湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划项目申报表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目名称: **湿热与乳酸菌发酵联用技术改善大米粉性质及粉条品质的研究** | | | | | | |
| 学校名称 | 湖南农业大学东方科技学院 | | | | | |
| 学生姓名 | 学 号 | 专 业 | | 性 别 | 入 学 年 份 | |
| 张娟 | 201541905212 | 食品科学与工程 | | 女 | 2015 | |
| 张雨歆 | 201541905221 | 食品科学与工程 | | 女 | 2015 | |
| 唐丽 | 201541905220 | 食品科学与工程 | | 女 | 2015 | |
| 陆敏婕 | 201641936103 | 食品质量与安全 | | 女 | 2016 | |
| 张晴 | 201641905107 | 食品科学与工程 | | 女 | 2016 | |
| 指导教师 | 廖卢艳 | | 职称 | 高级实验师 | | |
| 项目所属  一级学科 | 食品科学与工程 | | 项目科类(理科/文科) | | | 理科 |
| 学生曾经参与科研的情况  参与了湖南农业大学东方科技学院大学生研究性学习和创新性实验计划项目湿热处理改善米粉粉条品质的研究（编号：DFCXY201636） | | | | | | |
| 指导教师承担科研课题情况  1.2011年10月—2013年12月，大米抗氧化肽制备及其抗氧化活性的评价，湖南农业大学青年科学基金项目（11QN02），主持，已结题。  2.2012年12月—2015年12月，采用喷雾干燥法制备粉末油脂的技术研究,湖南省大学生创新性实验计划项目（DFCXS201202），主持，已结题。  3.2014年6月—2016年6月，乳酸菌发酵改善红薯粉丝品质的机理研究,湖南农业大学东方科技学院院青年项目（14QNZ10），主持，结题。  4.2014年9月—2016年9月，枯草芽孢杆菌发酵米渣制备抗氧化肽的研究，湖南省教育厅科学研究项目（14C0566），主持，结题。  5.2017年1月—2018年12月，发酵米制品生产中重金属消减技术研究 ，长沙市重大专项子项（K1502024-21），主持，在研。  6. 2017年12月-—2020年12月，米面主食产业化共性关键技术研究与示范，长沙市科技计划项目（kq1703004），在研，参加（第二）。 | | | | | | |
| 项目研究和实验的目的、内容和要解决的主要问题  **1.项目研究的目的**  我国是米面主食的生产和消费大国。根据国家粮食局的统计，以米粉、挂面、方便面、方便米饭、方便粥和馒头为代表的米面主食的产品产量， 2014年达2143万吨，较2010年的1047万吨增长104.7%，其中米粉的产量由2010年的51万吨到2014年的86万吨，可以看出其发展势头很好。但是，当前主食产业整体发展水平仍较落后，除速冻主食产品和馒头、面条等主食产品加工企业外，加工主体仍以小作坊为主，产品覆盖面窄，品牌知名度低，产品结构也不合理。  在米制主食产品加工领域，稻米加工等初加工企业所占比重较大，米制方便食品等产品较少。主要是还存在一些制约米食产业化的技术瓶颈问题还没有突破，这些问题集中表现在产品质量不稳定、保质期短、设备开发不足、标准不健全以及质量安全保障体系尚不完备等方面。目前很多的科研工作者集中在研究米面主食产品保质保鲜、营养保持与品质提升、质量控制、工艺改进等方面的共性关键技术。结合课题组前期采用物理和生物技术手段改善米粉粉条品质的研究结果，发现在采用物理改性技术湿热处理米粉能够有效的改善米粉的蒸煮品质，乳酸菌发酵米粉能有效地改善米粉的质构和蒸煮品质。相关的研究结论已经投稿了2篇核心期刊论文。本课题基于前期研究基础上进一步致力于研究改善米粉粉条品质的方法，通过查阅相关资料发现有研究者已经将湿热技术和发酵技术两者相结合应用在谷物原料及相关产品品质改善效果上。因此，本课题的研究目的主要是将湿热处理技术与乳酸菌发酵技术联用作用于大米然后通过分析作用大米粉前后的大米粉的理化特性、颗粒结构、糊化特性、流变特性、凝胶特性以及粉条的蒸煮品质、质构品质、感官品质的影响及变化规律，初步了解联用技术改善粉条品质的作用机制；同时，寻找一种绿色、安全、有效的改善米粉粉条品质的方法，为米粉粉条专用粉的开发提供理论基础和技术支撑。  **2.项目研究的内容**  **2.1研究主要内容**  （1）以单一的湿热处理和乳酸菌发酵处理的大米粉为对照组，研究先湿热处理后发酵以及先发酵后湿热处理的大米粉的理化特性（淀粉、蛋白质、脂肪、直链淀粉含量、溶解度、膨胀率、持水性、持油性）的变化；  （2）以单一的湿热处理和乳酸菌发酵处理的大米粉为对照组，研究先湿热处理后发酵以及先发酵后湿热处理的大米粉的颗粒结构、糊化特性、流变特性、凝胶特性的变化；  （3）以单一的湿热处理和乳酸菌发酵处理的大米粉为对照组，研究先湿热处理后发酵以及先发酵后湿热处理的大米粉粉条的蒸煮品质、质构品质、感官品质的变化。  **2.2研究的方法**  **2.2.1 发酵大米粉的制备**  （1）对乳酸菌进行活化处理，首先将其接种至灭菌的MRS肉汤，37℃下恒温培养24h，传代两次进行活化。然后在无菌条件下，制备一系列稀释梯度的植物乳杆菌菌液，用移液枪接种至灭菌的MRS琼脂平板上。37℃恒温培养24h。采用稀释平板计数对菌落计数，稀释至浓度达到CFU/ml即可。  （2）将大米于粉碎机中进行制粉，然后过40目筛，得到原料大米粉，准确称量100g的大米粉放入装有500ml的无菌水的三角瓶中，将菌悬液接种至大米浆液中，接种量为3%，将三角瓶置于37℃恒温培养箱中静置发酵，自然发酵样品不接种。待发酵完成后，收集发酵液至棕色瓶中保藏，大米粉用去离子水洗四次，再转入离心管中，加入3倍的水于离心机中脱去多余的水分（3000r,5min）脱水后的大米粉置于40℃热风干燥箱中干燥至恒重，所得样品标记后贮藏于4℃冰箱中备用。  **2.2.2 湿热处理大米粉的制备**  大米粉使用前先用105℃恒重法测定米粉的水分含量后，取50g米粉置于大培养皿中，经过计算加入一定量的水使其与米粉融合，分别调节水分含量为30%后用塑料薄膜密封室温下平衡一夜，使水分平衡。再将放置一夜的米粉放入烘箱105℃反应时间2h。冷却后取出于40℃下干燥，用粉碎机粉碎过100目筛所得样品标记后贮藏于4℃冰箱中备用。  **2.2.3 发酵与湿热联用技术制备大米粉**  （1）先湿热后发酵大米粉制备  准确称量100g的经过湿热处理且过了40目筛的大米粉放入装有500ml的无菌水的三角瓶中，将菌悬液接种至大米浆液中，接种量为3%，将三角瓶置于37℃恒温培养箱中静置发酵，自然发酵样品不接种。待发酵完成后，收集发酵液至棕色瓶中保藏，大米粉用去离子水洗四次，再转入离心管中，加入3倍的水于离心机中脱去多余的水分（3000r,5min）脱水后的大米粉置于45℃热风干燥箱中干燥至恒重，所得样品标记后贮藏于4℃冰箱中备用。  （2）先发酵后湿热大米粉制备  准确称量100g的经过乳酸菌发酵的大米粉使用前先用105℃恒重法测定米粉的水分含量后，取50g米粉置于大培养皿中，经过计算加入一定量的水使其与米粉融合，分别调节水分含量为30%后用塑料薄膜密封室温下平衡一夜，使水分平衡。再将放置一夜的米粉放入烘箱105℃反应时间2h。冷却后取出于40℃下干燥，用粉碎机粉碎过100目筛所得样品标记后贮藏于4℃冰箱中备用。  **2.2.4 大米粉粉质特性及粉条品质的测定**  （1）糊化特性  采用快速黏度分析仪进行糊化特性的测定，测前根据大米粉的水分含量，校正试验的样品用量和加水量。按校正用量准确称取大米粉和蒸馏水倒入样品铝筒中，然后用搅拌器桨叶在试样中上下快速搅动10次，使试样分散，注意尽量不要把样品溅在筒壁上，最后将铝筒放入RVA分析仪中进行测定。模式设定为升温—降温循环，加热程序设置如下：50 ℃下保温1 min，4 min内升温至95 ℃并保温5.5 min，4 min内冷却至50 ℃并保温4 min，在起始10 s内旋转桨叶的转速设为960 r/min，后恒定160 r/min至结束。  （2）流变特性  1）流变样品制备：称取7 g大米粉，配置成质量浓度为7 g/100 mL的米糊，然后置于95 ℃水浴锅中，加热糊化30 min，完全糊化后将其取出，冷却至室温待用。  2）静态流变特性：取适量米糊倒在转子正下方流变仪测试平台上，刮去平板外多余的米糊，盖上盖板。选择平板模具，直径为40 mm。程序设定为稳态模式，设置测试参数如下，间隙：1 mm，温度：25 ℃，剪切速率由10~100 s-1递增。启动流变仪，测定不同米糊表观黏度和剪切应力随剪切速率的变化曲线。  3）触变性测定：放样方法与静态流变特性测定的步骤相同。设置测试参数如下，间隙：1 mm，温度：25 ℃，测定样品表观黏度随剪切速率从10~100 s-1递增（上行线），再从100~10 s-1递减（下行线）过程中的变化。  4）线性粘弹区间的确定：取米糊放入流变仪测定平台，选用择直径为40 mm的平板模具和动态测试程序，启动流变仪，设置间隙为1 mm，刮去平板外多余的米糊，加上盖板。恒定温度为25℃，固定振荡频率为1 Hz，测定损耗模量G’’随振荡应变的变化，损耗模量G’’恒定的振荡应变区即为样品糊的线性粘弹区间。  5）频率扫描：放样方法同上，温度恒定为25℃，固定2%的振荡应变，在线性黏弹区间内对样品进行频率扫描，振荡频率从0.1~100 Hz递增。测定频率扫描过程中米粉糊储存模量G’和损耗模量G’’的变化。  （3）电镜扫描  将不同改性处理后淀粉样品置于105 ℃烘箱中干燥4～5 h，在红外灯下用导电胶将样品固定在样品台上，然后喷金，将处理后的样品保存于干燥器中。将待测样品置于扫描电子显微镜中观察，拍摄具有代表性的淀粉颗粒形貌。  （4）米粉制作及粉条品质测定  1）参照廖卢艳的方法加以改进，取3.0 g 按1.3.1处理获得发酵大米原料粉加20mL水在沸水中糊化，再加入25 g发酵大米粉和适量的蒸馏水分别调制成含水率为45%的粉团，将粉团倒入直径为20 cm的圆形烤盘中摊平静置5 min。然后放入装有沸水的蒸锅中蒸5 min后迅速放入冷水中1 min后立即取出。4℃存放17 h，揭皮切成宽度为1 cm的粉条，40℃干燥成品。  2）质构特性的测定  取米粉置于沸水中煮制3 min，冷却至室温，取3根米粉等间距放在P/36探头的测试台上进行TPA测试，程序参数设置如下：测试前速度2 mm/s，测试速度1 mm/s，回程速度5 mm/s，停留时间5s，变形量50％。每个样品重复测量8次，结果取平均值。  **3. 解决的主要问题**  探索湿热处理技术与乳酸菌发酵技术联用作用于大米然后通过分析作用大米粉前后的大米粉的理化特性、颗粒结构、糊化特性、流变特性、凝胶特性以及粉条的蒸煮品质、质构品质、感官品质的影响及变化规律，寻找一种绿色、安全、有效的改善米粉粉条品质的方法，为米粉粉条专用粉的开发提供理论基础和技术支撑。 | | | | | | |
| **国内外研究现状和发展动态**  **1、湿热处理在食品加工领域的研究现状**  湿热改性（heat-moisture treatment, HMT）是一种物理改性淀粉的方法，它指淀粉水分含量较低情况下，在高于糊化温度条件下处理淀粉的方式[1]。相对于化学改性方法，此种方法成本较低而且免除了使用化学试剂改性产生的副产物对环境造成的污染。湿热改性方法可以在淀粉颗粒结构不被破坏的情况下达到改善淀粉特定功能特性的目的。目前，湿热改性技术应用也越来越普遍，淀粉的组成、来源及直链淀粉与支链淀粉的比例以及淀粉链长在淀粉颗粒内非结晶区和结晶区分布情况等因素都是影响湿热改性的程度的主要因素。随着当前的市场趋向要求食品生产者利用更加天然的食品成份，作为一种绿色安全、简单操作的物理改性方法湿热变性技术将会越来越受到大家的关注，特别是在食品生产上的应用。湿热改性淀粉在食品工业生产中有着重要的作用，特别是其良好的热稳定性主要是在罐头和冷冻食品上应用非常广泛，同时，湿热技术改性淀粉后使淀粉颗粒膨胀下降、直链淀粉浸出、热量增加以及剪切稳定性增强等特性有利于粉条的加工[2]。  在食品中我们将淀粉看作是一种营养来源，一种增稠剂、稳定剂、组织形成剂或加工助剂，作为一种食品成分，淀粉已经不仅仅局限于原淀粉的形式，它还作为最大的消费行业之一的水解产品甜味剂而销售。同时，由于淀粉良好的增稠和成胶特征，使其成为一种非常好的用于制造不同特性食品的配料。但是，由于比较差的热学、剪切、酸稳定性和较高的老化程度和速度，使原淀粉并不能广泛应用于食品工业当中。目前应用于食品工业当中的淀粉大多都是改性淀粉且为化学改性淀粉，然而随着近年来食品安全事件频发，食品化学添加剂越来越多地遭受到来自公众和消费者的质疑。当前的市场趋向要求食品生产者利用更加天然的食品成份，因此采用物理改性来改善原淀粉的性质成为目前该领域研究的热点之一[3]。湿热改性淀粉应用在食品工业中已经有一些相关报道，湿热改性增加淀粉的热稳定性并可以减少老化[4]。由于这些优势，湿热改性淀粉被应用于罐装和冷冻食品中[5]。有研究使用湿热改性后的玉米淀粉部分代替小麦面粉后做成的面团以及面包的性质，发现其能改善面包品质[6]。研究发现湿热改性后淀粉形成的可降解膜作为包装材料有着更高的弹力和戳穿强度[7-8]，可以预见，以淀粉等可再生资源生产膜作为食品包装材料将会成为未来研究的热点。另外，湿热改性后的淀粉被应用于改善粉丝品质近年来也有相关报道，研究发现湿热改性用于大米、甘薯、西米等淀粉后可以明显改善其淀粉粉丝品质的质构特性，特别是其弹韧性和拉伸性能，但是其改善的机制还不明确，还有待进一步研究[9-11]，本课题也是在这样的背景下产生的。  **2、发酵技术应用在米粉上的研究现状**  以谷物淀粉为原料，采用自然发酵的方法来生产传统食品在我国有很长的历史，但对于发酵机理不清楚，一般都是通过经验来判断发酵的时间和效果。也正是基于传统，越来越多的人想通过发酵技术来对原料中的淀粉改性以得到某种特定食品。刘振扬等[12] 利用乳酸菌和酵母菌混合发酵的方式改变玉米粒中淀粉的性质来生产玉米面。沈辉等[13-14] 研究了自然发酵对木薯淀粉的改性，发现利用改性后的木薯淀粉制作的面包，具有好的筋力和韧性。张子飙[15] 通过生物发酵制得的玉米面粉可以制作面条和饺子，使玉米淀粉具备小麦面粉的功效。CHRISTIANM等[16]也研究了自然发酵对木薯淀粉的改性，发现改性后的木薯淀粉膨润能力增强，能形成质地良好的凝胶。张玉荣等[17]利用植物乳杆菌发酵大米得到发酵大米淀粉制作的粉条，不易断裂且有较好的延展性。韩立宏等[18]研究了自然发酵对荞麦面条质地的改善效果发现经发酵后的荞麦粉面条制品的凝胶结构更加致密，凝胶强度增强；袁美兰等[19]研究自然发酵后的玉米淀粉制作粉条的可行性发现发酵后的玉米淀粉的凝胶强度显著增加，同时使玉米粉条的拉伸性能得到显著改善。闵伟红等[20]对乳酸菌发酵米粉工艺进行了研究发现乳酸菌发酵米粉比未发酵米粉筋道、柔韧、滑爽。由此可见，发酵使淀粉的理化特性发生了显著的改变，进而可以使其制备的淀粉制品在质构、口感和风味等方面得到明显的改善，对淀粉的应用有了进一步的推动作用。因此，对发酵过程中的主要微生物对淀粉的发酵改性作用进行研究，对开发优质的发酵产品具有非常重要的意义。  **参考文献:**  [1] Maache-Rezzoug Z, Zarguili I, Loisel C, et al. Structural modifications and thermal transitions of standard maize starch after DIC hydrothermal treatment[J]. Carbohydrate Polymers, 2008, 74(4): 802-812.  [2] Zavareze E R, Dias A R G. Impact of heat-moisture treatment and annealing in starches: A review [J]. Carbohydrate Polymers, 2011, 83(2): 317-328.  [3] Watcharatewinkul Y, Uttapap D, Puttanlek C, et al. Enzyme digestibility and acid/shear stability of heat–moisture treated canna starch[J]. Starch‐Stärke, 2010, 62(3‐4): 205-216.  [4] Adebowale K O, Afolabi T A, Olu-Owolabi B I. Hydrothermal treatments of Finger millet (< i> Eleusine coracana</i>) starch[J]. Food Hydrocolloids, 2005, 19(6): 974-983.  [5] Jayakody L, Hoover R. Effect of annealing on the molecular structure and physicochemical properties of starches from different botanical origins–A review[J]. Carbohydrate Polymers, 2008, 74(3): 691-703.  [6] Miyazaki M, Morita N. Effect of heat-moisture treated maize starch on the properties of dough and bread[J]. Food research international, 2005, 38(4): 369-376.  [7] Singh G D, Bawa A S, Riar C S, et al. Influence of Heat‐Moisture Treatment and Acid Modifications on Physicochemical, Rheological, Thermal and Morphological Characteristics of Indian Water Chestnut (Trapa natans) Starch and its Application in Biodegradable Films[J]. Starch‐Stärke, 2009, 61(9): 503-513.  [8] Zavareze E R, Pinto V Z, Klein B, et al. Development of oxidised and heat–moisture treated potato starch film[J]. Food Chemistry, 2012, 132(1): 344-350.  [9] Lorlowhakarn K, Naivikul O. Modification of rice flour by heat moisture treatment (HMT) to produce rice noodles[J]. Kasetsart Journal, 2006, 40: 135-143.  [10] Collado L S, Mabesa L B, Oates C G, et al. Bihon‐Type Noodles from Heat‐Moisture‐Treated Sweet Potato Starch[J]. Journal of Food Science, 2001, 66(4): 604-609.  [11] Purwani E Y, Thahir R. Effect of heat moisture treatment of sago starch on its noodle quality [J]. Indonesian Journal of Agricultural Science, 2013, 7(1).  [12] 刘振扬，孟晓敏，金立忠，等. 玉米方便面生产工艺的研究[J]. 食品科学，1996，197（5）：54-59.  [13] 沈 辉，王 梅. 发酵法制备食用木薯酸性淀粉[J]. 无锡轻工大学学报，1998，17（4）：5-9.  [14] 沈 辉，王 梅.木薯酸性淀粉在面包制作中的应用[J]. 中国粮油学报，1998，13（6）：17-20.  [15] 张子飙.玉米特强粉的开发与应用[C]// 中日食品新技术研讨会论文集. 北京：粮食加工新技术研讨会，2001  [16] CHRISTIAN M. Comparision of the expansion ability of fermentedmaize flour and cassava starch during baking[J]. J Sci Food Agr, 2000,80(6): 665-672.  [17] 张玉荣，周显青，李庆光，等. 植物乳杆菌发酵大米粉及其淀粉特性变化[J]. 粮食与饲料工业，2012（8）：18-22.  [18] 韩立宏，郝学良，程永强，等. 自然发酵对荞麦挤压面条拉伸性能影响效应研究[J]. 中国粮油学报，2012，27（4）：28-31.  [19] 袁美兰，鲁战会，李里特. 自然发酵对玉米淀粉物理性质和玉米粉条拉伸性质的影响[J]. 食品科学，2008，29（12）：40-44.  [20] 闵伟红，李里特，刘 平，等. 乳酸菌发酵对米粉物性影响的研究[J].食品科学，2005，26（1）：97-99. | | | | | | |
| **本项目学生有关的研究积累和已取得的成绩**  项目前期在院级创新课题经费的支持下，团队成员前期分别开展了湿热技术和乳酸菌发酵技术改善大米粉粉条品质的研究。研究发现湿热处理有利于改善米粉粉条的蒸煮品质；三种乳酸菌组合发酵和植物乳杆菌发酵制作成的米粉弹性好且有嚼劲。三个菌种组合发酵得到的米粉蒸煮品质最好，其复水时间短、复水率高，蒸煮损失率和断条率均较小。在中文核心期刊《粮食与油脂》投稿1篇论文。论文题目为《湿热处理对不同水分含量的米粉性质及粉条品质的影响》；论文题目为《乳酸菌发酵对大米理化特性及粉条品质的影响》的文章拟投稿中。 | | | | | | |
| **项目的创新点和特色**  **1、创新点**  乳酸菌发酵和湿热处理相结合方法，系统地比较处理前后米粉性质及粉条品质，为改善米粉粉条品质提供理论基础的同时，拓宽湿热技术的应用范围。  **2、特色**  利用生物、物理的技术手段寻找一种绿色、安全、有效的改善米粉粉条品质的方法，为米粉粉条专用粉的开发提供理论基础和技术支撑。 | | | | | | |
| **项目的技术路线及预期成果**  **1、技术路线**  **2、预期成果**  （1）掌握乳酸菌发酵和湿热联用技术对米粉结构和性质影响的变化规律；  （2）寻找乳酸菌发酵和湿热联用技术改善米粉粉条品质的最佳工艺；  （3）发表论文1-2篇，培养本科生1-2名。 | | | | | | |
| **年度目标和工作内容（分年度写）**  1.2018年4月—2019年4月，对比研究乳酸菌发酵、湿热、及相互联用技术制备的米粉的粉条品质，及工艺的优化研究。撰写论文1篇。  2.2019年5月—2019年11月，乳酸菌发酵与湿热技术联用制备米粉，对比研究乳酸菌发酵、湿热、及相互联用技术制备的米粉的颗粒结构、理化特性、糊特性的变化规律；撰写论文1篇。 | | | | | | |
| 指导教师意见  签字： 日期： | | | | | | |