



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107125569 B

(45)授权公告日 2020.07.07

(21)申请号 201710390030.1

(22)申请日 2017.05.27

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107125569 A

(43)申请公布日 2017.09.05

(73)专利权人 江南大学  
地址 214122 江苏省无锡市蠡湖大道1800号

(72)发明人 李永富 程鑫 史锋 王莉  
陈正行 李亚男 王韧 罗小虎  
李娟

(74)专利代理机构 哈尔滨市阳光惠远知识产权代理有限公司 23211  
代理人 张勇

(51)Int.Cl.  
A23L 7/104(2016.01)  
A23L 33/00(2016.01)

(56)对比文件

JP 2006166767 A,2006.06.29,  
CN 101946943 A,2011.01.19,  
CN 104164459 A,2014.11.26,  
卜玲娟等.高温流化对糙米蒸煮和食用品质的影响.《中国粮油学报》.2017,第1-5、17页.  
Issoufou Amadou等.Fermentation and heat-moisture treatment induced changes on the physicochemical properties of foxtail millet ( *Setaria italica* ) flour.《Food and Bioproducts Processing》.2013,第38-45页.  
E.GHASEMI等.Effect of Stewing in Cooking Step on Textural and Morphological Properties of Cooked Rice.《Rice Science》.2009,第243-246页.

审查员 刘莹莹

权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种通过乳酸菌发酵改善糙米蒸煮性能的方法

(57)摘要

本发明公开了一种通过乳酸菌发酵改善糙米蒸煮性能的方法,属于食品加工技术领域。本发明将乳酸菌活化后加水与糙米均匀混合,然后装入单向出气的容器中,装满或排出多余空气后密封,在设定温度环境中发酵一段时间。通过本发明提供的方案能够破坏糙米皮层细胞壁完整结构,提高吸水率,从而改善糙米蒸煮性能、口感。本发明非常简单易行、能耗低,非常适合于产业化生产,将显著促进糙米的主食化,产生良好的社会和经济效益。



a



b

1. 一种发酵糙米的方法,其特征在于,将乳酸菌活化后加水与糙米均匀混合,然后装入单向出气的容器中,装满或排出多余空气后密封,在设定温度环境中发酵一段时间;所述方法是:称取糙米粒,加入活化乳酸菌液,接种量为 $5 \times 10^7 \sim 2 \times 10^8$ cfu/g糙米,混匀,倒入单向出气的容器中,发酵体系初始水分含量保持在25-35%,然后在发酵温度25-40°C的条件下发酵处理16-24h,干燥后脱气密封包装,即得成品。

2. 根据权利要求1所述的一种发酵糙米的方法,其特征在于,所述单向出气的容器是带有单向出气阀的容器,容器材质符合食品安全要求,容器形态不限。

3. 根据权利要求1所述的一种发酵糙米的方法,其特征在于,所述乳酸菌(Lactic acid bacteria, LAB)是一类能利用可发酵碳水化合物产生大量乳酸的细菌,包括乳杆菌属、链球菌属、明串珠菌属、双歧杆菌属和汁球菌属。

4. 根据权利要求1~3任一所述的一种发酵糙米的方法,其特征在于,所述糙米是指稻谷脱去外保护层稻壳后的颖果,内保护层完好的稻米籽粒。

5. 根据权利要求3所述的一种发酵糙米的方法,其特征在于,所述乳酸菌为植物乳杆菌(Laobacillus plantarum)。

6. 根据权利要求1~5任一所述的一种发酵糙米的方法,其特征在于,发酵结束后,经干燥、包装,即得易蒸煮的糙米。

7. 根据权利要求1所述的一种发酵糙米的方法,其特征在于,发酵后成品糙米的含水量 $\leq 14\%$ 。

8. 根据权利要求1~7任一所述方法制备得到的发酵糙米。

9. 含有权利要求8所述发酵糙米的食品。

## 一种通过乳酸菌发酵改善糙米蒸煮性能的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种通过乳酸菌发酵改善糙米蒸煮性能的方法,属于食品加工技术领域。

### 背景技术

[0002] 稻谷是世界上重要的粮食作物之一,全世界年产量5亿吨左右,其中中国稻谷年产量1.95亿吨,占世界稻谷产量的37%,居世界首位。目前稻米的消费模式主要是白米,但糙米约80%的营养成分都分布在皮层和胚中。糙米是稻谷脱去外保护稻壳后的颖果,内保护皮层(果皮、种皮、珠心层)完好的稻米籽粒,由于内保护皮层粗纤维、糠蜡等较多,口感较粗、质地紧密,煮起来也比较费时。与精加工的白米相比,糙米维生素、矿物质与膳食纤维的含量更丰富,被视为是一种全谷物健康食品。糙米进一步加工碾去皮层和胚后,虽然改善了蒸煮和食用品质,但糙米中的膳食纤维、不饱和脂肪酸、矿物质及维生素等活性营养物质损失较大,且加工精度越高,损失就越大。

[0003] 尽管糙米中含有丰富的营养物质,尤其是GABA、谷维素、VE等功能性成分在白米中不含或含量很低,但由于皮层和胚的存在,糙米直接蒸煮食用时,水分难以渗透,导致淀粉无法充分吸水糊化,糙米饭口感差,无法被消费者广泛接受,阻碍了糙米的主食化消费。

[0004] 为了改善糙米的蒸煮性能,需要打破皮层和胚对水分的阻隔作用,将糙米粉碎后食用是常用的加工食用方法,但是糙米粉碎后淀粉消化速率加快,人体临床试验已证明糙米粉的餐后血糖比白米饭还高,这对健康不利。目前,针对糙米蒸煮品质改良的方法主要有碾削法、高温流化法、浸泡法、外源酶法等。碾削法虽然可以显著改善糙米饭的吸水性能,但其营养损失较大。高温流化法可以在糙米表面形成细小的微缝,显著改善糙米的吸水性能,但是糙米籽粒的物理结构损伤较大,储藏稳定性显著下降。碱性浸泡后虽然糙米饭的米汤固形物、膨胀度等均提高,但GABA含量却有显著下降。外源酶处理技术所使用的酶主要作用是能够水解细胞壁的纤维素、半纤维素、果胶质等,将一定量的酶和糙米加到大量的水中(一般体系中含水80%以上),在罐中控温处理到设定的时间,最后干燥得到食用品质较好的糙米。外源酶法可以很好地改良糙米蒸煮性能,同时有效保留糙米重要营养素,但是外源酶法需要消耗大量的水、干燥过程需要消耗大量的能量,罐等装备投资较高,加工过程复杂,显著增加的糙米的生产成本,不利于糙米生产规模的扩大和商业化生产推广。

[0005] 乳酸菌是常用的发酵剂,乳酸发酵糙米产品有饮料、米乳、粥、米粉、发糕等形式,所用原料以白米为主,且米均已经粉碎或其中淀粉已经预糊化。目前市场也出现一些类似白米的糙米发酵产品,但糙米基本是被粉碎后再进一步加工。

[0006] 糙米以完整籽粒形式食用的发酵产品较少,有以糙米为主要原料的发酵糙米产品,通过添加蜂蜜、食盐及麦芽等辅料来调控发酵产品的风味,调制后经酵母菌或乳酸菌等微生物发酵而成,发酵中需要加大量的水,食用的是发酵后的液体——糙米酵素。目前风靡日本的发酵糙米饭,将糙米和红豆先用水浸泡三小时后,全部放进电饭煲,并将糙米和红豆搅拌均匀。然后用电饭煲的「糙米饭模式」或「蒸饭模式」加热。蒸好后维持保温状态,每天搅

拌一次,三天后食用。因此,目前糙米籽粒发酵的方式要么是用来制作糙米酵素、要么是只适合家庭使用的电饭煲发酵方式,它们适用范围小,无法满足更广大人群或大规模工业化生产的需要。

## 发明内容

[0007] 本发明的目的是发明一种工艺简单低、低成本、方便易行的新型的糙米蒸煮、食用品质改良方法,采用该技术方案能够破坏糙米皮层细胞壁完整结构,提高吸水率,从而改善糙米蒸煮性能、口感。

[0008] 本发明所采用的技术方案为:将乳酸菌活化后加水与糙米均匀混合,然后装入单向出气的容器中,装满或排出多余空气后密封;在设定温度环境中发酵培养,发酵结束后取出,干燥、包装,即得到易蒸煮、食用品质较好  $\gamma$ -氨基丁酸(GABA)含量较高的糙米产品。

[0009] 所述糙米是指稻谷脱去外保护稻壳后的颖果,内保护皮层(果皮、种皮、珠心层)完好的稻米籽粒。糙米包括普通糙米和有色糙米,普通糙米加工后就是日常食用的白米,有色糙米包括黑米、紫米、红米等有颜色的米,它们都是以糙米的形式食用。

[0010] 所述乳酸菌(Lactic acidbacteria,LAB)是一类能利用可发酵碳水化合物产生大量乳酸的细菌的通称。包括乳杆菌属、链球菌属、明串珠菌属、双歧杆菌属和汁球菌属,其中,乳杆菌属又包括植物乳杆菌、干酪乳杆菌等。通过接种乳酸菌快速抑制发酵过程中其它杂菌的生长,乳酸菌发酵产生的酶能够分解破坏糙米皮层细胞壁完整结构,增加水的透过性。

[0011] 所述单向出气的容器可以是带有单向出气阀的容器,容器形式可以是符合食品安全要求的桶或袋子,单向出气能够排出发酵产生的气体,并阻隔外界环境空气进入,形成有利于乳酸菌发酵的密封缺氧或低氧环境。当然,如果成本允许,也可以采用发酵罐作为容器。

[0012] 在发酵过程中,可通过控制糙米水分、发酵温度、发酵时间等因素来控制发酵糙米的酸度,确保糙米蒸煮品质改善的同时不会产生不愉悦的酸味。其中,糙米水分是对发酵结果影响最大的因素,其它发酵条件按重要性排序依次是发酵时间、温度和接种量。实施过程中,称取糙米粒,加入活化乳酸菌液,接种量为 $5 \times 10^7 - 2 \times 10^8$ cfu/g糙米,混匀,倒入发酵容器或袋中,发酵体系初始水分含量保持在25-35%,然后在发酵温度25-40°C的条件下发酵处理16-24h,干燥后脱气密封包装,即得成品。

[0013] 发酵过程中,还可以间歇性地动一动发酵容器,例如,采用袋子为发酵容器时,可每2小时正反面对调翻动一次,采用桶或其它容器时可每2小时转动一周。

[0014] 所述成品糙米的含水量 $\leq 14\%$ 。所述干燥方式可以为40°C鼓风干燥。

[0015] 本发明的有益效果在于:

[0016] (1) 本发明采用乳酸菌发酵的方法,利用乳酸菌发酵代谢程中分泌的纤维素酶、半纤维素酶、果胶酶等,降解糙米皮层细胞壁,改善糙米吸水性能,加快糙米蒸煮过程中淀粉的糊化,缩短最佳蒸煮时间。同时,糙米在酸、水和缺氧等条件胁迫下,也能激发糙米自身细胞壁降解酶活性,破坏细胞壁的完整结构,改善水分透过性。

[0017] (2) 本发明利用乳酸菌发酵制造微酸性环境,一方面,提高谷氨酸脱羧酶的活性,显著增加GABA的含量,强化了糙米的营养功效;另一方面,可抑制杂菌生长,避免杂菌生长

导致的风味败坏问题。

[0018] (3) 对于发酵容器的要求,仅要求具备单向出气的能力并且符合食品安全要求即可。

[0019] (4) 本发明整个发酵过程不需要灭菌,不需要控制湿度,在实际生产容易操作。

[0020] (5) 采用低水分发酵,节约了大量的水和干燥的能源消耗,大幅降低生产成本。

[0021] (6) 本发明的糙米蒸煮、食用品质改良技术方案,具有工艺简单、低投资成本、低能耗等突出优点,易于产业化生产。

[0022] 总的来说,与现有技术相比,本发明方法采用乳酸菌发酵对糙米籽粒进行处理,糙米蒸煮性能显著改善,有效解决了阻碍糙米难蒸煮、糙米难与白米同煮同熟的难题,同时发酵后糙米GABA提高了2倍,GABA含量可达184.2mg/kg,显著增加了糙米的营养功能。消费者将经本发明工艺处理后的糙米,直接蒸煮,不用浸泡,食用方便,且营养与口感兼得。除去对糙米本身的处理效果,本发明方案本身,非常简单易行、能耗低,非常适合于产业化生产,将显著促进糙米的主食化,产生良好的社会和经济效益。

## 附图说明

[0023] 图1为实施例1发酵糙米与原料糙米蒸煮所得糙米饭的实物图,a:原料糙米,b:发酵糙米。

[0024] 图2为实施例1~3发酵糙米与原料糙米的30℃浸泡吸水率。

## 具体实施方式

[0025] 相关参数的测定方法

[0026] (1) 最佳蒸煮时间的测定方法为:在250mL烧杯中加入150mL水,置于加热板上加热置沸腾,小心倒入5g整粒糙米并开始计时。15min后取出10粒米饭,用载玻片按压米饭观察是否有白芯,此后每隔1min观察一次,直至白芯数量 $\leq 1$ 时,记下时间,此时间加上2min的焖饭时间,即最佳蒸煮时间。

[0027] (2) 碘蓝值测定方法:称取7.0g干重整米,置于钢丝笼中,置流水中洗五遍再用蒸馏水洗一遍,置于250mL烧杯中,加50℃蒸馏水洗至150mL,在沸水锅中蒸煮20min(100℃开始计时),取出钢丝笼置烧杯上,至不再有米汤滴下,待米汤冷却至室温后,稀释至100mL,离心取1mL上清液于约50mL蒸馏水中,加0.5mol/L HCL5mL及0.2g/100mL碘试剂1mL,定容至100mL,在分光光度计上于660nm测定其吸光度。

[0028] (3) 米饭硬度和粘性测定方法:物性仪参数设定:操作类型为Compression;测前速度(Pre-Test Speed)为2mm/sec,测试速度(Test Speed)为0.5mm/sec,测后速度(Post-Test Speed)为0.5mm/sec;测试循环次数为1;目标单位(targetunit)为Strain;目标值(target strain)为70.0%;触发点(Trigger)为5.0g;探头为P/35(35mm dia cylinder aluminium)。将蒸煮好的米饭上层去掉,从中间层不同位置随机取3粒米对称放置在物性仪的载物台上,并固定米粒放置位置。每个样品测定8次,去掉最大与最小两个测定值,取6次测定结果的平均值。

[0029] (4) 米饭酸味采用感官评定方法:煮饭过程中闻蒸发水汽的气味、品尝米饭的口感。

[0030] (5) GABA测定方法参照NY/T 2890-2016稍作修改,具体操作如下:

[0031] 称取1g样品于50mL离心管中,加10mL 5%TCA提取液,超声提取30min,在漩涡混合器振荡2min,静置5min,于5000r/min离心5min,将上清液转入25mL容量瓶,残渣同法再提取1次,合并两次提取液,用提取液定容至25mL。双层滤纸过滤,取滤液1mL在离心管中10000r/min离心10min,然后取400μL待测。色谱条件:色谱柱C<sub>18</sub>柱,250mm×4.6mm,5μm;检测波长436nm、柱温30℃、进样量10μL、流动相:乙腈+三水合乙酸钠溶液、流速:1.0mL/min。

[0032] (6) 30℃浸泡吸水率测定方法:在250mL烧杯中加入220mL去离子水,置30℃水浴锅中至恒定温度,称取约5.0000g完整糙米倒入预先置于250mL烧杯上的铜丝网中,开始计时,分别在浸泡15、30、45、60、80、100、130、160、200min后取出糙米,用纱布擦干表面水分置分析天平上称得质量。

[0033] 吸水率/% = (浸泡后质量-浸泡前质量) / (浸泡前质量 × (1-水分含量)) × 100%

[0034] (7) 糙米试样的水分含量的测定方法:取洁净带盖铝盒,置于105℃烘箱中,盒盖斜支于盒边,1.0h后取出盖好,置干燥器内冷却0.5h,称量,并重复干燥至前后两次质量差不超过2mg,即为恒重。将糙米磨细至过60目筛,称取2g(精确至0.0001g),放入铝盒中,试样厚度不超过5mm,精密称量后,置105℃烘箱中,盒盖斜支于盒边,干燥4h后,盖好取出,放入干燥器内冷却0.5h后称量。然后再放入105℃烘箱中干燥1h左右,取出,放入干燥器内冷却0.5h后再称量。并重复以上操作至前后两次质量差不超过2mg,即为恒重。

[0035] 试样中的水分的含量按下式(1)进行计算。

[0036]  $X = (m_1 - m_2) / (m_1 - m_3) \times 100$  式(1)

[0037] 式(1)中:

[0038] X——试样中的水分含量,单位为(%);

[0039] m<sub>1</sub>——铝盒和试样的质量,单位为克(g);

[0040] m<sub>2</sub>——铝盒和试样干燥后的质量,单位为克(g);

[0041] m<sub>3</sub>——铝盒的质量,单位为克(g)。

[0042] 实施例1

[0043] 称取1000g经过筛选的整粒糙米,加入已活化的植物乳杆菌菌液,接种量为5×10<sup>7</sup>cfu/g糙米,补水至发酵体系水分含量为25%,混匀,倒入带有单向出气阀的袋子中,置于35℃培养发酵24h,干燥后脱气密封包装,即得成品。

[0044] 实施例2

[0045] 称取1000g经过筛选的整粒糙米,加入已活化的植物乳杆菌菌液,接种量为2.0×10<sup>8</sup>cfu/g糙米,补水至发酵体系水分含量为35%,混匀,倒入带有单向出气阀的袋子中,置于25℃培养发酵20h,干燥后脱气密封包装,即得成品。

[0046] 实施例3

[0047] 称取1000g经过筛选的整粒糙米,加入已活化的植物乳杆菌菌液,接种量为1.0×10<sup>8</sup>cfu/g糙米,补水至发酵体系水分含量为30%,混匀,倒入带有单向出气阀的袋子中,置于40℃培养发酵16h,干燥后脱气密封包装,即得成品。

[0048] 对照例1

[0049] 称取1000g经过筛选的整粒糙米,加入已活化的植物乳杆菌菌液,接种量为1.5×10<sup>8</sup>cfu/g糙米,补水至发酵体系水分含量为20%,混匀,倒入带有单向出气阀的袋子中,置

于35℃培养发酵24h,干燥后脱气密封包装,即得成品。

[0050] 对照例2

[0051] 称取1000g经过筛选的整粒糙米,加入已活化的植物乳杆菌菌液,接种量为 $1.5 \times 10^8$ cfu/g糙米,补水至发酵体系水分含量为40%,混匀,倒入带有单向出气阀的袋子中,置于35℃培养发酵16h,干燥后脱气密封包装,即得成品。

[0052] 检测结果:

[0053] (1) 乳酸菌发酵处理前后糙米饭的实物如图1所示。

[0054] 由图1可以看出经过乳酸菌发酵处理后的糙米,与原料糙米经过同时长蒸煮后胚乳露白率显著高于原料糙米,米饭颗粒皮层开裂程度较大,说明经发酵处理后的糙米蒸煮特性得到良好改善。

[0055] 糙米饭的蒸煮方法是:分别称取实施例1的发酵糙米以及原料糙米100g,用水淘洗并沥干水分后分别放入电饭锅内,加入质量为190g的自来水,开始煮米饭,保温时间为25min,整个煮饭时间约60分钟。

[0056] (2) 浸泡吸水率,实施例1~3制备的发酵糙米与原料糙米在30℃时的浸泡吸水率如图2所示。由图2可以看出与原料糙米相比,发酵处理后的糙米吸水率和吸水速率均明显增加。

[0057] (3) 各实施例、对照例所得发酵糙米的最佳蒸煮时间、米汤碘蓝值、米饭硬度、米饭粘性、米饭酸味及GABA含量变化如表1所示。

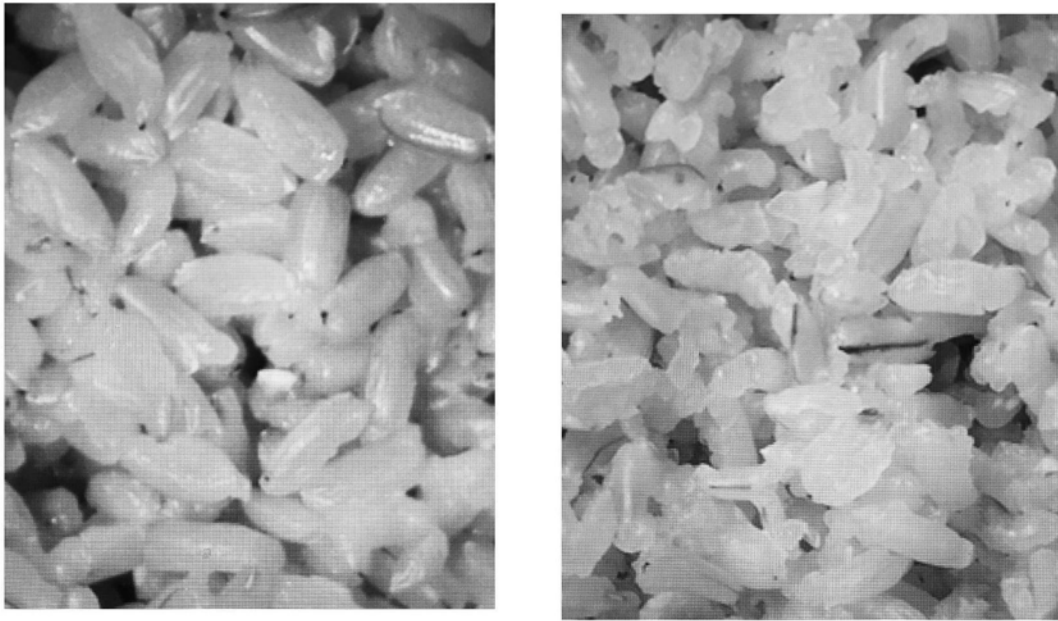
[0058] 表1糙米发酵前后蒸煮性能、酸味和GABA含量的变化

项 目	最佳蒸 煮时间 (min)	米汤碘蓝值	米饭硬 度(g)	米饭粘性 ( $g \cdot s^{-1}$ )	米饭酸味	GABA 含量 (mg/kg)
原料糙米	28.20	0.139	1417.2	37.1	无	61.4
[0059] 实施例 1	22.99	0.213	932.6	69.2	轻微	175.2
实施例 2	23.11	0.204	942.3	67.3	轻微	184.2
实施例 3	23.20	0.207	951.1	65.9	轻微	179.5
对照例 1	25.31	0.161	1209.4	49.1	轻微	73.7
[0060] 对照例 2	23.17	0.205	949.3	68.7	较重	181.1

[0061] 表1的结果表明,在实施例1~3的发酵条件下,发酵法处理显著缩短了糙米的蒸煮

时间,改善了糙米的蒸煮性能;米汤碘蓝值增加表明蒸煮时淀粉等可溶物溶出增多,米饭口感改善;发酵糙米的米饭硬度显著下降、粘性显著增加,表明糙米饭的口感显著改善,食用品质更好;米饭硬度低、粘性大表明米饭的适口性好,在适宜的发酵条件下可以显著改善糙米的口感;米饭酸味是发酵过程中乳酸累积所致,需要控制发酵程度,发酵不足(对照例1)糙米蒸煮性能和口感改良程度低,达不到蒸煮品质改良要求。发酵程度过大(对照例2)糙米煮饭过程中酸味较重、糙米饭有后酸味,严重影响适口性,不易被消费者接受;发酵同时显著增加了糙米中GABA含量。

[0062] 虽然本发明已以较佳实施例公开如上,但其并非用以限定本发明,任何熟悉此技术的人,在不脱离本发明的精神和范围内,都可做各种的改动与修饰,因此本发明的保护范围应该以权利要求书所界定的为准。



a

b

图1

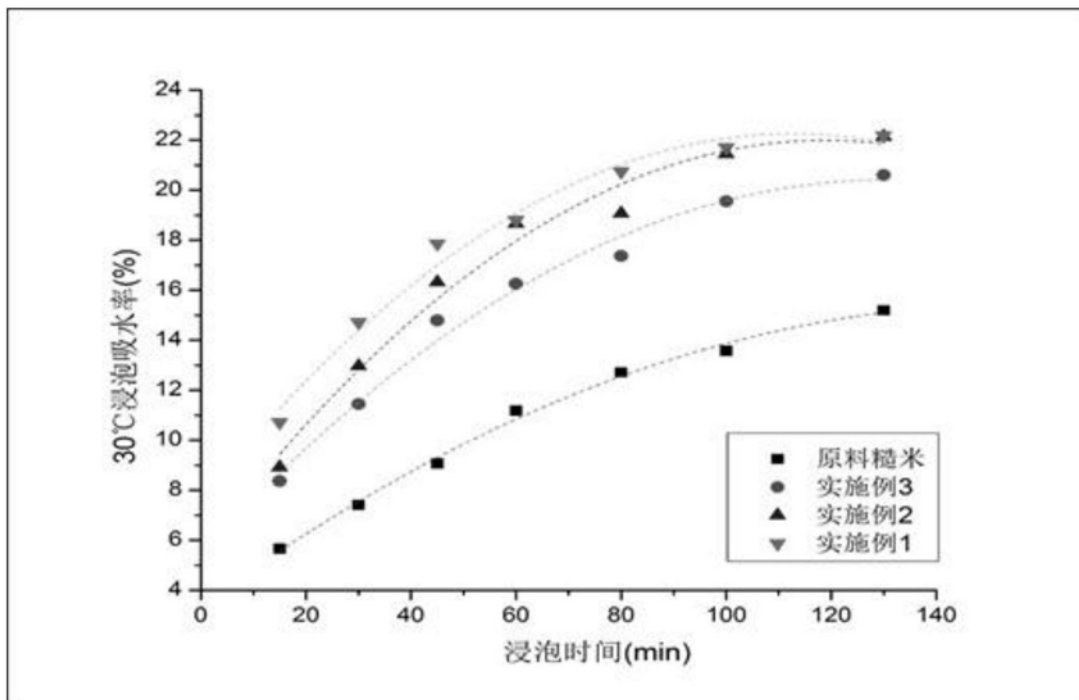


图2