

:1671-1513(2011)05-0041-05

炒

郭项雨, 任清, 张晓

(北京工商大学食品学院/食品添加剂与配料北京高等学校工程研究中心, 北京 100048)

: 通过单因素实验及正交试验, 确定碱法提取炒制裸燕麦淀粉的最佳工艺, 并测定其理化特性。结果表明, 炒制裸燕麦淀粉较佳提取条件是料液比为 1:18, pH 值为 9.5, 提取温度为 50℃, 提取时间为 60 min。在此条件下, 炒制裸燕麦淀粉提取率可达 57.54%。理化特性研究表明, 炒制裸燕麦淀粉中直链淀粉含量、蓝值及糊化温度均低于未炒制裸燕麦淀粉。

: 炒制裸燕麦; 淀粉; 提取; 理化特性

: TS201.2

: A

燕麦是起源于我国的古老栽培作物之一, 是世界上八大粮食作物之一。燕麦属禾本科燕麦属, 一般可分为带稃型和裸粒型, 我国栽培的燕麦以裸粒型为主。裸燕麦富含蛋白质和 β -葡聚糖^[1], 具有降血压、降血脂、降胆固醇、抗氧化、调节机体免疫功能等保健功效^[2-8]; 其脂肪含量也是谷物中最丰富的, 在脂肪酶的作用下会产生游离脂肪酸, 发生酸败, 产生不良气味^[9], 进而影响燕麦品质。高温炒制工艺是我国裸燕麦传统加工特有的工序, 其目的是灭活裸燕麦籽粒中的脂肪酶, 从而延长其货架期。然而传统高温炒制工艺是否引起裸燕麦品质发生变化, 目前尚未见国内外报道。

大量研究表明, 淀粉品质对食品加工起着重要作用^[10-16]。淀粉提取方法有碱法、酸法及酶法^[17]。本文结合刘刚^[18]等人对未炒制裸燕麦淀粉的提取方法, 采用稀碱法提取炒制裸燕麦淀粉, 并研究其理化特性。通过对炒制裸燕麦淀粉提取工艺及理化特性的研究, 旨在确定传统炒制工艺对燕麦淀粉品质的影响, 并为炒制裸燕麦淀粉在食品加工及其利用等方面提供一定理论基础。

1

1.1

裸燕麦品种坝蓓一号, 河北张家口燕麦研究所; 直链淀粉标准品、支链淀粉标准品, 美国 Sigma 公司; 其他试剂均为分析纯。

1.2

Q200 型差示扫描量热仪, 美国 TA 公司; 5810R 型离心机, 美国 Eppendorf 公司; VC305 型红外测温枪, 胜利仪器厂; PHS-3D 型 pH 计, 三鑫仪器厂; SHA-B 型恒温水浴振荡器, 金城教学仪器厂。

1.3

1.3.1 裸燕麦传统高温炒制工艺

炒制工艺在河北省张家口市农科院裸燕麦研究所完成。首先将裸燕麦籽粒去杂, 然后打开裸燕麦炒制专用锅, 当锅底中心温度为 350~400℃时, 倒入裸燕麦籽粒并开始炒制, 裸燕麦籽粒表面温度达 100~120℃时, 继续炒制 5 min 即得炒制裸燕麦籽粒。

1.3.2 炒制裸燕麦淀粉提取工艺

炒制裸燕麦籽粒→磨粉→脱脂(石油醚)→调

收稿日期: 2011-07-08

基金项目: 国家燕麦荞麦现代农业产业技术体系(CARS-08-D-3)。

作者简介: 郭项雨, 男, 硕士研究生, 研究方向为食品生物技术;

任清, 男, 副教授, 博士, 主要从事生物活性成分的分离提取及功能方面的研究。通讯作者。

浆→调 pH 值→搅拌→过滤去除筛上物→离心→沉淀→干燥→粉碎过目→炒制裸燕麦淀粉。

1.3.3 炒制裸燕麦淀粉提取单因素实验

1.3.3.1 料液比的影响

准确称取 5.00 g 脱脂炒制裸燕麦粉 6 份,按料液质量比为 1:8,1:10,1:12,1:14,1:16,1:18 溶于烧杯中,调节 pH 值为 9,在常温下提取 60 min,计算炒制裸燕麦淀粉提取率。

1.3.3.2 pH 值的影响

准确称取 5.00 g 脱脂炒制裸燕麦粉 5 份,按料液质量比为 1:16 溶于烧杯中,分别调至 pH 值为 8,9,10,11,12,在常温下提取 60 min,计算炒制裸燕麦淀粉提取率。

1.3.3.3 提取温度的影响

准确称取 5.00 g 脱脂炒制裸燕麦粉 5 份,料液质量比为 1:16 溶于烧杯中,调至 pH 值为 9,调至温度为 20,30,40,50,60 ℃,提取 60 min,计算炒制裸燕麦淀粉提取率。

1.3.3.4 提取时间的影响

准确称取 5.00 g 脱脂炒制裸燕麦粉 5 份,料液质量比为 1:16 溶于烧杯中,调至 pH 值为 9,调至温度为 50 ℃,分别提取 60,90,120,150,180 min,计算炒制裸燕麦淀粉提取率。

1.3.4 正交试验设计

基于单因素提取炒制裸燕麦淀粉实验结果,设计 $L_9(3^4)$ 正交试验,如表 1。

表 1 正交设计因素水平表

Tab.1 Level of factors of orthogonal design

因素与水平	料液质量比	pH	提取温度/℃	空白列
1	1:14	8.5	45	
2	1:16	9	50	
3	1:18	9.5	55	

1.3.5 炒制裸燕麦淀粉直链淀粉及支链淀粉含量与蓝值和透明度的测定

直链淀粉含量测定方法参见国标 GB/Y-15683—2008 进行测定。

支链淀粉含量 = 100% - 直链淀粉含量。

参考冷明新^[19]和赵全^[20]的方法测定蓝值及透明度。

1.3.6 炒制裸燕麦淀粉糊化特性的测定

参考李新华^[21]的方法测定裸燕麦淀粉糊化特性。

2

2.1

2.1.1 液料比的影响

液料比对炒制裸燕麦淀粉提取率的影响结果如图 1。当料液质量比为 1:16 时,炒制裸燕麦淀粉提取率达到最大,之后略有下降。这可能由于料液比过大,炒制裸燕麦淀粉中的可溶性淀粉溶解度相对增加,影响了总淀粉的提取。因此,选择料液比为 1:16 为较佳条件。

图 1 液料比对炒制裸燕麦淀粉提取率的影响

Fig.1 Influence of liquor to material on dry roasting naked oat starch extraction rate

2.1.2 pH 值的影响

pH 值对炒制裸燕麦淀粉提取率的影响结果如图 2。当 pH 值等于 9 时,炒制裸燕麦淀粉提取率最高。这可能由于 pH 值较高时,裸燕麦中的 β -葡聚糖溶出,使得裸燕麦粉分散液黏度增加,不利于淀粉与蛋白质分离,导致淀粉提取率降低。故选择 pH 值为 9 为较佳条件。

图 2 pH 值对炒制裸燕麦淀粉提取率的影响

Fig.2 Influence of pH value on dry roasting naked oat starch extraction rate

2.1.3 提取温度的影响

提取温度对炒制裸燕麦淀粉提取率的影响结果

如图3. 当温度为50℃时,炒制裸燕麦淀粉提取率最高,之后迅速下降. 这是由于高温导致淀粉部分糊化,黏度增加,不利于淀粉提取. 因此,提取温度为50℃时是较佳条件.

图3 温度对炒制裸燕麦淀粉提取率的影响

Fig.3 Influence of temperature to material on dry roasting naked oat starch extraction rate

2.1.4 提取时间的影响

提取时间对炒制裸燕麦淀粉提取率的影响结果如图4. 随着提取时间的增加,炒制裸燕麦淀粉提取率不断增加,但增加幅度并不明显,可知,提取时间对总淀粉提取率的影响并不明显. 并且随提取时间的增加,能耗也增加. 因此,提取时间不作为正交试验设计的因素,正交试验中,提取时间选择60 min.

图4 时间对炒制裸燕麦淀粉提取率的影响

Fig.4 Influence of time on dry roasting naked oat starch extraction rate

2.2

正交试验结果如表2. 由极差分析可知,各因素对炒制裸燕麦淀粉提取率影响大小顺序是: pH值 > 料液比 > 提取温度; 由均值分析可知,炒制裸燕麦淀粉较优提取条件为,料液比1:18, pH=9.5, 温度50℃. 在此条件下,炒制裸燕麦淀粉提取率可达57.54%.

正交试验方差分析如表3. 由方差分析可知,料

液比和pH值对炒制裸燕麦淀粉提取率有显著影响($P < 0.05$),而提取温度对炒制裸燕麦淀粉提取率影响较小.

表2 正交试验结果与分析

Tab.2 Results and analysis of orthogonal experiment

序号	料液比	pH	温度	空白列	提取率/%
1	1	1	1	1	47.75
2	1	2	2	2	49.93
3	1	3	3	3	51.33
4	2	1	2	3	48.89
5	2	2	3	1	51.04
6	2	3	1	2	52.45
7	3	1	3	2	51.36
8	3	2	1	3	52.36
9	3	3	2	1	53.47
均值1	49.67	49.33	50.85	50.75	
均值2	50.79	51.11	50.76	51.24	
均值3	52.39	52.41	51.24	50.86	
极差	2.726	3.084	0.476	0.473	

表3 正交试验方差分析表

Tab.3 Variance analysis of orthogonal experiment

因素	偏差平方和	自由度	F比	F临界值	显著性
料液比	11.264	2	28.02	$F_{0.05(2,2)} = 19$	*
pH	14.381	2	35.774	$F_{0.01(2,2)} = 99$	*
温度	0.385	2	0.958		
误差	0.4	2			

注: * 显著影响($P < 0.05$).

2.3

炒制前后淀粉颗粒的理化特性如表4. 与未炒制燕麦淀粉相比,炒制裸燕麦淀粉中直链淀粉含量及透明度发生极显著性变化($P < 0.01$),蓝值发生显著变化($P < 0.05$). 由于直链淀粉的显色度显著高于支链淀粉,故含有较高直链淀粉的试样其蓝值相应就会较高,因此未炒制裸燕麦淀粉蓝值高于炒制裸燕麦淀粉. 淀粉糊化过程中,直链淀粉分子从淀粉颗粒中逸出,糊化后其重新排列相互缔合,淀粉老化,产生凝胶或凝沉现象,使淀粉的透明度增加. 由于炒制燕麦淀粉直链淀粉含量低,糊化后,其直链

淀粉老化凝沉,导致其透明度升高.

表4 裸燕麦淀粉理化特性

Tab.4 Physical and chemical properties of naked oat starch

理化性质	未炒制裸燕麦淀粉	炒制裸燕麦淀粉
直链淀粉含量	24.14% ± 1.04%	10.02% ± 0.63% **
支链淀粉含量	75.86% ± 1.04%	89.98% ± 0.63% **
蓝值	9.88 ± 0.51	6.63 ± 0.43 *
透明度	11.25% ± 0.75%	21.26% ± 0.82% **

注:与未炒制燕麦淀粉相比,*表示差异显著($P < 0.05$);**表示差异极显著($P < 0.01$).

2.4

炒制前后淀粉糊化特性见表5.炒制裸燕麦淀粉糊化温度和热焓均低于未炒制裸燕麦淀粉.Sakonidou等^[22]指出加热可以破坏淀粉颗粒之间的氢键,使淀粉分子膨胀,并最终导致淀粉颗粒破裂,使得淀粉变得易糊化.炒制工艺使得裸燕麦淀粉分子的结构发生改变,氢键和结晶区发生断裂,产生了部分糊化作用.糊化过程中,未炒制裸燕麦淀粉中所含的水分子进入淀粉粒中,结晶相和无定形相的淀粉分子之间的氢键断裂,破坏了淀粉分子的缔合状态,分散在水中成为亲水的胶体溶液.而破坏分子间氢键需要外能,分子间结合力越大,排列越紧密的,拆开微晶束所需的外能就越大,因此未炒制裸燕麦淀粉需要较高的糊化温度.

表5 裸燕麦淀粉的糊化特性

Tab.5 Gelatinization temperature of naked oat starch

理化性质	未炒制燕麦淀粉	炒制燕麦淀粉
起始糊化温度/°C	56.21	43.82
顶点糊化温度/°C	68.83	64.43
终点糊化温度/°C	74.07	71.32
热焓/(J·g ⁻¹)	6.24	4.41

3

通过研究炒制裸燕麦淀粉的提取工艺,确定了较佳提取条件为料液比为1:18,pH值为9.5,提取温度为50℃,提取时间为60min.在此条件下,提取率可达57.54%.炒制工艺是我国裸燕麦传统加

工特有的工序.与未炒制燕麦淀粉相比,炒制裸燕麦淀粉中直链淀粉含量下降,理化特性发生很大改变,这对后期燕麦制品的加工有很大影响.本文确定了传统高温炒制工艺对燕麦淀粉品质的影响,对于其他品质的变化还有待进一步研究.

- :
- [1] 韩扬,王昌涛,董银卯,等.碱提法提取燕麦麸皮蛋白工艺条件的优化[J].北京工商大学学报:自然科学版,2008,26(4):9-12.
 - [2] Dongowski G, Drzkiowa B, Senge B. Rheological behaviour of β -glucan preparations from oat products[J]. Food Chemistry, 2005, 93:279-291.
 - [3] Kahlon T S, Edwards R H, Chow F I. Effect of extrusion on hypocholesterolemic properties of rice, oat, corn, and wheat bran diets in hamsters [J]. Cereal Chemistry, 1998, 75(6):897-903.
 - [4] Stacey B, Valerie M G. Effect of β -D-Glucan from Oats and Yeast on Serum Lipids[J]. Critical Reviews in Food Science and nutrition, 1999, 39(2):189-202.
 - [5] Ekstrand B, Gangby I, Akesson G. Lipase activity in oats-distribution pH dependence and heat inactivation [J]. Cereal Chemistry, 1992, 69(4):379-381.
 - [6] Molteberg E L, Solheim R, Dimberg L H. Variation in oat groats due to variety, storage and heat-treatment II: sensory quality [J]. Journal of Cereal Science, 1996(24):273-282.
 - [7] Peterson D M. Oat antioxidants [J]. Journal of Cereal Science, 2001(33):115-129.
 - [8] 潘妍,吴昊.正交优化燕麦 β -葡聚糖提取及其分子特性研究[J].北京工商大学学报:自然科学版,2009,27(5):5-9.
 - [9] 陈宏运,孔令会.响应面法优化鸡脂酶解工艺[J].北京工商大学学报:自然科学版,2010,28(6):28-31,35.
 - [10] Goni I, Garcia-aionso A, Saura-calixto F. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products source [J]. Food Chemistry, 1996, 56(4):445-449.
 - [11] Sakonidou E P, Karapantsios T D, Raphaelides S N. Mass transfer limitations during starch gelatinization [J]. Carbohydrate Polymers, 2003, 53(1):53-61.

- [12] Harmeet S G, Charles J, Elaine T C. Effect of cooling and Freezing on the digestibility of debranched rice starch and physical properties of resulting material[J]. *Starch/Starke*, 2001, 53(2): 64-74.
- [13] Snow P, Deak. Factors affecting the rate of hydrolysis of starch in foods[J]. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1981, 34: 2721-2727.
- [14] Englyst H N, Kingman S M, Cummings J H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions[J]. *European J Clinical Nutr*, 1992, 46(2): 33-50.
- [15] Guraya H S, James C, Champagne E T. Effect of enzyme concentration and storage temperature on the formation of slowly digestible starch from cooked debranched rice starch[J]. *Starch/Starke*, 2001, 53(3-4): 131-139.
- [16] 刘刚. 燕麦淀粉和蛋白的提取及理化性质研究[D]. 武汉:武汉工业学院,2008.
- [17] 王昌涛,冯冰,董银卯. 响应面法对 Neutralse 蛋白酶酶解燕麦麸的优化研究[J]. *北京工商大学学报:自然科学版*,2008,26(5):9-12,16.
- [18] 刘刚,刘英,陈季旺,等. 燕麦淀粉的提取及纯化[J]. *粮食与饲料工业*, 2007(1):11-13.
- [19] 冷明新,郑淑芳,王涛. 马铃薯全粉蓝值的测定[J]. *食品分析*,2001(4):39-40.
- [20] 赵全,岳晓霞,毛迪锐,等. 四种常用淀粉物理性质的比较研究[J]. *食品与机械*,2005, 21(1):22-24.
- [21] 李新华,韩晓芳,于娜. 荞麦淀粉的性质研究[J]. *食品科学*, 2009,30(11):104-108.
- [22] Sakonidou E P, Karapantsios T D, Raphaelides S N. Mass transfer limitations during starch gelatinization [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2003,53(1):53-61.

Extraction and Physicochemical Properties of Dry Roasting Naked Oat Starch

GUO Xiang-yu, REN Qing, ZHANG Xiao

(*School of Food and Chemical Engineering/Beijing Higher Institution Engineering Research Center of Food Additives and Ingredients, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China*)

Abstract: The optimum extraction conditions of drying roasting naked oat starch were obtained by single-factor experiment and orthogonal experiment as follows, material-water ratio 1:18, pH value 9.5, extraction temperature 50 °C and extraction time 60 min. Under these conditions, the extraction rate could amount to 57.54%. At the same time, physical and chemical properties of dry roasting naked oat starch were determined. The results showed that amylose content, blue value and gelatinization temperature of the starch decreased.

Key words: dry roasting naked oat; starch; extraction; physicochemical properties

(责任编辑:叶红波)