

Research Progress for Freshening Aged Rice

Enjun Zhu, Shuang Yu

College of Food Science and Engineering/Collaborative Innovation Center for Modern Grain Circulation and Safety of Jiangsu Province, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing Jiangsu
Email: enjun163@163.com, ylysleslie@163.com

Received: Jul. 17th, 2015; accepted: Jul. 29th, 2015; published: Aug. 5th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

The most important food in China is rice, which has a certain amount of reservation in order to guarantee supply and demand. The rice stored too long is defined as aged rice. And the deterioration of aged rice affects the nutrition and taste. The paper mainly analyzes the quality changes of aged rice, including the change of starch, lipid, protein, B-vitamin and cell wall after storage. Meanwhile it explains the reason of unpleasant flavor and summarizes a series of mechanisms of freshening aged rice and methods of improving the quality of aged rice according to the deterioration of quality of the aged rice. It aims to improve the utilization rate of aged rice and increase the economic benefits.

Keywords

Aged Rice, Freshening, Quality

陈米复鲜的研究进展

朱恩俊, 于 爽

南京财经大学食品科学与工程学院/江苏省现代粮食流通与安全协同创新中心, 江苏 南京
Email: enjun163@163.com, ylysleslie@163.com

收稿日期: 2015年7月17日; 录用日期: 2015年7月29日; 发布日期: 2015年8月5日

文章引用: 朱恩俊, 于爽. 陈米复鲜的研究进展[J]. 食品与营养科学, 2015, 4(3): 65-70.
<http://dx.doi.org/10.12677/hjfns.2015.43009>

摘要

大米是中国最主要的食物之一, 需要一定的储备量来保证供应需求。存放时间过长的大米称为陈米, 陈米品质劣变, 影响营养与食味。本文主要分析了陈米的品质改变, 其中包括淀粉、脂肪、蛋白质、B族维生素以及细胞壁在储存后的变化。同时解释了不良气味产生的原因, 根据陈米品质的劣变总结了陈米复鲜的一系列理论和改善陈米品质的各种有效方法。目的在于提高陈米利用率, 增加经济利益。

关键词

陈米, 复鲜, 品质

1. 引言

大米是中国人膳食中主要的食物之一, 我国近三分之二的人口以大米为主食, 其需求量很大。而大米生产具有季节性, 为了保证市场供应, 必须有一定的大米储备量。而陈化是大米储藏期间一定会发生的事情。所谓的陈化是指: 从收获稻谷到消费大米期间发生的品质降低的现象, 即随着储藏时间的延长, 理化特性发生的一系列变化就叫陈化, 变化的过程叫做陈化作用[1]。而大米的储存稳定性较差, 易受到不良环境的影响。特别在高温高湿的环境下极易发生品质的劣变。我国奉行“推陈储新”的政策, 因此市场流通中有一定量的陈米。而陈米色泽口感都已不能满足消费者需要, 因此我们有必要对陈米的复新进行研究。

据粮食部门介绍, 大米一般分为新粮、陈粮和陈化粮三种。当年的大米属于新粮; 第一次储存期限超过一年的是陈粮; 储存后变质的粮食是陈化粮。陈化粮是指长期(3年以上)储藏, 其黄曲霉菌超标, 已不能直接作为口粮的粮食。因此我们仅对陈粮的复鲜进行讨论, 目的在于除去陈米异味, 改善其品质。

2. 大米陈化现象及原因

2.1. 大米组成物质的变化

2.1.1. 淀粉

淀粉作为大米的主要成分, 其含量占大米的 90%左右, 它自身的变化和其他成分对其影响是决定大米蒸煮品质的主要因素。据资料介绍, 大米在安全储藏期间总淀粉含量无明显变化, 支链淀粉在脱支酶作用下转化为直链淀粉。造成不溶性直链淀粉含量增高, 大米淀粉微晶束加强, 组织结构变得更加紧密, 使水分难以渗透。这直接导致了米饭粘度下降, 可溶性固形物的减少, 碘兰值下降[2]。

2.1.2. 脂肪

大米中脂类化合物的含量较低, 约占 1%~5%, 但极易发生氧化、水解, 产生游离脂肪酸, 游离脂肪酸包裹在直链淀粉的螺旋内部形成复合物, 能抑制淀粉的膨润作用, 造成淀粉粒的不易糊化, 引起米饭加热吸水率增加, 可溶性固形物减少, 糊化温度升高, 硬度增加, 粘度降低。

2.1.3. 蛋白质

大米中蛋白质含量较低, 一般占 6%~10%。谷蛋白含量最高。大多认为大米在储藏过程中, 总蛋白质含量基本不变, 蛋白质变化主要表现在结构和类型等方面的转化。Chrastil 认为, 大米蛋白质在储藏过程中交联程度增加, 蒸煮米香味中的重要成分 H_2S 减少, 谷蛋白由于二硫键的交联作用在淀粉粒周围形

成了致密的网状结构, 限制了淀粉粒的膨润, 影响了陈米的食味[3]。卞科等研究表明, 大米在陈化过程中巯基含量下降, 二硫键含量上升, 且巯基含量与粘度和硬度的比值呈正相关[4]。

2.1.4. B 族维生素

大米富含 B 族维生素, 是维持人体健康所需维生素的主要来源, 这些物质在储藏期间容易发生变化而失去原有性质, 叶霞等研究表明[5] [6], 稻谷在陈化过程中维生素 B1 和 B2 的损失是很大的, 其变化程度和粮食的水分、温度密切相关, 其中温度起主要作用。在 45℃ 下储藏约 5 个月, 维生素 B1 损失达 74%, 维生素 B2 损失达 67%。在加工和烹饪时也会流失大量 B 族维生素, 目前只能依靠营养强化来解决 B 族维生素的供给问题。

2.1.5. 细胞壁

蛋白质、果胶、纤维素等是细胞壁的组成部分。蒸煮的作用就在于使包含在纤维素细胞壁内部淀粉颗粒糊化, 同时使纤维素细胞壁软化, 直至破裂。大米胚乳细胞大多是薄壁细胞, 属于最基本的细胞类型, 胞壁很薄。在大米后熟阶段, 伴随着组织内部水分的减少, 细胞内出现分化和细胞间质和胞间通道发生收缩, 最终造成米粒坚实的结构特点, 细胞壁硬化[7], 抑制了淀粉的自由膨润和可溶性物质的溶出。除了以上的自身变化, 外界环境也对大米陈化有重要影响, 高温高湿环境下大米容易劣化, 氧气充足情况下, 大米的自身代谢增加, 无益于大米的储存。

2.2. 大米香气变化

陈化的大米中往往有异味, 这是由于大米中混杂米糠, 米糠含脂肪较多, 且脂肪极不稳定, 易在其在水、气、热、光等的作用下易氧化和水解。尤其是在一系列酶的作用下, 脂肪分解产生脂肪酸, 脂肪酸中的亚油酸、亚麻酸进一步氧化分解产生羰基化合物。其中戊醛和己醛使陈米产生了特有的糠酸气, 一般新米中乙醛含量多, 而显出其特有的米香味。刘月好等人研究表明, 储存七个月的时候乙醛在羰基化合物中的含量为 63%, 而储存一年的时候就迅速的下降至 24%, 同时戊醛和己醛的含量都有提升, 使大米陈化产生异味。H₂S 也是大米中的主要香气物质, 储存过程中由于巯基含量的下降, H₂S 同样下降, 风味劣化[8]。

3. 复鲜机理

衡量蒸煮大米质构特性的标准有很多, 其中最重要的两个是粘度和硬度[9]。根据以上对大米陈化中物质结构的变化, 着重解决其粘度和硬度的问题, 同时去除米饭异味和增加色泽。因此可总结出以下复鲜机理: 破坏淀粉之间或者淀粉与蛋白质之间的结合状态, 使淀粉容易流出, 加热时易糊化。可增加粘度。储存后细胞壁硬化, 淀粉糊化难度增加, 通过软化大米胚乳细胞壁, 也可使水分渗透增加, 淀粉能自由膨润, 增加了可溶性物质的溶出, 增加米饭粘度。减小水的表面张力, 使得体积更为狭小的细胞间隙水也能容易渗透, 使米粒内部的水分迅速增加, 米粒背腹部吸水均匀, 避免大范围龟裂; 通过添加吸附分解异味或增加大米香味的物质, 可有效遮蔽陈米的不良气味[10]。

4. 大米复鲜的主要技术

4.1. 使用添加剂

4.1.1. 添加酶

1) 蛋白质酶: 袁素华等人通过正交试验确定了陈米蒸煮的最佳浸泡温度, 浸泡时间和最佳酶剂量, 分别为 55℃, 45 min, 0.00018 g/g, 同时做了常压与加压蒸煮的对比, 得出加压蒸煮的米饭适口性更好。

这是由于蛋白酶都能与米粒的细胞壁和淀粉间的蛋白质产生化学反应, 水解部分蛋白质, 生成含硫氨基酸[11]。使得阻碍大米淀粉吸水的蛋白质溶解度升高, 加大淀粉的糊化程度, 使得米饭黏性增加, 提高口感; 同时蛋白质分解酶还能分解大米中产生异味的物质, 能有效地去除大米中的不良气味。大米浸泡到一定浓度的偏酸性液体中, 一段时间后在酸的作用下, 米粒细胞的细胞壁被软化, 同时淀粉分子结构中一部分牢固的微胶粒被切断破坏, 使水分能充分的进到淀粉细胞内微晶束结构中, 能改善蒸煮大米的粘弹性[12]。因此加入蛋白酶的同时, 辅以添加剂如加入葡萄糖酸-D-内酯表面活性剂来扩大淀粉细胞的间隙, 使淀粉充分吸水糊化[13]。葡萄糖酸-D-内酯在水中会解离成酸, 温度越高解离度越大。目前市场已有改善米饭品质的蛋白酶出售, 在日常生活中的使用也较为方便快捷。

2) 纤维素酶和木聚糖酶: 钱海峰等人取不同陈化度的大米加入纤维素酶进行酶处理, 而后淘洗炊饭。对米饭进行测评发现: 米汤中可溶性固形物含量增加, 米饭吸水膨胀率明显减少, 一年陈米和五年陈米差不多达到新米水平[14]。胚乳细胞壁主要由纤维素骨架部分与木聚糖的骨架部分构成, 由于大米陈化, 细胞壁变厚, 添加这两种酶可以水解纤维素和半纤维素, 使得水分容易进入, 淀粉糊化度增加, 米饭粘度增加, 改善适口性。在使用时应当注意只能选其中的一种, 若两种同时使用, 会使细胞壁的结构遭到破坏, 胚乳细胞的物理强度会大大降低, 粘性、阻嚼感反而变差。

3) α -淀粉酶、 β -淀粉酶: 利用其糖化作用, 提高淀粉糊化率, 增加柔软性和粘弹性, 可减缓米饭回生结晶速率[15]。

4.1.2. 添加环糊精衍生物

β -环糊精分子为 7 个葡萄糖单元形成的环状中空圆筒, 外侧具有羟基。因此有独特的包接性能, 可以吸附多种物质, 很容易稳定并增加溶解度。同时能够在水溶液中与有机化合物形成结晶性的络合物, 其分子可以胶连多种官能基团, 生成各种衍生物, 从而保持米饭香和味的稳定性, 并改善米饭的表面色泽、新鲜程度以及除去陈米异味。陈米经 β -环糊精分子作用后, 淀粉溶解度增大, 有益于淀粉的糊化, 改善口感。通过袁素华等人的实验得出通过添加 β -环糊精分子, 米饭中香味物质乙醛的百分含量明显增加, 而陈味物质己醛的百分含量明显减少。粘度的提高率为 20.5% [16]。同时需要注意的是, β -环糊精水中溶解度随温度升高而变大, 应用温水溶解效果更佳。

4.1.3. 添加表面活性剂

卵磷脂与蔗糖脂肪酸酯是用天然原料制成, 对人体无毒无害。两者配合使用。卵磷脂亲油性强, 但易吸水, 首先米粒的疏水表面发生作用。蔗糖脂肪酸酯亲水性好, 将米粒全面包围, 使得水的表面张力变小。水能在米粒中均匀地分布。即使是细胞间隙极为狭小的陈米也能大致分布均匀。提升陈米食味。

4.1.4. 添加金属盐

使用时一般需与无机酸、无机酸盐、有机酸盐配合使用, 可明显提高米饭的外观特性和香味特性[17], 因为有机酸和有机酸盐能软化细胞壁, 提高其渗透性, 有利于淀粉糊化, 提高米饭粘性。无机金属盐主要是钾、钠、镁的硫酸盐、盐酸盐; 有机金属盐主要是不挥发性有机酸的钠盐、钾盐、镁盐。

4.1.5. 添加氨基酸

周瑞芳等人在添加剂中加入的氨基酸(半胱氨酸)改善陈米食味, 氨基酸与陈米中的羰基化合物反应生成无臭无味的物质消除了陈米的异味。另一方面也能提高陈米中蛋白质含量[18]。

4.1.6. 其他物质

加入油脂能改善陈米色泽, 加入增香剂, 例如二乙酰吡咯啉, 或者香米粉, 改善陈米气味, 加入玉米淀粉, 改善外观, 吸收不良气味。

4.2. 高压处理

陈米胚乳细胞壁和淀粉质膜在储藏过程中结合成坚固的物质限制淀粉的糊化, 高压处理系利用水的静压作用, 使物质在只加压的情况下产生物性状态变化。此压力变性是破坏米细胞壁和胚乳质膜的有效手段[19]。因此利用高压处理技术将陈米与水一起用 1000 个大气压处理 10 min, 用此方法加工过后的米蒸煮后淀粉糊化度增加, 使得粘性增加硬度降低, 极大提高陈米食味。用高压锅煮出的陈米食味更好也是源于此理。但此方法具有技术限制, 目前我国能提供此高压的粮库并不多, 此方法不能普及。

4.3. 冰温处理

冰温是指从 0℃开始到生物体冻结温度为止的温域, 在冰点温度附近, 为阻止冰晶形成, 大米不断分泌大量的不冻液以降低冰点, 不冻液的主要成分是葡萄糖、氨基酸等。冰温还可抑制微生物生长。因此这样的大米蒸煮后, 粘性大, 口感好。袁素华等人利用此原理对陈米进行熏硫包装后置于 0℃~-3℃温度中, 冰温处理 1~2 周。熏硫冰温后的陈米糖分含量增加, 糊化温度升高, 米饭中香味物质乙醛含量有所增加, 不良气味物质己醛含量有所减少。有效提高陈米食味。其中熏硫是补充陈米中硫化物含量, 提升陈米风味[20]。此方法较为繁琐, 需进行深入研究, 达到目的的同时需要考虑经济利益。

4.4. 电解法

日本广岛食品工业研究所加工部, 实验采用电解法利用阴极电解的还原复鲜大豆成功, 在绝缘水槽上部安装一块阳极板, 下部安装一块阴极板, 浸入大豆, 通 150 V, 1~1.5 A 直流电 20 min, 可恢复陈大豆鲜度恢复到新鲜大豆的 95%, 这种方法也适用于存放过久的大米[21]。电解煮饭水, 利用电流改善米粒的内部结构也能增加淀粉的吸水力。有利于增加糊化度。电解法为陈米的复鲜方法提供了新的思路。

4.5. 蒸煮方式

煮饭方法一般有 2 种, 分别是用冷水或者用热水蒸煮, 结果发现用冷水煮的饭有糠酸气, 糠酸气主要源于脂肪的分解, 而脂肪分解酶在 30℃~40℃范围内最容易发挥作用。用冷水烧饭时会缓慢地经由这一温度带, 而用热水煮饭时会迅速地通过这一温度带, 米温升高使酶失去了活性, 因此蒸煮后的米饭风味比较好[22]。

4.6. 水热处理法

将陈米与 70℃以上的显中性或弱酸性的热水或水蒸汽瞬间接触, 使生成糠味和陈米成分的脂肪分解酶失去活性。有效提升陈米食味, 同时弱酸性热水或水蒸汽的水可提高米饭筋力, 米粒白度, 改善口感, 提高大米的品质, 处理时间因温度不同可适当变化[23]。

5. 总结与展望

一方面, 陈米复鲜方法繁多杂乱, 应该根据实际情况以及陈化程度选取添加剂量, 因此并不容易控制, 选取经济效益最好的配比或者寻找新的方法还需要进行进一步研究探索。另一方面, 在研究陈米复鲜, 提高经济效益的同时, 根据大米陈化自身理化性质的变化, 研究者更应该专注于延缓大米陈化的研究, 从根源上解决问题。

基金项目

本项目受江苏高校优势学科建设工程项目资助(项目编号 YXK1403)。

参考文献 (References)

- [1] Houston, D.F. (1972) Rice: Chemistry and technology. American Association of Cereal Chemists, Eagan.
- [2] 王肇慈, 孙明 (1997) 国内外粮食储藏品质评价与技术状况. *南京经济学院学报*, **4**, 64-66.
- [3] Chrastil, J. (1990) Protein-starch interaction in rice grains. Influence of storage on oryzenin and starch. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, **38**, 1804-1809. <http://dx.doi.org/10.1021/jf00099a005>
- [4] 卞科, 路茜玉 (1992) 大米陈化过程中二硫键变化与蒸煮大米质构特性的关系. *中国粮油学报*, **4**, 38-40.
- [5] 叶霞, 李学刚, 张毅, 等 (2004) 稻米陈化过程中重要营养素变化动力学特征的初步探讨. *中国粮油学报*, **1**, 4-7.
- [6] 叶霞, 李学刚, 张毅 (2004) 稻谷陈化过程中维生素 B₁ 和 B₂ 变化的动力学研究. *粮食储藏*, **1**, 45-46.
- [7] Chrastil, J. (1992) Correlation between the physicochemical and functional properties of rice. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, **40**, 1683-1686. <http://dx.doi.org/10.1021/jf00021a040>
- [8] 刘月好 (2004) 陈米产生的原因与处理方法. *粮食加工*, **1**, 30-31.
- [9] 赵学伟, 卞科, 王金水, 等 (1998) 蛋白质与淀粉的相互作用对陈化大米质构特性的影响. *郑州粮食学院学报*, **3**, 23-29.
- [10] 李天真 (1998) 大米食用品质及改良. *粮食与饲料工业*, **5**, 9-11.
- [11] 袁素华, 陶年顺 (1997) 陈米复鲜技术的研究. *中国粮油学报*, **4**, 25-29.
- [12] 张兴亮 (2010) 长期储藏大米加工性能及复鲜技术研究. 硕士学位论文, 天津科技大学, 天津.
- [13] 周惠明, 张奕 (1998) 大米品质改良的现状与思路. *粮食与饲料工业*, **4**, 12-13.
- [14] 钱海峰, 姚惠源 (1999) 用纤维素酶处理改良陈米饭食味的研究. *粮食与饲料工业*, **7**, 11-13.
- [15] 姚远, 丁霄霖 (2000) 米饭回生研究(III)米饭回生抑制的原理与工艺. *中国粮油学报*, **1**, 4-108.
- [16] 陶年顺, 袁素华 (1997) 对 β -环糊精改善米饭品质的研究. *中国粮油学报*, **1**, 26-30.
- [17] 张群, 夏延斌, 单杨 (2005) 米饭风味的影响因素及其改良技术研究动态. *粮油加工与食品机械*, **7**, 76-79.
- [18] 周瑞芳, 任顺成 (1995) 改善陈米品质的试验研究. *郑州粮食学院学报*, **2**, 8-13.
- [19] 陈寿鹏 (1993) 高压法改良陈米炊饭性能的研究. *粮食与油脂*, **3**, 15-16.
- [20] 袁素华, 陶年顺 (1996) “冰温米”初探. *粮食储藏*, **2**, 31-35.
- [21] 允连 (1992) 电解法复鲜大豆. *粮食加工*, **1**, 22.
- [22] 杨涛, 林亲录 (2005) 陈米复鲜研究. *中国食物与营养*, **6**, 27-29.
- [23] 金增辉, 金增英 (1993) 陈米与低品质米的改良方法. *武汉粮食工业学院学报*, **1**, 35-38.