



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109757556 A

(43)申请公布日 2019.05.17

(21)申请号 201811562309.4

C07H 17/07(2006.01)

(22)申请日 2018.12.20

C07H 1/08(2006.01)

(71)申请人 山西省农业科学院农产品加工研究所

地址 030031 山西省太原市小店区龙城大街79号

申请人 陕方

(72)发明人 胡俊君 边俊生 李云龙 何永吉 李红梅 程哲 郭洪 仪鑫 陕方

(74)专利代理机构 山西五维专利事务所(有限公司) 14105

代理人 茹牡花 何翠霞

(51)Int.Cl.

A23B 9/02(2006.01)

A23L 33/00(2016.01)

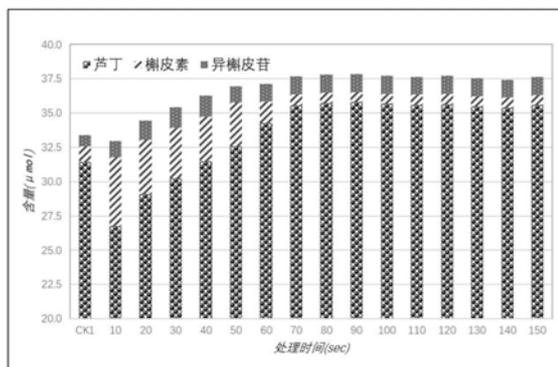
权利要求书1页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

一种提高苦荞中芦丁含量的方法及其应用

(57)摘要

本发明涉及一种提高苦荞中芦丁含量的方法及其应用。目的是为了解决苦荞在存储、加工过程中容易发生酶解使得芦丁含量大幅度降低以及现有的苦荞处理方法对苦荞的功能营养、理化特性、品相等方面都存在不同程度的负面影响,不适用于实际生产的技术问题。具体方法包括:将苦荞籽粒进行清理;将清理后的物料置于密闭容器中减压排气;向减压排气后的物料中通入70~170℃的水蒸汽加热处理;将物料冷却、干燥备用。本发明针对苦荞中芦丁酶主要集中在籽粒麸皮层的特点,在排除空气的条件下对苦荞籽粒进行水蒸汽加热处理,不仅可在短时间内灭活苦荞中的芦丁酶,抑制槲皮素的生成,还可将已经酶解生成的槲皮素逆水解还原为芦丁,提高苦荞中芦丁的含量。



1. 一种提高苦荞中芦丁含量的方法,其特征在于,包括以下步骤:
 - (1) 将苦荞籽粒进行清理;
 - (2) 将清理后的苦荞籽粒置于密闭容器中减压排除空气;
 - (3) 向减压排气后的苦荞籽粒中通入70~170℃的水蒸汽加热处理180min~15s;
 - (4) 将水蒸汽加热处理后的苦荞籽粒及时冷却、干燥后备用。
2. 根据权利要求1所述的一种提高苦荞中芦丁含量的方法,其特征在于:将所述步骤(2)盛放苦荞籽粒的密闭容器减压至真空度 $\leq -0.06\text{MPa}$ 。
3. 根据权利要求1所述的一种提高苦荞中芦丁含量的方法,其特征在于:所述步骤(3)中向减压排气后的苦荞籽粒中通入100~110℃的水蒸汽加热处理80~60s。
4. 根据权利要求1所述的一种提高苦荞中芦丁含量的方法,其特征在于:所述步骤(4)中将水蒸汽加热处理后的苦荞籽粒冷却到50℃至室温。
5. 根据权利要求1所述的一种提高苦荞中芦丁含量的方法,其特征在于:所述苦荞为已发生酶解变苦的苦荞。
6. 一种权利要求1~5任一项所述的方法在苦荞食品或保健品领域的应用。

一种提高苦荞中芦丁含量的方法及其应用

技术领域

[0001] 本发明属于全谷物食材加工技术领域,具体涉及一种提高苦荞中芦丁含量的方法及其应用。

背景技术

[0002] 苦荞是一种富含黄酮、多酚、肌醇、花青素等生物活性成分的蓼科谷物资源,其生物类黄酮含量是所有谷物中最高的,是传统的药食兼用的珍贵原料。研究表明,苦荞黄酮主要包括芦丁、槲皮素、异槲皮苷、山奈酚等组分,其中芦丁约占黄酮总量的85%左右。芦丁具有抗氧化、抗炎、降血压、保护毛细血管等药理学特性,是世界医药领域广泛研究利用的天然植物药用成分之一,据文献统计,已经有130多种注册治疗药物中含有芦丁。随着消费者健康意识的不断提高,苦荞的市场需求持续走高,但是其特有的苦味,严重影响了在食品领域的应用。

[0003] 我国西南地区是世界苦荞唯一的大规模集中产区,适宜的生态条件造就了春、秋两季苦荞周年生产的传统特色产业。但是受高温高湿环境的影响,西南地区的苦荞受内源酶影响变苦的现象十分普遍,其在产出时本身已发生酶解,苦荞中的部分芦丁经酶解生成槲皮素从而苦味高于其他地区产出的苦荞。因此,解决每年数十万吨苦荞原料酶解变苦的难题,开发苦荞全谷物功能食品具有特别意义。

[0004] T.Suzuki等(2014)研究表明,在储存、加工期间苦荞中的芦丁经酶促水解生成槲皮素,是苦荞呈现特有苦味的主要原因[Tatsuro Suzuki,Toshikazu Morishita,Yuji Mukasa,et al,Discovery and genetic analysis of non-bitter Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.)with trace-rutinosidase activity,Breeding Science 64:339-343(2014)]。为了有效解决这一问题,国内外业界进行了长期研究。培育低芦丁酶活性的苦荞新品种是有效措施之一,但是这项工作进展十分艰难,已经培育的唯一一个品种适应性不好,很难推广应用。

[0005] Kawakami,A.等(1995)研究发现,对苦荞面粉的乙醇或丙酮水溶液提取物进行70℃加热处理,可有效灭活芦丁酶,抑制芦丁水解消除苦味。该研究进而推测,对苦荞面粉进行70℃以上温度的热处理,或者采用有机溶液洗涤面粉可实现苦荞面粉的脱苦[Kawakami,A.,Kayahara,H.,Ujihara,A.,Properties and elimination of bitter components derived from tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*.)flour,Nippon Shaokuhin KagakuKaishi,1995,42(11):892-898.]。王改玲等(2005)采用不同温度的水浸泡苦荞面粉发现,处理1min即有约60%的芦丁被降解。当温度高于60℃时,芦丁降解酶开始失活;高于90℃时芦丁保留率可达到80%以上[王改玲,周乐,梁冉,耿会玲,不同提取条件对苦荞籽粒中芦丁降解的影响,西北植物学报,2005,25(5):1035-1038.]。Li Dan等(2008)采用煮沸、汽蒸、高温挤压等工艺对苦荞面粉进行处理,均可取得抑制芦丁水解消除苦味的效果,但试验样品色泽变深变红[Li Dan,Xiaolei,Ding,Xiaolin,Park,K.H.,A Process for Preventing Enzymatic Degradation of Rutin in Tartary Buckwheat, (*Fagopyrum*

tataricum Gaertn) Flour, Food Science & Biotechnology, 2008, 17 (1) : 118-122.], 说明在对苦荞面粉处理的同时伴有酚类物质氧化等影响产品商品品质的现象发生。该文对处理后面粉的糊化特性、凝胶特性等重要加工品质指标均未做评价。田汉英等(2014)采用60~220℃条件分别对苦荞面粉进行烘烤处理,结果表明,140℃以下烘烤的样品中槲皮素含量无明显变化,烘烤温度达到180℃以上时,槲皮素含量显著增加,芦丁含量变化则相反。各种温度烘烤处理的面粉中总黄酮含量均有不同程度的损失[田汉英,国旭丹,李五霞,冀晓龙,杜丽娟,王敏,不同处理温度对苦荞抗氧化成分的含量及其抗氧化活性影响的研究,中国粮油学报,2014,29(11):19-23.]。

[0006] 文献研究认为,荞麦芦丁的生物合成需经过由槲皮素到异槲皮苷再到芦丁的反应路径,反之为酶促降解反应,上述反应均与体系中的黄酮醇3-葡萄糖苷酶(f3g)、3-O-葡萄糖基转移酶(3GT)、鼠李糖基转移酶(RT)等生物酶活性密切相关。这些酶的适宜温度通常在25-45℃之间,最适温度在35℃附近(李成磊,苦荞黄酮合成相关酶基因的克隆、芽期逆境胁迫中的应答及重组FtPAL和FtFLS的酶学活性研究[D],四川农业大学,2012-04-20.)。100℃以上依然能保持活性的少数特殊酶,称为“嗜热酶”。已知的天然嗜热酶仅存在于类似海底火山口附近的特殊生物体或极端嗜热古生菌内,最高耐热温度可达148.5℃[曾静,郭建军,邱小忠,王贤卓,袁林,极端嗜热微生物及其高温适应机制的研究进展,生物技术通报,2015,31(9):30-37.]。

[0007] 上述研究均是通过对苦荞面粉的处理,以抑制苦荞中芦丁的水解转化,减轻或消除苦味。上述所有处理对苦荞面粉在功能营养、理化特性、加工品质、商品品相以及加工成本等方面都产生了不同程度的负面影响,不适用于实际生产。迄今为止,尚无适用于生产的苦荞处理技术与脱苦苦荞制品投产面市,亦未看到提高已发生酶解转化的苦荞籽粒中芦丁含量的研究及应用报道。

发明内容

[0008] 本发明的目的是为了解决苦荞在储存、加工过程中容易发生酶促水解使得苦荞中芦丁含量大幅度降低,而现有的苦荞处理方法对苦荞的功能营养、理化特性、加工品质、品相等方面都存在不同程度的负面影响,不适用于实际生产的技术问题,提供一种提高苦荞中芦丁含量的方法及其应用,本发明适用于已酶解变苦的苦荞及未发生酶解的苦荞,且具有脱苦、抑制苦荞物料在储存、加工期间再次发生酶解的效果。

[0009] 本发明所采用的技术方案包括以下步骤:

[0010] (1) 将苦荞籽粒进行清理;

[0011] (2) 将清理后的苦荞籽粒置于密闭容器中减压排除空气;

[0012] (3) 向减压排气后的苦荞籽粒中通入70~170℃的水蒸汽加热处理180min~15s;

[0013] (4) 将水蒸气加热处理后的苦荞籽粒迅速冷却、干燥后备用。

[0014] 进一步地,将所述步骤(2)盛放苦荞籽粒的密闭容器减压至真空度 $\leq -0.06\text{MPa}$ 。

[0015] 进一步地,所述步骤(3)中向减压排气后的苦荞籽粒中通入100~110℃的水蒸汽加热处理80~60s。

[0016] 进一步地,所述步骤(4)中将水蒸汽加热处理后的苦荞籽粒迅速冷却到50℃至室温。

[0017] 进一步地,所述苦荞为已发生酶解变苦的苦荞。

[0018] 上述方法在苦荞食品或保健品领域的应用。

[0019] 本发明的有益效果是:

[0020] 1、本发明针对苦荞中芦丁酶主要集中在其籽粒麸皮层的特点,在排除空气的条件下对苦荞籽粒进行水蒸汽加热处理,湿热蒸汽首先作用于苦荞籽粒的表层,灭活其富含的芦丁酶,抑制其芦丁转化生成槲皮素;进一步处理还可为体系提供能量,利用已酶解生成的、且留存在“原位”的活性糖基源,与同样留存在“原位”的槲皮素发生逆水解反应还原为芦丁。检测结果表明,处理后苦荞中芦丁的含量可超过原料初始水平13.5%左右,槲皮素含量可降低50%以上,苦味消除。

[0021] 2、本发明将清理后的苦荞籽粒盛放在密闭容器中减压排气,在排除空气的条件下采用水蒸汽加热处理物料,可有效防止高温氧对苦荞相关功能营养成分的氧化劣变,最大程度减轻对面粉品质的影响。

[0022] 3、本发明的处理方法,充分利用湿热水蒸汽首先到达苦荞籽粒表层的最短有效作用时间,与水蒸汽进一步穿透表层到达胚乳内部的时间差,有效降低对苦荞胚乳中淀粉的过度处理,从而减轻淀粉受热变性的影响,最大程度保留了苦荞原料的功能营养、加工品质、食用口感及商品品相等特性。

[0023] 4、经本发明工艺处理后的苦荞籽粒苦味消除、芦丁含量提高、贮存特性明显改善。对处理后的物料进行再次酶变条件处理试验表明,物料未重复发生芦丁降解和变苦现象,因此本发明具有防止苦荞籽粒在储存、加工期间再次发生酶解的效果;因本发明工艺处理相对温度低、时间短、且排除了空气影响,对苦荞制品的色泽和加工特性影响甚微,完全不影响其在食品、保健等领域的应用。

[0024] 5、本发明适用于已酶解变苦的苦荞及未发生酶解的苦荞,尤其对已发生酶解变苦的苦荞处理效果更好,解决了苦荞在储存、加工过程中容易酶解变苦的技术问题,对于解决我国西南地区的苦荞产出时就已酶解变苦的技术难题具有重要意义。

[0025] 6、本发明除水蒸汽之外不使用任何添加剂,处理工艺简单,可操作性强,生产成本低,是一种无“三废”排放的绿色谷物处理技术,符合可持续发展的环保理念和产业政策,对于解决我国每年数十万吨苦荞原料酶解变苦的难题,提高苦荞原料中芦丁含量、开发苦荞全谷物功能保健食品具有特别意义。

附图说明

[0026] 图1为实施例1中处理温度对已酶解苦荞中黄酮三组分含量影响示意图;

[0027] 图2为实施例2中处理时间对已酶解苦荞中黄酮三组分含量影响示意图;

[0028] 图3为实施例3中处理时间对苦荞原料中黄酮三组分含量影响示意图;

[0029] 图4为实施例4-6处理后苦荞中芦丁与槲皮素含量变化示意图;

[0030] 图5为再次酶解处理对苦荞中芦丁与槲皮素含量影响示意图。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0032] 实施例1

[0033] 本实施例中的一种提高苦荞中芦丁含量的方法,包括以下步骤:

[0034] (1) 取已发生酶解变苦的苦荞籽粒进行清理,编号为CK2;

[0035] (2) 取9组CK2物料,分别置于密闭容器中减压排气至真空度 $\leq -0.06\text{MPa}$;

[0036] (3) 对减压排气后的9组物料,分别通入温度为 70°C 、 80°C 、 90°C 、 100°C 、 110°C 、 120°C 、 130°C 、 140°C 、 150°C 的水蒸汽,加热处理3min;

[0037] (4) 加热处理完成后取出9组物料迅速冷却至 50°C 以下,室温晾干备用。

[0038] 取上述处理所得9组物料样品和未处理的对照样品(CK2)脱壳制粉进行HPLC测定,分析其芦丁、异槲皮苷与槲皮素含量。如图1所示,为不同处理温度对已酶解苦荞中黄酮三组分含量影响示意图;结果表明,经本发明方法处理后的物料中芦丁含量随处理温度的提高先降低而后增加,槲皮素含量随处理温度的提高先增加而后降低。温度到达 100°C 以上时,二者分别达到 $32.5\mu\text{mol/g}$ 与 $1.34\mu\text{mol/g}$ 的平均水平。与对照CK2相比,芦丁含量提高了6.8%,槲皮素含量降低了50.1%。异槲皮素含量随处理时间延长先增加而后降低,但变量微略总体相对稳定。三组分的摩尔质量增减规律有序,总量维持在一定水平范围内。

[0039] 本发明通过 150°C 极端温度处理证明,已酶解苦荞籽粒内槲皮素逆水解还原为芦丁的反应依然能够进行,与 100°C 处理效果几乎无异,推测其应为非酶反应。参与该合成反应的糖源与槲皮素,应是原酶解反应生成、且留存在“原位”的游离态,其键合位点依然保持了应有的反应活性。反应过程中槲皮素含量降低与芦丁含量增加的摩尔质量基本同步,量化关系清楚。而同一反应体系内的异槲皮苷含量变化甚微。

[0040] 实施例2

[0041] 本实施例中的一种提高苦荞中芦丁含量的方法,包括以下步骤:

[0042] (1) 取已发生酶解变苦的苦荞籽粒进行清理,编号为CK2;

[0043] (2) 取15组CK2苦荞物料,分别置于密闭容器中减压排气至真空度 $\leq -0.06\text{MPa}$;

[0044] (2) 分别向减压排气后的15组物料中通入 100°C 的水蒸汽加热处理,处理时间分别为10s、20s、30s、40s、50s、60s、70s、80s、90s、100s、110s、120s、130s、140s、150s;

[0045] (3) 将加热处理后的15组物料迅速冷却至室温,室温晾干备用。

[0046] 取上述处理所得的15组物料样品和未处理的对照样品(CK2)脱壳制粉进行HPLC测定,分析其芦丁、异槲皮苷与槲皮素含量变化。如图2所示,为不同处理时间对已酶解苦荞中黄酮三组分含量影响示意图。结果表明,物料中芦丁含量随加热时间的延长先降低后增加,槲皮素含量随加热时间的延长而先增加后降低,当处理时间达到110秒以后,二者含量分别达到32.4与1.39($\mu\text{mol/g}$)的平均水平。与对照CK2相比,芦丁含量提高了7.6%,槲皮素含量降低了47.7%。异槲皮素含量随处理时间延长先增加而后降低,但变量微略总体相对稳定。三组分的摩尔质量增减规律有序,总量维持在一定水平范围内。

[0047] 实施例3

[0048] 本实施例中的一种提高苦荞中芦丁含量的方法,包括以下步骤:

[0049] (1) 取未发生酶解的苦荞籽粒进行清理,编号为CK1;

[0050] (2) 取15组CK1物料,分别置于密闭容器中减压排气至真空度 $\leq -0.06\text{MPa}$;

[0051] (3) 分别向减压排气后的15组物料中通入 100°C 的水蒸汽加热处理,处理时间分别为10s、20s、30s、40s、50s、60s、70s、80s、90s、100s、110s、120s、130s、140s、150s;

[0052] (4) 将加热处理后的15组物料迅速冷却至 50°C 以下,室温晾干备用。

[0053] 取上述处理所得的15组物料样品和未处理的对照样品(CK1)脱壳制粉进行HPLC测定,分析其芦丁、异槲皮苷与槲皮素含量变化。结果如图3所示,本实施例处理后的苦荞中芦丁含量随加热时间的延长先降低后增加,槲皮素含量随加热时间的延长先增加后降低。当处理时间达到80秒以后,二者含量分别达到 $35.5\mu\text{mol/g}$ 与 $0.74\mu\text{mol/g}$ 的平均水平。与对照CK1相比,芦丁含量提高了12.94%,槲皮素含量降低了36.1%。异槲皮素含量随处理时间延长先增加而后降低,但变量微略总体相对稳定。三组分的摩尔质量增减规律有序,总量维持在一定水平范围内。

[0054] 实施例4

[0055] (1) 取已发生酶解变苦的苦荞籽粒进行清理,编号为CK2;

[0056] (2) 取CK2物料适量,置于密闭容器中减压排气至真空度 $\leq -0.06\text{MPa}$;

[0057] (3) 向减压排气后的苦荞物料中通入 70°C 水蒸汽加热处理180min;

[0058] (4) 将处理后的苦荞物料取出,迅速冷却至 50°C 以下,室温晾干备用,编为a。

[0059] 实施例5

[0060] (1) 取已发生酶解变苦的苦荞籽粒进行清理,编号为CK2;

[0061] (2) 取CK2物料适量,置于密闭容器中减压排气至真空度 $\leq -0.06\text{MPa}$;

[0062] (3) 苦荞向减压排气后的物料中通入 150°C 水蒸汽加热处理10min;

[0063] (4) 将处理后的苦荞物料取出,迅速冷却至 50°C 以下,室温晾干备用,编号为b。

[0064] 实施例6

[0065] (1) 取已发生酶解变苦的苦荞籽粒进行清理,编号为CK2;

[0066] (2) 取CK2物料适量,盛放在密闭容器中减压排气至真空度 $\leq -0.06\text{MPa}$;

[0067] (3) 向减压排气后的苦荞物料中通入 170°C 水蒸汽加热处理15s;

[0068] (4) 将处理后的苦荞物料取出,迅速冷却至 50°C 以下,室温晾干备用,编号为c。

[0069] 取已酶解的苦荞对照样品(CK2)以及实施例4-6处理后的a、b、c物料样品脱壳制粉进行HPLC测定,分析芦丁与槲皮素的含量。由图4可知,a、b、c样品中芦丁含量与CK2对照样品相比,都有所提高,因此可作为本发明方法的边界条件。

[0070] 据文献报道,与槲皮素合成芦丁相关的生物酶活性相适宜的温度在 $25-45^\circ\text{C}$ 之间。本发明采用 150°C 以上温度条件处理表明,应无已知的相关生物酶存活,推测该苦荞芦丁还原反应中无生物酶参与。

[0071] 实施例7

[0072] 本实施例中的一种提高苦荞中芦丁含量的方法,包括以下步骤:

[0073] (1) 取未酶解的苦荞籽粒进行清理,编号为CK1;

[0074] (2) 取清理后的物料,置于密闭容器中减压排气至真空度 $\leq -0.06\text{MPa}$;

[0075] (3) 向减压排气后的物料中通入 100°C 的水蒸汽加热处理80s;

[0076] (4) 将加热处理后的物料迅速冷却至 50°C 以下,室温晾干备用。

[0077] 取上述处理所得物料样品和未处理的对照样品(CK1)脱壳制粉,采用德国Brabender Viscograph-E型粘度仪进行粘度曲线测定,结果如表1所示。

[0078] 表1. 处理前后苦荞粉粘度曲线相关指标测定结果

[0079]

| 相关指标 | CK1 | 处理后 | 差值(Δ) | 影响度(%) |
|------|-----|-----|----------------|--------|
|------|-----|-----|----------------|--------|

| | | | | |
|-------------------------|------|------|------|-------|
| 糊化温度 $^{\circ}\text{C}$ | 66.3 | 65.9 | -0.4 | -0.60 |
| 峰值粘度 | 430 | 405 | -25 | -5.81 |
| 崩解值 | 28 | 23 | -5 | -17.9 |
| 回升值 | 147 | 130 | -17 | -11.6 |

[0080] 表1结果表明,采用本发明技术工艺处理苦荞籽粒,其面粉的糊化起始温度略有降低, $\Delta^{\circ}\text{C}=0.4$,影响度为-0.6%;峰值粘度降低25,影响度为-5.81;崩解值降低5,影响度为-17.9%;回升值降低17,影响度-11.6%。所有粘度曲线相关指标均略有降低,但均在正常范围,对其加工品质基本不受影响。

[0081] 实施例8

[0082] 本实施例中的一种提高苦荞中芦丁含量的方法,包括以下步骤:

[0083] (1) 取未酶解的苦荞籽粒进行清理,编号为CK1;

[0084] (2) 取清理后的物料,置于密闭容器中减压排气至真空度 $\leq -0.06\text{MPa}$;

[0085] (3) 向减压排气后的物料中通入 110°C 的水蒸汽加热处理60s;

[0086] (4) 将加热处理后的物料迅速冷却至 50°C 以下,室温晾干备用。

[0087] 对上述处理所得的苦荞籽粒和未酶解的苦荞籽粒(编号CK1)脱壳制粉,采用WHITENESS CHECKER NW-1型色度仪(NIPPON DENSHOKU)进行色度值测定,结果如表2所示。

[0088] 表2. 处理前后苦荞粉色度值对比

[0089]

| 样品 | L* | a* | b* |
|-----|------|------|------|
| CK1 | 82.5 | 2.40 | 7.90 |
| 处理后 | 82.8 | 2.40 | 9.00 |

[0090]

| | | | |
|----------------|------|------|------|
| 差值(Δ) | 0.30 | 0.00 | 1.10 |
| 影响度(%) | 0.36 | 0.00 | 13.9 |

[0091] 表2结果表明,本发明工艺处理对苦荞面粉的明暗度影响为 $\Delta L^*=0.30$,影响度仅为0.36%;对红绿色度a*没有影响;黄蓝色度影响值 $\Delta b^*=1.10$,即处理后苦荞面粉黄色度略有增加,影响度为13.9%,与处理后物料总黄酮含量略有提高的现象一致。没有发生变红变深等现象,说明样品处理过程未发生酚类物质的氧化变质现象。

[0092] 实施例9

[0093] 本实施例中的一种提高苦荞中芦丁含量的方法,包括以下步骤:

[0094] (1) 取未酶解的苦荞籽粒进行清理,编号为CK1;

[0095] (2) 取清理后的物料,置于密闭容器中减压排气至真空度 $\leq -0.06\text{MPa}$;

[0096] (3) 向减压排气后的物料中通入 105°C 的水蒸汽加热处理70s;

[0097] (4) 将加热处理后的物料迅速冷却至 50°C 以下,室温晾干备用。

[0098] 对上述处理所得的苦荞籽粒和未酶解的苦荞籽粒(编号CK1)脱壳制全粉,分别进行主要功能营养等理化指标测定,结果如表3所示:

[0099] 表3. 处理前后苦荞全粉主要理化指标测定结果

[0100]

| 样 品 | 粗蛋白 (%) | 粗脂肪 (%) | 总淀粉 (%) | 灰 分 (%) | 总膳食纤维 (%) | 总黄酮 (%) | 总 酚 (mg/g) |
|-----|---------|---------|---------|---------|-----------|---------|------------|
| CK1 | 10.3 | 2.45 | 63.9 | 2.08 | 6.15 | 2.34 | 17.3 |
| 处理后 | 10.7 | 2.62 | 64.2 | 2.12 | 6.28 | 2.39 | 17.6 |

[0101] 表3结果表明,经本发明工艺处理前后,苦荞籽粒原料中主要功能营养等理化指标没有发生显著变化,说明本发明工艺对苦荞主要成分基本没有影响。

[0102] 应用实施例1

[0103] (1) 将苦荞籽粒进行清理;

[0104] (2) 将清理后的苦荞籽粒盛放在密闭容器中减压排气至真空度 $\leq -0.06\text{MPa}$;[0105] (3) 向减压排气后的苦荞籽粒中通入 110°C 的水蒸汽加热处理60s;[0106] (4) 将水蒸气加热处理后的苦荞籽粒冷却至 50°C 以下,干燥后备用;

[0107] 取上述处理后的苦荞籽粒脱壳制全粉进行苦荞麦片加工,具体步骤如下:

[0108] 1) 加水调质:在充分搅拌的条件下加水,调整物料水份为30%左右;

[0109] 2) 挤压熟化、制粒:将上述所得物料送入双螺杆挤压膨化机,设置五个加热区温度分别为: 80°C 、 100°C 、 110°C 、 100°C 、 90°C ;主机转速为 $100\text{r}/\text{min}$;旋切刀转速为 $500\text{r}/\text{min}$;[0110] 3) 预干燥:将上述所得粒装物料送入流化床干燥机,控制热风温度为 80°C ,预干燥时间5min;[0111] 4) 压片成型:将上述所得预干燥物料送入对辊式压片机,控制对辊间隙为 0.30mm ;[0112] 5) 焙烤处理:将上述所得片状物料送入隧道式烘烤炉,控制烘烤炉温度为 260°C ,物料通过时间为2min;[0113] 6) 冷却处理:将上述焙烤干燥的物料通过风冷式网带输送机,待物料温度 $<30^{\circ}\text{C}$ 后进入成品料仓;

[0114] 成品检验:抽取上述所得制品进行理化检验,主要测定结果如表4所示。

[0115] 表4. 苦荞麦片主要理化指标测定结果

[0116]

| 主要理化指标 | 水分 (%) | 蛋白 (%) | 脂肪 (%) | 总膳食纤维 (%) | 总黄酮 (%) | 芦丁 (mg/g) | 槲皮素 (mg/g) | 总酚 (mg/g) | 色泽 | 香味 | 苦味 |
|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|-----------|------------|-----------|----|-----|----|
| 苦荞全粉麦片 | 3.6 | 11.63 | 2.67 | 6.52 | 2.55 | 19.2 | 0.66 | 17.9 | 亮黄 | 烤麦香 | 无 |

[0117] 应用实施例2

[0118] (1) 将苦荞籽粒进行清理;

[0119] (2) 将清理后的苦荞籽粒盛放在密闭容器中减压排气至真空度 $\leq -0.06\text{MPa}$;[0120] (3) 向减压排气后的苦荞籽粒中通入 105°C 的水蒸汽加热处理70s;[0121] (4) 将水蒸气加热处理后的苦荞籽粒冷却至 50°C 以下,干燥后备用。

[0122] 取上述实施例所得的苦荞籽粒脱壳制全粉进行苦荞挤压预熟面条加工,具体步骤如下:

[0123] 1) 加水调质:在充分搅拌条件下相苦荞全粉中加水,调整物料水份为32%左右;

[0124] 2) 挤压熟化、成型:将上述所得物料送入单螺杆二级挤压熟化成型机,控制一级挤压熟化温度为150℃,主机转速为700r/min;二级挤压成型温度为40℃,成型模头孔径 Φ 0.8mm;

[0125] 3) 老化:将上述所得面条状熟化物料悬挂上杆,送入老化间;控制老化间温度 $<20^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $>80\%$,老化处理12小时以上;

[0126] 4) 干燥:将上述老化处理所得条状物料送入干燥间,控制干燥间温度缓慢提升至 50°C 左右,相对湿度缓慢降低至40%左右,温度、湿度调整过度时间不得少于8小时。保持干燥间通风至物料水份达到 $\leq 12.5\%$ 即可;

[0127] 5) 产品检验:取上述所得产品进行理化检验,主要测定结果如表5所示。

[0128] 表5. 苦荞面条主要理化指标测定结果

[0129]

| 主要理化指标 | 水分 (%) | 蛋白 (%) | 脂肪 (%) | 总膳食纤维 (%) | 总黄酮 (%) | 芦丁 (mg/g) | 槲皮素 (mg/g) | 总酚 (mg/g) | 烹煮时间 (min) | 溶出损失率 (%) | 苦味 |
|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|----|
| 苦荞全粉面条 | 12.4 | 10.81 | 2.47 | 6.21 | 2.36 | 18.9 | 0.54 | 17.70 | 8.0 | 9.37 | 无 |

[0130] 由此可知,经本发明方法处理后的荞麦粉制备的食品具有较好的口感和较高的营养价值,可广泛应用于食品、保健品等领域。

[0131] 以下通过模拟试验来验证本发明处理后的苦荞籽粒的稳定性。

[0132] 试验例

[0133] (1) 取未酶解的苦荞籽粒原料(编号为CK1)与已酶解的苦荞籽粒原料(编号为CK2)各适量,分别置于密闭容器中减压排气至真空度 $\leq -0.06\text{MPa}$;

[0134] (2) 分别向减压排气的两组物料中通入 100°C 的水蒸汽,加热处理120秒后取出,迅速冷却至 50°C 以下,室温晾干备用。其中将CK1处理后的物料编为d#、CK2处理后的物料编为f#;

[0135] (3) 分别取上述处理后的d#、f#物料各适量,用水浸泡10min, 35°C 保温4小时,进行人工酶促水解处理后室温晾干备用,其中将d#物料处理后编为e#,f#物料处理后编为g#;

[0136] (4) 取上述处理后的d、e、f、g物料样品与未处理对照样品(CK1、CK2)脱壳制粉进行HPLC测定,分析样品中芦丁与槲皮素的含量。如图5所示,为再次酶解处理对苦荞籽粒中芦丁与槲皮素含量影响示意图;结果表明,d、e、f、g样品中芦丁与槲皮素含量与CK1、CK2对照样品相比均有明显差异。其中d样品中芦丁、槲皮素含量分别为 $35.7\mu\text{mol/g}$ 和 $0.74\mu\text{mol/g}$,分别比对照CK1结果提高13.5%和降低36.5%。f样品中芦丁、槲皮素含量分别为 $32.8\mu\text{mol/g}$ 和 $1.41\mu\text{mol/g}$,分别比对照CK2结果提高8.8%和降低47.8%。e样品中芦丁、槲皮素含量分

别为 $35.6\mu\text{mol/g}$ 和 $0.73\mu\text{mol/g}$,与d样品结果相比,含量水平无显著差异。f样品中芦丁、槲皮素平均含量分别为 $32.9\mu\text{mol/g}$ 和 $1.40\mu\text{mol/g}$,与g样品结果相比,含量水平无显著差异。

[0137] 结果表明,经本发明方法处理后,无论是否发生过酶促水解的苦荞籽粒均已有效灭酶,再经人工酶促水解条件处理,其芦丁、槲皮素含量基本保持不变。因此推测,经本发明方法处理的苦荞籽粒,可避免在储存、加工期间因酶促水解而导致芦丁含量降低与变苦的问题发生。

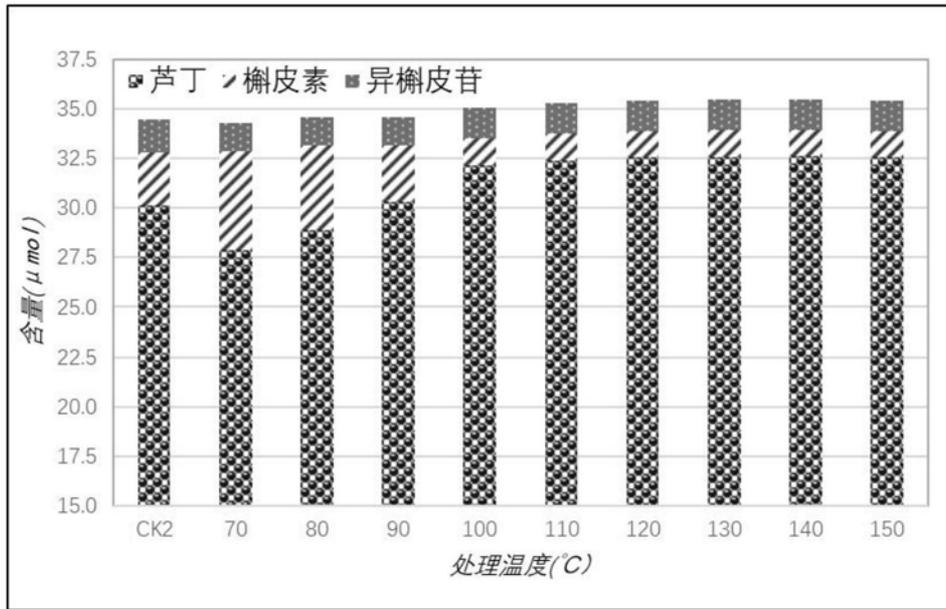


图1

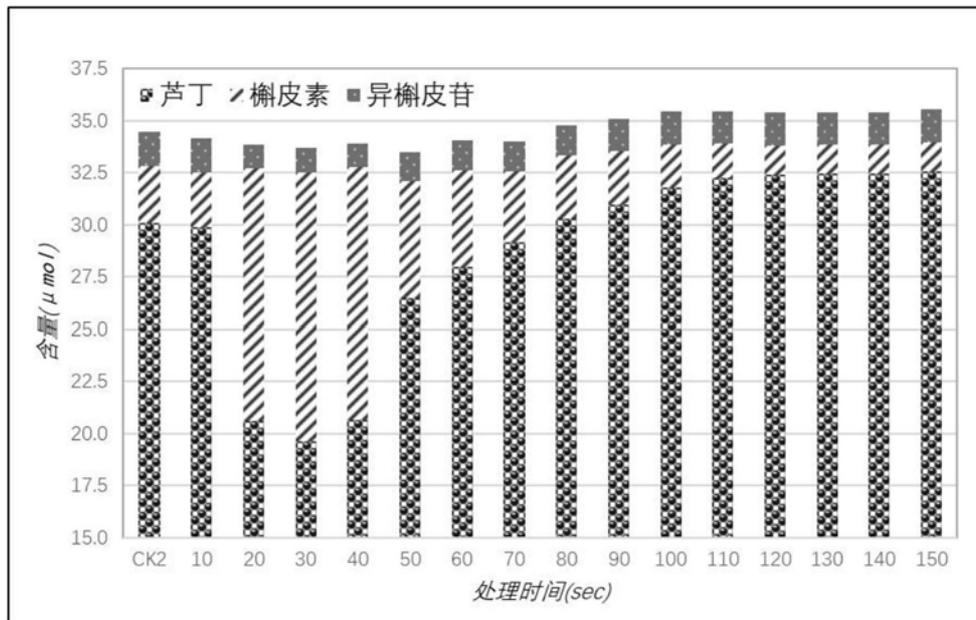


图2

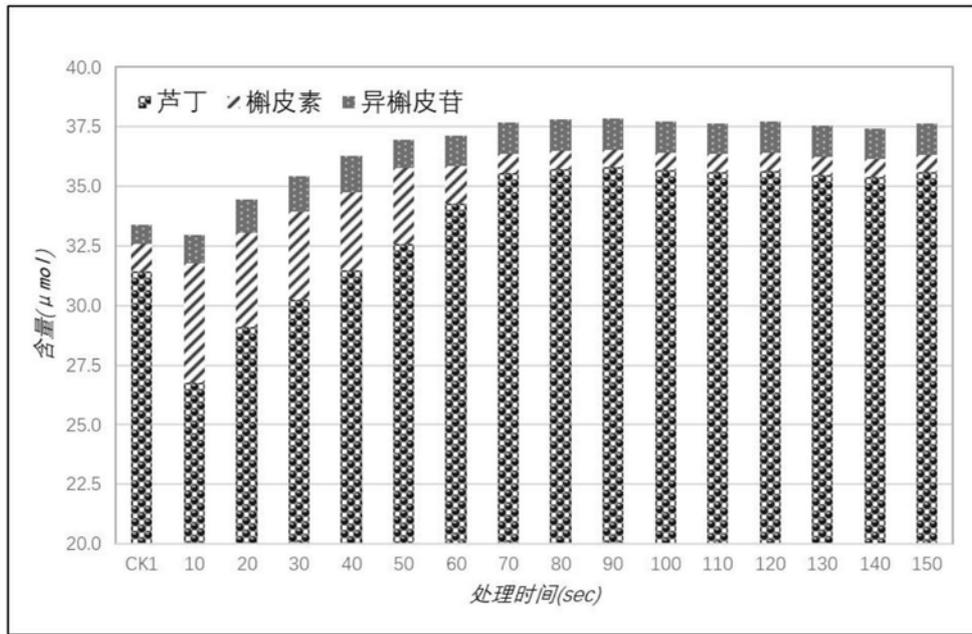


图3

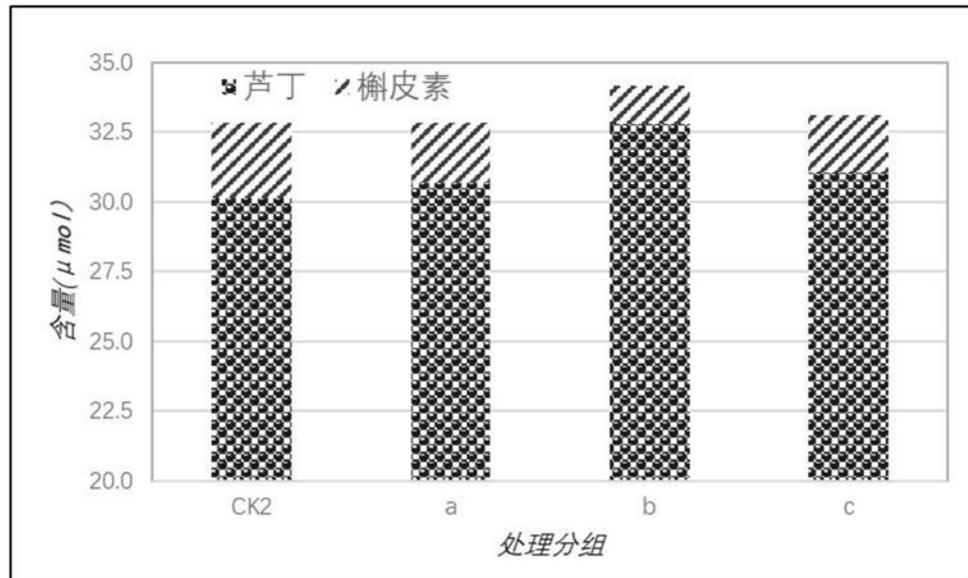


图4

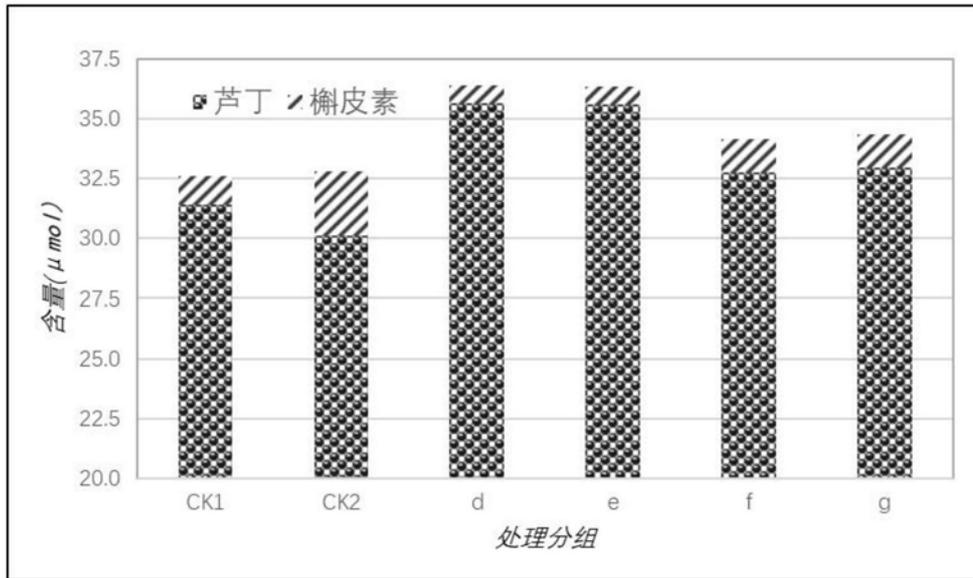


图5