酒新品种，各具风味和特色，广受欢迎。米乳汁发酵饮料风味独特、营养丰富，并具有一定生理功效，很有发展前

景。此外，营养价值较高的胚芽以及具有一定保健功效的薏米、玉米，也都可以制成别具特色的营养保健饮料。

本书分 10 章内容，对上述各种新型谷物食品进行详细论述与讨论。

第一章 大米食品

新产品与新技术

大米是世界上产量第二位的主要谷物，其营养价值和食用品质是禾谷类作物中较优异的。世界上有半数以上人口以大米为主食，主要集中在水稻的发源地亚洲。近年来，人们生活水平不断提高，生活节奏不断加快，传统大米制品已越来越难满足要求。为顺应现代生活的新趋势，从方便、营养两方面出发，已开发了大量的各类大米食品。随着食品工业技术的发展，生产规模不断扩大，生产技术越来越先进，越来越多的大米食品基本能够满足人们的不同需求。

第一节 制米新技术

从最原始的石磨研磨制米到现代化的碾米磨粉设备，碾磨制米技术不断发展进步。从清洁方便的水磨米、免淘米到营养价值较高的胚芽米、蒸谷米和强化米，再到根据不同营养需求生产的人造大米，都切实反映了现代制米技术的新发展。

一、水磨米和免淘米

水磨米和免淘米均属于清洁米，具有米质纯净、米色洁白、米粒晶莹发亮和食用前不需淘洗等优点，但它们的加工方法完全不一样。水磨米是通过渗水碾磨的方法使得米粒表现呈现出一种天然的光泽，素有水晶米之美称。而免淘米是通过分层研磨和添加

抛光剂的方法 给米粒表面涂上一层有光物质 因此其外观更甚于水磨米。

(一) 水磨米

水磨米生产工艺主要包括白米除糠去碎、渗水碾磨、冷却及分级等几个工序。其与常规碾米法的惟一不同之处就在于渗水研磨上，其余的完全相同。研磨渗水的目的在于：

(1) 利用水来软化糙米糠层 而缓和碾磨压力 提高了整米率。

(2) 利用水分子在米粒与碾磨室构件之间及米粒与米粒之间形成一水膜层 以利于碾磨光滑细腻 就像磨刀时加水一样。

(3) 借助水的作用对米粒表面进行水洗，将黏附的糠粉除净。

渗水碾磨以渗热水为好 因为温度高可加快水分子运动 使之更迅速地渗透而更好地起到水磨的作用。而且，热水有利于水分蒸发 可使分布在米粒表面的水膜在完成磨光任务后迅速蒸发 以保证成品米不因渗水而增加水分，保证产品良好的贮藏稳定性。但热水碾磨要增加额外的能量和设备 而导致成本上升 因此 我国目前都是用冷水渗磨法。为了弥补冷水渗磨的不足，可用刚从碾米机出口的热机白米进行渗水碾磨 同时 充分利用米粒在碾磨室内由于运动而产生的自然温升来提高水的温度。

生产水磨米时 掌握好适宜的渗水量非常关键，一般控制在大米流量的 0.5%~0.8% 具体渗水量应视稻谷品种、水分、大米精度等级、米温和天气情况而调节。具体操作时应注意：

(1) 渗水碾磨机出口米粒表面湿润 以抓一把米能团、松手一抖能散开的加水量为适宜。

(2) 米筛筛孔的潮湿米糠应是条状挂出 但不能出现滴水。

(3) 冷却后的大米颗粒表面晶莹光滑，如表面留有粉刺，则说明加水量不足。

目前尚没有渗水碾磨的定型碾米机，通常是将铁辊碾米机改

装 拆除其出口处的退出米刀 并调整转速至 800r/min 左右 即可用来渗水碾磨。其中,水从碾米机进口处渗入。渗水碾磨之前应先除糠去碎,以提高水磨效果。水磨后大米应及时冷却以散发残留在表面的水分。

(二) 免淘米

免淘米的生产,要求以品质优良的稻谷为原料。其生产工艺除了常规制米法中的清理、砻谷、谷糙分离和碾白等必要的工序外 还增加了糙米精选、深层碾磨、白米抛光、成品分级和密封小包装等几道新的工序。其生产流程可简单表示为:毛谷清理→砻谷脱壳→谷糙分离→糙米精选→碾白去糠→深层碾磨→白米抛光→成品分级→密封包装。由此可见,它与常规碾米法的区别集中体现在糙米精选、深层碾磨和白米抛光等 3 道工序上。

仅靠稻谷清理工序难以完全去除其中的各种杂质,因为在稻谷后续的加工过程中 还会产生各种新的杂质 如稻壳、稻灰和糠粉等。为此 免淘米生产工艺中增加了糙米精选去杂这一工序 以保证进入碾米机内的糙米纯净,这是保证免淘米质量的关键之一。同时 还可对糙米进行大小籽粒分级 提高籽粒整齐均匀度 而改善终产品的质量。

进行糙米精选处理时,首先以平面回转筛去除细小泥沙、稗粒、糠灰以及大部分不完善粒子。例如 使用 20mm×20mm 长孔或 $\phi 3.2\text{mm}$ 圆孔筛 可使细杂碎糙的去除率达 100% 不完善粒子去除率达 80% 而大粒糙米提取率达 55% 以上。除此之外 对混杂在糙米中的并肩石和轻杂等,可采用密度去石机和风选的方法予以去除。根据我国米厂的实际情况,可将 在稻谷清理中未能去除的并肩石及砻谷新产生的稻壳、糠片之类轻杂集中在经谷糙分离的回砻谷中,之后再对回砻谷进行补充风选和密度分选。

我国通常的碾白技术多采用一机至二机碾白出来,这样由于

脱皮作用强烈,会影响产品的表面光洁度与籽粒硬度,易出现较高的碎米率。免淘米的出米至少要分三道碾白,即三机出米。第一道碾去物占糙米总重量的 4.5%~5.0%,第二道碾去 4.5%,这两道共碾去糙米重的 9%左右,相当于糙米的全部皮层。第三道碾去物约占 2%~3%,基本上属于亚糊粉层,含蛋白质 18%、脂肪 10%~13%、维生素 B_1 2.7mg/100g,属于高蛋白营养米粉,完全可以食用。这样,多机碾白出米不仅提高了成品的碾磨质量,而且为碾下物的充分利用提供了条件。

多机碾白要求合理选择各道碾米机的转速,并合理配制砂辊与铁辊米机的比例。可在一道、二道配备 1400~1450r/min 的砂辊米机,在三道配备 900~950r/min 的铁辊米机。有鉴于我国现有米厂的具体情况,可在原有两机碾白的基础上再增加 1 台喷风米机,在保持原来大米生产的同时,分出部分二机大米进入三机碾磨,即可兼批量生产免淘米。

白米抛光是生产免淘米的关键,它是将抛光剂水溶液喷涂在米粒表面,形成一层极薄的凝胶膜,而产生珍珠光泽,使米粒外观晶莹如玉。这方面已有定型的抛光设备,它由上、下 2 个抛光室组成,室内分别装置铁辊和无毒尼龙刷抛光辊。白米进入抛光室后,以葡萄糖和硅酸镁组成的抛光剂水溶液与抛光辊摩擦作用产生自热,使大米表层发生胶化,生成一层极薄的凝胶层,从而产生明显的珍珠蜡光。意大利有些厂家则通过往大米表面喷涂凡士林油,也能得到珠光发亮的上油米。

日本报道的一种清洁米加工法是用 55~60 的乙醇对经精碾的大米进行表面处理 10~15min,以溶解去除掉吸附在米粒表面的粉尘或油脂。其关键在于严格控制好温度和时间。温度低于 55、时间少于 10s,则处理效果明显。但若温度超过 60℃、时间长于 15s,则会使乙醇浸透入米粒内部,且易引起操作危险性。

乙醇的用量与大米大致等量,处理后立即对大米进行干燥处

理以脱除残留的乙醇。干燥工序可采用热风干燥、冷风干燥、自然干燥或减压干燥等方法。如，可先用 80℃ 热风处理 5min 再用 20℃ 冷风处理 10min 即可达到目的。

二、蒸谷米、胚芽米和强化米

蒸谷米、胚芽米和强化米的共同之处都是为了增加成品大米的营养价值，但所用的方法不一样。蒸谷米是通过湿热处理法，将留存在米糠层的营养物质转移至大米粒内部。胚芽米则是通过特殊的碾磨方式，将富含营养素的胚芽留存在成品米粒中。而强化米则是通过外加营养素的方法，来提高大米粒的营养价值。

（一）蒸谷米

据估计，在世界范围内，蒸谷米约占大米总量的 25%。它的主要消费地区是印度、斯里兰卡、缅甸、泰国、菲律宾和马来西亚以及非洲的马里等国家。美国、意大利和德国以及中南美洲的部分国家也有食用蒸谷米的习惯。我国的蒸谷米生产虽有 2000 多年的悠久历史，但目前仅极少数几个厂家有工业化生产，产品主要出口阿拉伯国家和海湾等地区，供国内消费的很少。

蒸谷米除了营养价值较高外，还具有整米率高、抗虫蚀能力强、蒸煮不粘连、出饭率高和米糠出油率高等优点。其主要缺点是产品色泽深、风味稍异以及对酸败的敏感性增加等。

蒸谷米的加工除了需对清理后的稻谷进行湿热处理外，其余的均与常规碾米法相同。湿热处理即是蒸谷，它由浸泡、汽蒸和干燥 3 个步骤组成。浸泡是在中性或偏酸性水中进行，有常温水浸泡和高温水浸泡 2 种。常温水浸泡一般需 12~48h，有的甚至超过 72h。由于浸泡时间长，易引起稻谷发酵、发芽和酸败而影响产品质量。高温水浸泡法因此常被选用，它是将稻谷放入预先加热至 80~90℃ 的热水中，浸泡过程中水温保持在 70~75℃，时间 2

~3h。浸泡后稻谷的含水量不应低于 30% 通常掌握在 34% ~ 36%。

浸泡之后 除去多余的水分 再通入蒸汽进行加热蒸煮 使其内部淀粉发生糊化而固定住已转移至米粒内的维生素和矿物质，同时也起到消毒杀菌的作用。为保证米淀粉充分糊化，必须提供足够能量的蒸汽。所用蒸汽温度要保持均匀，避免使用过高温度的饱和蒸汽，蒸汽压力控制在 0.12MPa 以下，产品蒸谷米的色泽较浅。然后，用高温快速的回转式圆筒烘干机将蒸谷水分降至 16% ~ 18% 再在一般的塔式烘干机中进行低温烘干。

稻谷烘干后要静置一段时间才能碾米，通常需要 48h 以上才能散发掉在浸泡、汽蒸和干燥过程中所吸收的热量。这段过程需保持自然散热状态 把稻谷放在高而小的筒仓中 采用自然通风和机械搅拌数次，即可得到最高的出米率。只有当稻谷的温度稳定在室温 米粒变硬呈玻璃质时 才能进行碾白 所用方法与常规碾米法一样。

（二）胚芽米

胚芽米是胚芽保留率达 80% 以上的符合大米等级标准的精米 因此 它保留了胚芽丰富的营养成分 如维生素 B₁、维生素 B₂ 和维生素 E 等 营养价值较高。

胚芽米的碾白特点是轻碾多机出白，多用带喷风擦离型碾米机。在日本 有专门的胚芽碾米机 能使碾白大米的胚芽保留率达到 80% 左右。除此之外，还需擦米机、胚芽米分级机和色选机等辅助设备。色选机是根据正常米粒与霉变米粒表面色泽的差异来进行分离的。胚芽米分级机则可根据米粒大小分仓贮存，然后按用户要求进行混合计量包装。

日本千叶县南总精米厂日产 5t 胚芽米的工艺流程是：

接料斗 → 粗选机 → 糙米仓 → 去石机 → 磁选机 → 计量器 → 谷糙

分离机→糙米分级机→胚芽碾米机→贮米仓→擦米机→胚芽米分级机→贮米仓→混米装置→色选机→成品仓→计量包装。

(三) 强化米

对大米来说，可强化的营养素包括维生素、氨基酸和矿物质等。目前最典型的 2 种大米营养强化方法是预煮法和外涂法。

所谓预煮法，就是将大米浸渍在含有欲强化营养素的酸性水溶液中，然后用过热蒸汽蒸煮，最后在热空气中干燥即成。这种方法强化的只是水溶性营养素，那些水不溶性维生素 A、维生素 D 和维生素 E 等就不能用此法进行强化。外涂法则能克服上述缺点，它是将欲强化的营养素涂覆在大米表面，然后再涂上一层水不溶性的薄膜，以避免营养素在淘洗时损失掉。这层薄膜通常是取材于昆虫的天然树脂，将其溶于酒精、异丙醇之类有机溶剂中即可使用。但这种方法需增加生产设备和成本，且存在溶剂残留的问题。

一种改良的方法是先将营养素附着在大米粒上，随后第二层用油脂或蜡覆盖，最后再涂上一层以淀粉为基础的第三层。这种方法可保证淘洗时营养素不会损失，但第三层淀粉层容易剥离而暴露出油或蜡层（第二层），致使米粒对水的亲和力降低而浮在水面，很容易随水流失掉，因此要特别小心。

美国专利报道的一种方法能够克服上述困难，它是将油脂或蜡预先在一种亲水性的乳浊液中进行乳化后再喷涂，最后仍涂上以淀粉为基础的第三层。这里所用的油脂或蜡要求在常温下不能融化，如氢化植物油、动物脂肪和各种植物蜡等。所用的亲水性乳化剂包括蔗糖脂肪酸酯、甘油酯和山梨醇酯以及某些蛋白质（如大豆蛋白、小麦蛋白和酪蛋白酸钠）和植物胶等。第三涂层以小麦或大米淀粉为最佳，因其颗粒细而易形成致密的耐机械冲击的覆盖层。当然也可使用玉米、马铃薯和木薯等其他淀粉。

在生产强化米时 如果欲强化的营养素是水溶性的 则可使用浸泡法将米粒浸渍在含有营养素的酸性水溶液中数小时, 捞出后用过热蒸汽蒸煮数分钟, 最后置于热空气流中干燥。也可用涂布的方法, 但浸渍法能获得更好的质量。如强化水不溶的或难溶的营养素时 用涂布的方法比较好。操作时将大米置于涂布锅中 用一热空气流带出的含营养素和黏合剂的水溶液喷涂米粒表面。可使用的黏合剂有蔗糖、阿拉伯胶、明胶和黄原胶等。接着是油、脂肪或蜡的预乳化, 一般在 100~1000 份水中加入 1~100 份乳化剂 再加入 1~100 份油、脂肪或蜡, 然后采用常规方法混合和乳化。喷涂是在 25~60℃ 温度下进行, 同时要不停地搅拌, 并通以 50~100 的热空气。在涂布淀粉层前, 将米粒加热到油脂或蜡软化的温度 同时不停地搅拌抛光以保证米粒表面光滑 然后用淀粉含量 >50% 的含黏合剂的水悬浮液喷涂。这时的操作温度要控制得低一些 以免油脂层或蜡层融化。

如果米粒的涂层过厚 煮出大米饭的风味将受到不良影响 因此要求大米外表的喷涂层不超过大米粒重的 7%。有时还需对谷粒进行着色 使之更具吸引力。色素可预先加到淀粉基涂层中 或是在淀粉层外喷涂色素水溶液。供选用的色素有叶绿素、 β -胡萝卜素和木子素等。

例如 将 2kg 大米浸入含有 7.0g 维生素 B₁、0.12g 维生素 B₂、13.5g 维生素 B₆、6.6g 泛酸钙和 0.2g 吡哆醇盐酸盐的 400ml 9% 醋酸水溶液中 浸泡温度为 35℃ 浸泡时间 2h。将浸泡过的大米放在 100 水蒸气中汽蒸 2min 并在 70 热空气流中干燥 1h 过筛后得 1.94kg 水分含量为 12.6% 的于米 然后用含 10g 天然维生素 E、40g 碳酸钙和 10g 明胶的水悬浮液 250ml 进行喷涂。再用含 100g 氢化棉籽油、5g 大米蜡和 10g 蔗糖脂肪酸酯及 385g 水的乳化液 500ml 喷涂 然后将其置于 55 的涂布锅内滚动使之表面产生光泽。随后用溶有 2g 蔗糖脂肪酸酯的水溶液 100ml 喷涂 再

用含有 100g 小麦淀粉、40g 蔗糖和 预糊化淀粉的水悬浮液
对米粒进行第三层涂布 得到约 的强化大米 它含有
各种营养素。这种强化米与未强化米以 的比例混合煮饭
淘洗时不会出现强化米的漂浮现象 而且每种营养素的淘洗损失只有

三、高纤维人造大米

普通大米的碳水化合物含量高，但其谷物蛋白普遍缺乏某种必需氨基酸（如赖氨酸、色氨酸或苏氨酸）营养价值相对较低。同时加工时又脱去了富含维生素、矿物质及蛋白质的皮层造成营养价值的进一步下降。高纤维人造大米是以谷糠（大米粉、小麦粉和玉米粉）、谷物淀粉（玉米淀粉）、油料种籽粉（大豆粉和花生粉）以及蛋白粉、脱脂大豆粉和脱脂奶粉等为主要原料，配合

的膳食纤维重新组合成的类似大米的产品，又称高纤维人造大米。这种产品的生产，可以很好地解决普通大米中存在的营养问题，使其蛋白质含量大大增加，适量降低淀粉含量，提高膳食纤维含量，不仅有效降低了能量，同时提高了米类食品的营养价值。此 稻谷加工过程中产生的大量碎米，也可在高纤维人造大米的生产中得到很好的应用，为提高碎米的附加值提供一种全新的途径。

高纤维人造大米的基本生产过程是：将各种原料混合粉、膳食纤维、营养强化剂与水混合均匀后，再经挤压制粒、滚圆、干燥脱水而成。生产时，一般是用淀粉做凝胶体形成剂，淀粉浆加热糊化成黏稠状流体后就可黏合其他原料揉成面团。最常用的成型机是活塞式或螺旋式挤压机，它能连续不断地将调好的面团挤成大小均匀的长条，再经切刀切断成颗粒状。制得的颗粒在转动的滚筒内被热气流滚成米粒状，与此同时，淀粉充分糊化并初步烘干米粒，以免它们之间互相黏结成团。

例如以 62%~76%米粉、14%~28%脱脂大豆粉和 5%~10%多功能大豆纤维混合物为原料加水 35%调匀后在 105℃ 下进行短时加热搅拌，之后迅速冷却至 60~70℃ 再加入 10%氨基酸溶液按一般成型工艺制成米粒。还可以利用野生植物粉、油料作物粉、脱脂奶粉和经过糊化的淀粉混合物为原料制造人造大米。这种米粒易于煮熟，营养价值很高，含有 12%~13%蛋白质、64%~73%碳水化合物、5%~10%膳食纤维和 1.0%~5.5%脂肪。

由于高纤维人造大米通常是用富含蛋白质的颗粒状淀粉作凝胶体，当米粒煮沸时，淀粉发生糊化而大量吸水使得米颗粒体积迅速膨胀起来，结果引起颗粒间的相互黏结而使米粒变形影响了其食用品质。另外，煮沸还会引起固形物从米粒中渗出，造成汤中固形物含量太高而影响了食欲。因此，用高纤维人造大米做成的米饭，其感官性能和食用价值通常都不太高。而且，米粒的稳定性较差，尤其在学校、工厂公共食堂里，当需要连续的热水处理或在热状态下存放较长时间，高纤维人造大米的稳定性问题就更显得突出。

为此，多数研究人员建议把高纤维人造大米作为速煮米使用，即不需经长时间热水处理就能食用。同时，为了防止食用成分的散失并抑制高纤维人造大米的膨胀，建议煮饭时少用水，把水严格控制在当米粒膨胀时可把煮饭的水全部吸收掉。

为从根本上解决高纤维人造大米的稳定性问题，调节米粒的颗粒结构与物化性能是非常重要的。可给原料添加 2%~20%的蛋白质（如小麦面筋蛋白）以提高米粒强度并降低表面的吸水率，可是这种米仍需在限量的水中进行快速烹煮。如果再在面团形成前添加 0.5%~2.5%的阿拉伯胶、刺梧桐胶或黄原胶之类的植物胶，就能使米粒中的淀粉、胶与小麦蛋白之间形成络合物，使得米粒的强度明显提高。此外，适当添加些表面活性剂（如单硬脂酸甘油酯），能显著提高米粒结构在长时间加热状态下的稳定性。

若以藻酸钙或果胶钙做凝胶体成型剂，因含有糊化淀粉的藻

酸钙或果胶钙凝胶体在热处理时膨胀率有限，在长时间热水作用下也能保持其形状的完整性，因此制出的米粒食用性能良好。生产时，可将淀粉和蛋白质等原料分散在藻酸钙溶液或果胶钙溶液中，再以滴状分散体注入钙盐溶液。研究表明，用这种方法制得的高纤维人造大米粒能够经受住各种方式的烹饪，如水煮、蒸制、烘烤和焖炖，其食用价值和消费性能均很好。但是，采用往藻酸盐原始溶液滴扩散钙离子的方法制备凝胶体颗粒的反应比较缓慢，这在工艺上并不理想，这是它的不足之处。另外，颗粒是在水介质中制备，将液滴置于钙盐溶液，用水洗涤，会散失一部分水溶性成分。虽说如此，用这种凝胶体制造高纤维人造大米的方法，仍不失为一种较为理想的方法。

四、陈米处理新技术

大米储藏时间过长，会产生糠味和酸味，使煮出米饭的黏度下降，表面变硬，米粒发黏。由于储藏过程中大米的脂类物质被脂肪氧化酶氧化成脂肪酸，之后再分解成经基化合物，若戊醛和己醛含量增多时就会产生陈米味。而且，陈米细胞膜和组织硬化，阻碍了水分的浸入，从而影响了淀粉的糊化，因此煮出米饭的黏度下降。为清除讨厌的陈米味，人们研究了很多方法，包括往陈米中添加风味改良剂（赖氨酸盐酸盐和脱氢经基酮），进行醇洗或酶处理等。但这些方法均因存在一些问题而无法进入实用阶段。

人们煮饭前通常先用水洗去附着在米粒表面的糠麸和异味物质，比较发现用温水洗过的米的陈米味较用冷水洗的强得多。一般烧饭也有 2 种方法，一种是将米放入冷水中煮熟，另一种是放在热水中煮熟，比较发现用冷水煮饭的陈米味和糠味较重。究其原因，是因为产生糠味和陈米味的脂肪氧化酶在 30~40℃ 温度内最容易发生作用，冷水烧饭是缓慢经过这一区域，因此陈米味重，而热水烧饭是迅速通过这一温度带，温度上升快使米中的酶易于失

活 因此米饭的风味好。

米的脂质多存在于米糠层 附着于米粒表面 在氧气、微生物和酶作用下易分解成脂肪酸 因此陈米中含有许多游离脂肪酸 它是陈米味的前驱物质。如果洗米水的 pH 偏酸性 则脂肪氧化酶不易发生作用，反之洗米水偏碱性则酶易发生作用。而且，pH 偏酸性时米有筋力、不易破碎而有黏性、米饭口感好 相反，pH 偏碱性时，米淀粉粒易于破碎成饼状，加工出米饭的口感较差。此外，米粒中还含有黄酮类色素，偏酸性时呈无色，而偏碱性时呈黄色，因此，煮饭水偏酸性时还有利于提高米饭的白度。当煮饭的水偏碱性时，却会使大米蛋白和脂肪遇碱分解而产生令人讨厌的气味。

据日本专利介绍 将米粒与 70 以上的呈中性至弱酸性的热水或水蒸气进行瞬间接触，可达到去除陈米味的目的。此方法的一个特点是 将米置于 70 以上的热水或水蒸气中浸渍数秒钟，可使陈米中的脂肪氧化酶迅速失活。例如，让浸渍米与 80 热水接触 3s 就可抑制脂肪氧化酶的活力，而阻碍陈米味的产生。这种瞬间处理只是对应于米粒表面 米粒内部温度仅稍有升高 米淀粉几乎没有糊化。处理后的米粒再经洗涤或浸渍，淀粉与呈味物质的损失数量很少。

此方法的另一个特点是，将热水或水蒸气的 pH 调节为弱酸性 (pH3~7)。通过弱酸处理可使米粒变得有筋力，同时提高了米粒的白度 使米粒表面湿润 改善了口感和风味。瞬间处理后即用水洗净 之后可根据需要进一步浸渍、吸水和沥水以进一步去除残留的米糠、着色物质、糠味和酸味等。糯米、粳米、籼米和胚芽米等均可用此方法处理 经此处理的陈米可加工出品质良好的米饭、年糕、方便食品、软罐头食品和米粉干等各种米制品。

用于调节热水或水蒸气 pH 的包括有机酸 (如柠檬酸、酒石酸和磷酸等) 和有机酸盐，还可含有少量的食盐和多磷酸盐。由于钙、镁等碱金属离子和铁离子能与米中植酸结合 而影响了淀粉的

糊化，因此应尽量使用上述离子含量低的软水。热水或水蒸气的温度超过 70 就可去除陈米的糠味，温度更高些可缩短处理时间。通常所用热水温度为 70~100℃，水蒸气为 70~120℃。处理时间随温度而异，如用热水则在 70 时效果最好，但需 6s 的接触时间，若用 80 则只需 3s；用 120 的高压蒸汽只需 1~2s 的处理时间，适合于连续大批量的处理。

以精装新米和在 15~20 仓库中保存了 1 年的陈米为研究对象，用水洗涤 5min，沥水后静止 30min 之后浸渍于 80℃、0.3% 酒石酸溶液中数秒钟，对米粒表面瞬间迅速加热处理。取出后即放入水中再次漂洗 5min 后浸渍 30min，沥水后与适量水一同装入塑料薄膜蒸煮袋中，密封后进行加热蒸煮（113℃、30min），冷却后即成为软罐头米饭。相比于未经弱酸水浸渍和瞬间加热处理的对照组，处理后可明显提高大米的风味，新米无糠味，陈米无陈米味，而且还可增加米饭的白度与光泽，使米饭粒整齐而有筋力。而对照组的新米略有糠味，陈米则有很强的陈米味。

第二节 速煮米新技术

速煮米是二次世界大战期间作为战备食品而开发的一种方便食品，只需稍事烹调或直接用沸水冲泡即可食用。用不同的原料加工的速煮米具有不同的质构特点，配料不同又可加工出不同风味、不同质构和食用品质的制品。

一、速煮米生产工艺

速煮米的加工，最早是由美国通用食品公司（General Foods）提出的方法，即“浸泡—煮—蒸—干燥法”。目前，我国各地生产的速煮米主要也是采用这种方法。其具体工艺是：精白米→清选→淘洗→浸泡→搅拌（加防黏剂）→蒸煮→冷却→解块→冷水浸渍