

酶解促进高蛋白米粉深度加工的研究

吴凯星 云南农业科学院 650205

摘要 以高蛋白米粉(HPRF)为原料,研究适宜的酶解工艺及条件。酶解后的HPRF经过发酵作用,既去除了糖味,又消除了植酸含量,得到营养、风味俱佳的保健饮料,从而促进了HPRF的深度加工和利用。

关键词 高蛋白米粉 酶 加工

Abstract The objective of this paper was to study optimal processes and processing conditions of hydrolysing high-protein rice flour with the help of enzymes containing a α -amylase, a saccharifying enzyme and a protease. By fermenting the enzymatic hydrolytic high-protein rice flour, a nutritive and delicious beverage had been made, the quantity of phytic acid was decreased fully, and the flavour of rice bran could not be tasted, which would promote the deep processing and utilization of high-protein rice flour.

Key words High-Protein rice flour Enzymes Processing

1 概述

60年代初期,Prime^[1]等人在研究大米加工时曾采用外层碾磨法得到了一种特殊营养组分即高蛋白米粉(HPRF)。随后Houston^[2],Normand^[3]和Hogan^[4],也发现从糙米外层碾磨下来的米粉,蛋白质含量可达到米粒本身的一倍以上。从蛋白质含量8.5%的大米碾磨下来的外层米粉其蛋白质含量高达20%~22%,而且米粒碾磨去6.8%的外层米粉后,剩余米粒的外表和蒸煮性能都得到改善。70年代,Kennedy^[5]详细地研究了12种商业大米,他采用每道提取2%的3道碾磨法提取得到了过40目筛的外层米粉,并对原粒米,外层米粉和余米粒的主要营养成分进行了比较,发现HPRF除了含有较多量的蛋白质外,还富含其它营养物质如钙,磷,类脂物,维生素B₁、B₂,烟碱酸等,具有很高的利用价值。在我国,无锡轻工业学院最早对HPRF的提取进行了研究,并和镇江油米厂协用,在清洁米生产车间成功地提取到了HPRF。

从营养观点来看,大米蛋白是公认最好的谷物蛋白。但是随着人们生活水平的提高,对大米碾磨的精度要求也越高,这势必导致富含蛋白质,维生素和矿物质的皮层,糊粉层和亚糊粉层被碾磨掉,极大地降低了米的营养价值,近几年随着清洁米,强化米等特种米的研制、生产,被碾磨提取出的HPRF也日渐增多,但遗憾的是目前这部分高营养组分只被简单地用作饲料,其价值只相当于整粒米的1/3~2/3。

有人曾建议用HPRF制造谷乳(Cereal milk),粥,老年食品及婴儿食品,美国儿童基金会甚至指望这种高蛋白食品用来改善大米主食国(地区)的蛋白质缺乏问题^{[2],[3]}。然而由于HPRF含有较多的植酸(1.9%~4%)^[1]以及特有的糠味等不良点,严重地阻碍了其实际的应用。到目前为止,尚未发现关于HPRF开发利用的研究报导。

我们在参考日本学者有关用次淀粉质原料酿造清酒的实验报导^[6]的基础上,经过反复实验,获得了HPRF深度加工利用的最佳工艺和参数。工艺的关键是在进行HPRF深度加工时,

先用一定量的 α -淀粉酶、糖化酶和蛋白酶对 HPRF 进行酶解, 将其富含的淀粉和蛋白质部分转化成糊精、可溶性糖类、多肽、氨基酸等, 得到最适宜的 HPRF 酶解汁基质成份后, 再结合优化出的酵母菌和乳酸菌进行混合发酵, 从而制得一种营养价值很高的发酵饮料。本工艺既可以消除糠味, 又可以降低乃至消除植酸, 为 HPRF 的开发利用提供了可靠的途径, 同时也对类似产品如白糠, 中白糠等的开发利用有重要的指导意义。

2 酶解工艺的确定

工艺 A: 一次液化法

HPRF 和一定量水调配, 调节 pH6.4, 加入 0.2% CaCl₂, 100℃保温 20 min, 冷却至 9℃, 加入 0.2%的 α -淀粉酶, 保温 60 min, 再经高温灭酶, 冷却得 HPRF 酶解汁。

工艺 B: 二次液化法

HPRF 和一定量水调配, 调节 pH6.4, 加入 0.2% CaCl₂, 100℃保温 20 min, 冷却至 90℃, 加入 1/3×0.2%的 α -淀粉酶, 保温 20 min, 升温至 100℃, 5 min 后冷至 90℃, 加入 2/3×0.2%的 α -淀粉酶, 保温 60 min, 再经高温灭酶, 冷却得 HPRF 酶解汁。

工艺 C: 加蛋白酶一次液化法

HPRF 和一定量水调配, 调节 pH7.0, 加入 0.2% CaCl₂, 0.2%蛋白酶, 50℃水解 1 h, 再调节 pH6.4, 然后同工艺 A 处理。

工艺 D: 加蛋白酶二次液化法

HPRF 和一定量水调配, 调节 pH7.0, 加入 0.2% CaCl₂, 0.2%蛋白酶, 50℃水解 1 h, 再调节 pH6.4, 然后同工艺 B 处理。

按上述 4 种工艺水解 HPRF, 得到的酶解汁经灭菌后分别接种实验用菌母进行发酵, 结果如表 (1) 所示。可见液化前先行蛋白水解, 淀粉糖化率 (DE) 明显升高。这可能是因为 HPRF 和一般的淀粉质原料相比, 其蛋白质含量较高, 而这种米蛋白主要以糖蛋白 (Glycoproteins) 或蛋白多糖 (proteoglycans) 为特征, 它们

被蛋白酶作用, 降解为比较简单的糖-氨基酸化合物; 另外, 蛋白酶作用的结果也有可能使 α -淀粉酶的无效吸附部位发生变化, 从而使 HPRF 更有利于淀粉液化。

表 1 HPRF 酶解工艺的比较

工艺	A	B	C	D
碘色反应	紫红	紫红	棕红	棕红
DE (%)	7.7	10.1	16.4	19.1
过滤速度	--	-	++	+
原料利用率 (%)	49.2	49.9	70.2	66.0
发酵成品感官分析	淡黄, 混浊状, 清凉爽口, 风味一般。	同左但较甘甜	黄色, 混浊状, 酒体丰厚, 醇香, 回味足	褐黄色, 其它同 C

在蛋白酶存在的情况下, HPRF 溶解良好, 液化完全, 过滤速度加快, 原料利用率从约 49% 上升到 70%。另一方面, 由于蛋白质的部分水解, 可望发酵成品营养价值增高, 风味更佳。加蛋白酶二次液化法虽然也有利于 DE 的提高, 但由于液化时间较长, 产生一些不溶性聚合物, 导致过速度减慢, 原料利用率下降。因此, 本实验选用加蛋白酶一次液化法作为 HPRF 最佳的酶解工艺。下面就 HPRF 的蛋白水解, 淀粉液化, 糖化实验进行分析, 以便确定最适的酶解工艺条件。

3 HPRF 的蛋白水解条件

3.1 pH 值: 在其它条件不变的情况下, HPRF 的蛋白水解度 (DE) 随不同 pH 值而变化, 呈现一近似钟形曲线。如图 1 所示, 这主要是由于 pH 值对酶催化活性部位的影响所致。从图中看

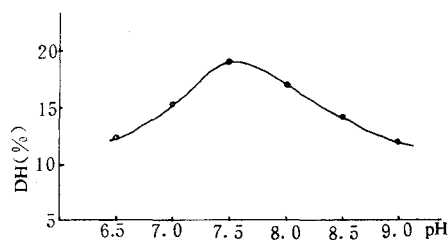


图 1 DH 值与 PH 之间的关系
出, pH 为 7.5 时最有利于 HPRF 的蛋白水解。

3.2 温度:酶作为一种蛋白质,其催化反应有一个临界温度,超过这一临界温度,反应速度反而降低。如图2所示,当温度在30~50℃范围内时,DH随T的升高而增大,超过50℃以后,DH则随T的升高而下降。

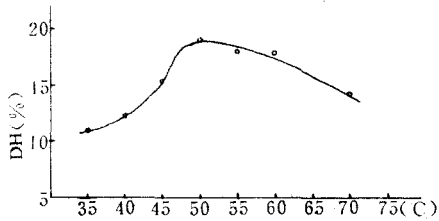


图2 DH值与温度的关系

3.3 酶浓度:从图3看出,当酶用量较低时,DH与用酶量成正比,酶浓度超过一定值后,DH增加缓慢。如(E)从0.6%增至0.8%时,DH增加了13.6%,而(E)从1.0%增至1.2%时,DH只增加了1%。可见若用酶量增加到1.0%以后,再通过增加酶量的方法来提取DH是不可取的。这主要是酶浓度较高时,蛋白质的相对浓度变小,酶分子已过饱和。

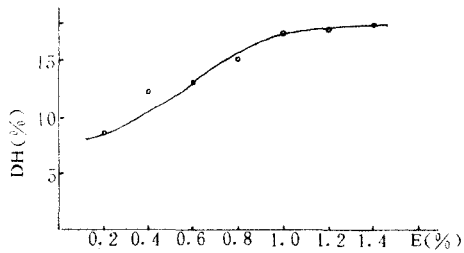


图3 DH值与蛋白酶用量的关系

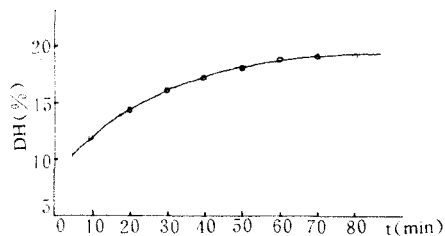


图4 DH值与时间的关系

3.4 时间:在反应开始的一段时间内,蛋白酶分解蛋白质的速度较大,水解1h后,DH增加

变小,曲线趋向平缓,如图4所示。因本课题水解蛋白质的目的不在于提取收白质,而是为了增加饮料的营养价值、风味和有利于淀粉酶的液化作用,从经济角度考虑,可选择蛋白水解时间为1h。

3.5 DH值:蛋白质水解到一定程度,会有苦味产生,这会影响到发酵饮料的风味。产生苦味的原因是苦味肽的存在,即在肽键的C-端有疏水性氨基酸残基。为了避免苦味产生,可在疏水性氨基酸不在肽键末端上时停止水解。我们通过添加不同量的蛋白酶来控制DH值就可达此目的。实验表明最适宜的DH值为9%左右,此时加酶量为0.2%。当DH升高到15%以上时,饮料苦味重,风味差。

综上所述:适宜的蛋白水解条件为pH=7.5, T=50℃, t=60 min, (E)=0.2%, DH=9%,液固比则主要由发酵工艺确定。

4 HPRF的淀粉液化、糖化条件

4.1 α-淀粉酶用量,适宜的HPRF的液化条件是pH6.4,温度为90℃。在此条件下加入不同量的α-淀粉酶液化HPRF1h,从图(5)看出,当淀粉酶量小于0.15%时,DE随酶浓度的升高而迅速增大。酶量超过0.15%,曲线趋于平缓,这说明再通过加大酶量的方法增大DE值已不适宜。故可选择α-淀粉酶用量为0.15%。

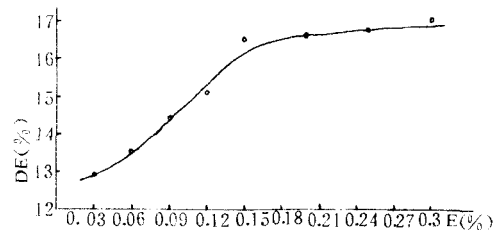


图5 DE值与淀粉酶用量的关系

4.2 糖化酶用量:在最佳的糖化pH5.0,温度为55℃条件下,加入不同量的糖化酶进行HPRF的糖化实验,结果如图6所示。可见随着糖化酶使用量的增加,最初糖化速度也增大。当用酶量为0.1%时,糖化7h的DE值相当于糖化

19 h DE 值的91.5%；而用酶量为0.05%，其相当值只有80.3%。用酶量超过0.1%，DE 值增加不大。加酶量为0.1%和加酶量为0.15%的两条曲线最终几乎重合，故选用0.1%的加酶量即可。糖化时间超过13 h后，再增加糖化时间对DE 值影响不大。

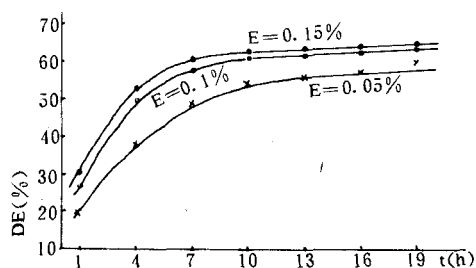


图6 不同糖化酶量下DE 值与时间的关系

4.3 DE 值:淀粉分解的程度,对糖化液的得率和成品饮料的发酵度、风味影响很大。为了保持饮料的风味,糖化汁中应保留一定量的糊精。所以在糖化液的制备过程中,应该控制一定的淀粉分解度。本实验主要是通过控制DE 值达到目的。实验表明,当DE 为64%时,制备的糖化汁较适宜于发酵饮料的制取。此时糖化时间为18 h。

5 酶解促进 HPRF 深度加工的效果

按照上述确定的最佳蛋白水解,淀粉液化、糖化条件分别加入所需量的蛋白酶, α -淀粉酶和糖化酶水解 HPRF,得到酶解汁经灭菌后接种本实验菌母进行发酵,即可制得一种富含各种营养成分的发酵饮料。产品具有独特的似酒风味,醇香浓郁,并去除了 HPRF 特有的糠味,取得了预期的效果。其发酵原汁含总干物质为7.4%,总糖4.1%,总酸1.21%,酒精5.7%,蛋白质3.95%,并含有多种氨基酸,维生素,矿物元素。原汁经过适当的稀释兑制、调配即可制得风味极佳的饮料产品。

按本工艺处理,经过发酵后可以全部消除植酸含量。如表(2)所示,植酸降解率达100%。

因此,本工艺为高植酸含量的食物的加工利用提供了有效的途径。

表2 HPRF 酶解汁在发酵中植酸的降解率

发酵时间(h)	0	10	20	40	60	80
植酸含量(g/100ml)	0.17	0.13	0.11	0.04	0.02	0
植酸降解率(%)	0	23.53	35.29	76.47	88.23	100.00

6 结论

高蛋白米粉(HPRF)是大米加工过程中的副产品,富含各种营养物质。但由于 HPRF 高的植酸含量及特有的糠味等,而限制了它的进一步深加工利用。本研究基于我国酶制剂工业的最新成果,选用食用级 α -淀粉酶,糖化酶和蛋白酶对 HPRF 进行了有效的酶解处理,并结合发酵法酿制出了一种营养、风味俱佳的保健型饮料,从而开辟了 HPRF 在食品领域加工利用的新途径。经本工艺处理后还达到了两个目的:1)消除了植酸含量,2)去除糠味。因而,对白糠、中白糠等的深度开发利用,也具有指导意义。

参考文献

- 1 Saloador Barbor, Carmen Benelito de Bareber. Rice Bran; Chemistry and Technology, Rice; production and utilization, 1980, vol. 2.
- 2 F. L. Normand, D. M. Soignet. Content of certain nutrients and amino acids pattern in high-protein rice flour. The Rice Journal, 1966, 13~18.
- 3 D. F. Houston. High-protein flour can be made from all types of milled rice. The Rice Journal, 1967, 12~15.
- 4 J. T. Hogan, H. J. Deobald. Production of high-protein rice flour. The Rice Journal, 1968, 5~9, 32.
- 5 B. M. Kennedy, M. Schelstraete. Chemical, physical, and nutritional properties of high-protein flours and residual kernel from the overmilling of uncoated milled rice. 1. milling procedure and protein, fat, ash, amylose, and starch content. Cereal Chemistry, 1974, 51:435~457.
- 6 US Patent. 4358462. 1982.