

小麦胚芽稳定化技术比较研究

徐同成^{1,2}, 闫永恒^{1,2}, 徐志祥², 寇兴凯¹,

陶海腾¹, 刘振华¹, 刘丽娜¹, 杜方岭¹

(1. 山东省农业科学院农产品研究所, 山东省农产品精深加工技术重点实验室, 山东 济南 250100;

2. 山东农业大学 食品科学与工程学院, 山东 泰安 271018)

摘要:通过热风干燥、微波干燥、高压蒸汽处理和常压蒸汽处理对小麦胚芽进行预处理,并在35℃下进行30天贮藏实验,然后检测酸价、过氧化值等指标,评价不同处理对脂肪酶的钝化效果。结果表明:按照钝化效果由高到低分别为高压蒸汽处理>常压蒸汽处理>热风干燥处理>微波干燥处理。其中高压蒸汽处理的最优条件为:压力0.01 MPa,处理时间30 min,在此条件处理后,可大幅延长小麦胚芽贮藏期间的各项品质。

关键词:小麦胚芽;稳定化技术;酸价;过氧化值;高压蒸汽处理

中图分类号:TS 210.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2015)06-0015-04

Comparative study on the stabilization technology of wheat germ

XU Tong - cheng^{1,2}, YAN Yong - heng², XU Zhi - xiang², KOU Xing - kai¹,

TAO Hai - teng¹, LIU Zhen - hua¹, LIU Li - na¹, DU Fang - ling^{1*}

(1. Key Laboratory of Agricultural Products Deep Processing Technology of Shandong Province,

Agricultural Products Institute, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan Shandong 250100;

2. College of Food Science & Engineering, Shandong Agricultural University, Taian Shandong 271018)

Abstract: The wheat germs were pretreated by hot air drying, microwave drying, steam treatment at high pressure and atmospheric pressure to evaluate the passivation effect of different treatment on lipase. The acid value and peroxide value were determined after the wheat germs were stored at 35 °C for 30 days. Results showed that high pressure steam treatment was the best technology, followed by atmospheric pressure steam treatment, hot air drying and microwave drying. The optimal condition of the high pressure steam processing was: pressure 0.01 MPa processing time 30 min. With this condition, the storage period of wheat germ was prolonged greatly.

Key words: wheat germ; stabilization technology; acid value; peroxide value; high pressure steam treatment

小麦胚芽是小麦粉加工的副产物,约占小麦籽粒重的1.5%~3.0%,是麦粒中营养价值最高的部分。麦胚约含蛋白质27%~30%,含有人体所必需的8种氨基酸,尤其是赖氨酸含量十分丰富,比大米、小麦粉高出6~7倍。脂肪含量为8%~11%,富含油酸、亚油酸和亚麻酸等多不饱和脂肪酸,其中亚油酸含量占60%以上,此外还含有少量的磷脂和不

皂化物^[1]。糖类物质含量为15%~20%,灰分含量为4%~5%,纤维素和半纤维素含量为8%~10%,还含有维生素B₁、B₂、B₆、E等多种维生素,其中维生素B₁占小麦粒维生素B₁的60%,维生素E在小麦胚芽中的含量高达20 mg/100 g,是天然的抗氧化剂。小麦胚芽中还含有Mg、Fe、Zn、K、P、Cu、Mn等多种矿物质,特别是Fe和Zn的含量较为丰富,每100 g胚芽中Zn的含量高达10.8 mg,这些微量元素对维持人体健康,特别是对促进儿童生长发育具有重要作用^[2]。小麦胚芽主要根据其粒形、密度以及碾轧后成片状等特性加以分离提取,可以在小麦清理和

收稿日期:2015-05-30

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(201303071-10);山东省引进泰山学者海外特聘专家项目(鲁财教[2014]45号);山东省自主创新及成果转化专项(2014CGZH0712)

作者简介:徐同成,1980年出生,男,副研究员。

通讯作者:杜方岭,1972年出生,男,研究员。

碾磨这两个阶段进行。小麦在清理过程中,有20%~30%的胚芽脱落并混杂在清理下脚料中,70%~80%的胚芽经碾磨后,部分混入面粉中,部分混入麸皮中。由于混入清理下脚中的麦胚未经挤压而不呈片状,不易提取。因此,目前主要在磨粉过程中,经光辊磨和分级筛,提取呈片状的小麦胚芽^[3]。

但是小麦胚芽不耐贮藏,其主要原因是其中内源酶活性高,天然不饱和脂肪酸丰富。作为小麦的再生组织器官,小麦胚芽不仅富含多种营养物质,而且各种酶的活力旺盛,特别是脂肪酶(Lipase, LA)和脂肪氧化酶(Lipoxygenase, LOX),导致小麦胚芽贮藏过程中易发生变质,品质大幅下降。小麦胚芽的不耐贮藏性严重制约了小麦胚芽的产业化开发和利用。小麦胚芽的稳定化处理技术是解决小麦胚芽增值加工的关键。麦胚的稳定化处理技术主要分物理技术和化学技术两类,物理稳定技术主要包括高压蒸汽处理、常压蒸汽处理、热风干燥处理、微波加热处理、远红外热处理、焙烤、挤压膨化、脱脂处理等^[4-6]。化学稳定技术由于加工成本高,并且对胚芽有不同程度的污染,在实际生产中很少使用。因此在实际的生产过程中,通常以物理稳定化处理技术为主。本实验研究了高压蒸汽处理、常压蒸汽处理、微波处理和热风干燥处理四种稳定技术对小麦胚芽贮藏期间品质的影响,优化建立小麦胚芽稳定化处理技术,为小麦胚芽产业的发展提供科技支撑。

1 材料与方法

1.1 材料

小麦胚芽:由泰安鲁粮面粉有限公司提供,水分含量12.23%,粗脂肪含量9.5%,蛋白含量27.8%。

1.2 仪器

美的家用微波炉;YX-400Z型高压灭菌锅;PH070A型培养箱;数显恒温水浴锅。

1.3 试剂

石油醚、无水乙醇、酚酞、冰乙酸、异辛烷、碘化钠、可溶性淀粉、氢氧化钾和硫代硫酸钠等(均为分析纯):国药集团化学试剂有限公司。

1.4 稳定化方法

1.4.1 高压蒸汽处理

采用高压灭菌锅,分别以0.08 MPa处理样品20和30 min;0.1 MPa处理20和30 min,冷却后用聚乙烯保鲜袋包装,放置于35℃的烘箱中。

1.4.2 微波干燥处理

分别采用功率700 W处理样品3 min或382 W

处理5 min,冷却后用聚乙烯保鲜袋包装,放置于35℃的烘箱中。

1.4.3 常压蒸汽处理

将恒温水浴锅烧至100℃,把均匀铺好的麦胚放置蒸汽表面,分别处理20和30 min,冷却后用聚乙烯保鲜袋包装,放置于35℃的烘箱中。

1.4.4 热风干燥处理

把均匀铺好的麦胚放置于热风干燥箱中,分别采用80、100和120℃烘干25 min,冷却后用聚乙烯保鲜袋包装,放置于35℃的烘箱中。

1.5 储藏实验

将经稳定化处理后的麦胚,置于35℃的烘箱内开始储藏实验,持续30天,每隔5天取样,分别测定酸价和过氧化值。酸价依据国标GB/T 5530—2005进行检测,过氧化值依据国标GB/T 5538—2005进行测定。

1.6 统计分析

所有实验做三次重复。组内和组间比较采用SPSS 22软件中的One-Way ANOVA进行。

2 结果与分析

2.1 高压蒸汽处理小麦胚芽在贮藏期间的品质变化

高压蒸汽处理小麦胚芽在贮藏期间的品质变化如表1所示。小麦胚芽在0.08 MPa和0.1 MPa的高压蒸汽下分别处理20和30 min,储藏35天后,酸价和POV值增加的量不大,尤其以0.1 MPa处理30 min组增加最少,这说明高压蒸汽对麦胚的穿透性比较强,有效钝化了脂肪酶的活性,从而降低了脂肪酶的水解,有利于稳定小麦胚芽的品质,通过处理提高了麦胚的稳定性。30 min处理后的麦胚散发出浓浓的麦香,颜色金黄。所以通过数据的比较,高压蒸汽处理对麦胚中脂肪酶的钝化效果显著,随蒸汽压力的提高和处理时间的延长,脂肪酶的钝化效果呈逐渐增强的趋势,可以达到彻底钝化脂肪酶的目的。

表1 高压蒸汽处理小麦胚芽贮藏期间酸价的变化

时间/d	0.08 MPa		0.10 MPa	
	20 min	30 min	20 min	30 min
0	17.09 ± 0.31ax	17.04 ± 0.17ax	16.12 ± 0.23ay	15.16 ± 0.38az
5	17.86 ± 0.51abx	17.72 ± 0.18abx	16.40 ± 0.14ay	15.24 ± 0.13az
10	18.69 ± 0.34bex	18.58 ± 0.30bx	17.64 ± 0.30by	16.82 ± 0.28bz
15	19.05 ± 0.27cdx	18.69 ± 0.35bx	17.81 ± 0.47by	17.01 ± 0.42bez
20	20.10 ± 0.54dex	20.02 ± 0.27cx	17.89 ± 0.51by	17.43 ± 0.24bedy
25	20.50 ± 0.44ex	20.28 ± 0.42cdx	17.94 ± 0.56by	17.53 ± 0.44edy
30	21.15 ± 1.37ex	21.15 ± 1.28dx	18.21 ± 0.32by	17.70 ± 0.56dy

注:ab代表组内两个水平之间存在显著差异;xy代表组间存在显著差异。下同。

续表 1

时间 /d	0.08 MPa		0.10 MPa	
	20 min	30 min	20 min	30 min
0	3.72 ± 0.13ax	3.21 ± 0.10ay	2.81 ± 0.11az	2.43 ± 0.12aw
5	3.81 ± 0.14ax	3.48 ± 0.13axy	3.13 ± 0.10ayz	2.64 ± 0.11az
10	4.66 ± 0.06ax	3.97 ± 0.05by	3.79 ± 0.08by	3.53 ± 0.06by
15	4.22 ± 0.09ax	4.64 ± 0.07ey	4.32 ± 0.06exy	3.99 ± 0.03ex
20	5.78 ± 0.03bx	5.24 ± 0.04dy	4.98 ± 0.03dy	4.22 ± 0.04cz
25	8.74 ± 0.04cx	8.41 ± 0.04ex	6.42 ± 0.04ey	6.37 ± 0.03dy
30	10.69 ± 0.05dx	9.83 ± 0.04fy	8.82 ± 0.04fz	8.21 ± 0.03ew

注:ab 代表组内两个水平之间存在显著差异;xy 代表组间存在显著差异,下同。

由表 2 还可看出,小麦胚芽贮藏过程中过氧化值的变化趋势,符合传统的油脂自由氧化理论,即从贮藏开始至第 20 天,属于诱导期,这个期间过氧化物缓慢累积,但是对胚芽的风味无明显影响;从第 20 天开始,进入链式反应期,胚芽油中的不饱和键与氧发生反应,导致过氧化物迅速集结,分解作用迅速进行,氧化产物大量产生,过氧化值快速升高。

表 2 微波处理小麦胚芽贮藏期间酸价和过氧化值的变化

时间 /d	酸价/(mg/g)		过氧化值/(mmol/kg)	
	700 W,3 min	382 W,5 min	700 W,3 min	382 W,5 min
0	20.16 ± 0.08a	19.78 ± 0.07a	3.16 ± 0.02ax	2.12 ± 0.02ay
5	20.30 ± 0.09a	19.94 ± 0.06a	6.34 ± 0.03bx	5.58 ± 0.03by
10	22.68 ± 0.08bx	20.27 ± 0.07aby	8.76 ± 0.03cx	7.23 ± 0.03cy
15	23.29 ± 0.10bcx	20.76 ± 0.06by	11.39 ± 0.04d	10.83 ± 0.04d
20	23.97 ± 0.11cdx	22.18 ± 0.06cy	11.51 ± 0.04de	11.34 ± 0.04e
25	24.35 ± 0.08dx	22.48 ± 0.04ey	11.85 ± 0.03e	11.48 ± 0.05e
30	24.46 ± 0.04dx	22.59 ± 0.06ey	11.92 ± 0.02e	11.53 ± 0.03e

2.2 微波处理小麦胚芽在贮藏期间酸价和过氧化值的变化

从表 2 中可以看出,382 W,5 min 微波处理钝化脂肪酶的效果较好,在 30 天的贮藏期间,酸价和 POV 值分别增加了 2.7 mg/g 和 11.77 mmol/kg。700 W,3 min 的处理可能因为处理强度大,在处理过程中脂肪酶被迅速氧化,造成起始的值高一些,也有可能时间短,未把脂肪酶完全钝化,所以造成贮藏过程中酸价和过氧化值增加的大一些,所以建议处

理时间长一些。实验过程中微波处理的感官并不是很好,可能跟胚芽含水份低有关,建议可以适当用水浸润,但是过多的水分又有可能对脂肪酶的氧化有一定的促进作用。

2.3 常压蒸汽处理小麦胚芽贮藏期间酸价和过氧化值的变化

通过常压蒸汽处理的麦胚同样也具有金黄的色泽和散发浓浓的麦香味,酸价和 POV 值也较低。常压蒸汽处理对脂肪酶有良好的钝化效果,水蒸气能够充分的传导热量,湿热蒸汽处理一定时间可以有有效的钝化酶活力,降低脂肪酶水解不饱和脂肪酸的速度。从表 3 可以看出,常压蒸汽处理时间对处理结果影响较大,常压蒸汽处理时间 20 到 30 min,储藏期间酸价和 POV 值的变化随处理时间的延长而减小,常压蒸汽处理 30 min 的麦胚在储藏条件下,可安全储藏 30 d,效果显著。

表 3 常压蒸汽处理小麦胚芽贮藏期间酸价和过氧化值的变化

时间 /d	酸价/(mg/g)		过氧化值/(mmol/kg)	
	100 °C,20 min	100 °C,30 min	100 °C,20 min	100 °C,30 min
0	18.12 ± 0.04a	17.78 ± 0.03a	3.16 ± 0.01ax	2.12 ± 0.01ay
5	18.31 ± 0.05a	17.94 ± 0.04a	5.34 ± 0.05bx	4.38 ± 0.04by
10	19.62 ± 0.03b	19.27 ± 0.03b	7.56 ± 0.05cx	6.13 ± 0.04cy
15	20.23 ± 0.08bc	19.76 ± 0.04bc	9.39 ± 0.04dx	8.83 ± 0.02dy
20	20.95 ± 0.09cd	20.18 ± 0.05cd	10.51 ± 0.05e	10.74 ± 0.02e
25	21.35 ± 0.07cd	20.48 ± 0.06cd	11.55 ± 0.06f	11.18 ± 0.03f
30	21.46 ± 0.06d	20.65 ± 0.05d	11.65 ± 0.04f	11.23 ± 0.02f

2.4 热风干燥处理小麦胚芽贮藏期间酸价和过氧化值的变化

从表 4 中可以看出,热风干燥 0.5 h 的小麦胚芽样品,在储藏过程中酸价和过氧化值变化比较大,储藏中期酸价和过氧化值的数值,已经超过储藏的指标限值,所以说热风干燥不适合预处理小麦胚芽,原因可能是热风干燥只是起到了短暂的抑制脂肪酶的活性,在储藏期间会发生酶的活性,从而使酸价和过氧化值增大,导致小麦胚芽变质。

表 4 热风干燥处理小麦胚芽贮藏期间酸价和过氧化值的变化

时间 /d	酸价/(mg/g)			过氧化值/(mmol/kg)		
	80 °C	100 °C	120 °C	80 °C	100 °C	120 °C
0	20.18 ± 0.22ax	20.13 ± 0.12ax	19.16 ± 0.14ay	4.72 ± 0.13ax	4.21 ± 0.10ay	4.43 ± 0.12axy
5	20.73 ± 0.18acx	20.58 ± 0.10ax	19.17 ± 0.09ay	3.76 ± 0.14ax	4.58 ± 0.13by	4.75 ± 0.11ay
10	21.73 ± 0.09bdx	21.49 ± 0.11bx	19.75 ± 0.14ay	4.38 ± 0.06ax	5.89 ± 0.05cy	5.58 ± 0.06by
15	21.12 ± 0.10bcx	21.59 ± 0.08bx	19.68 ± 0.06ay	4.28 ± 0.09ax	7.16 ± 0.07dy	7.78 ± 0.03cz
20	22.07 ± 0.08dx	22.08 ± 0.09bx	20.36 ± 0.06by	5.69 ± 0.03bx	10.38 ± 0.04ey	10.69 ± 0.04dy
25	22.35 ± 0.08dx	22.16 ± 0.08bx	20.43 ± 0.06by	8.68 ± 0.04cx	12.56 ± 0.04fy	12.43 ± 0.03ey
30	23.23 ± 0.14ex	23.19 ± 0.12cx	21.56 ± 0.07cy	10.59 ± 0.05dx	14.76 ± 0.04gy	14.31 ± 0.03fy

2.5 不同预处理方法的比较

采用高压蒸汽(0.1 MPa 处理 30 min)、微波(382 W 处理 5 min)、常压蒸汽(100 °C 处理 30 min)和热风干燥(80 °C 处理 30 min)四种预处理方式中各自的最优工艺,进行比较,结果如图1和图2所示。可以看出,高压蒸汽预处理后小麦胚芽在贮藏期间酸价和过氧化值变化明显低于其他几种处理方式,说明高压蒸汽预处理可以有效的钝化脂肪酶的活性,从而降低了脂肪酶的水解,提高了麦胚品质的稳定性。四种预处理对脂肪酶钝化效果依次为:高压蒸汽处理、常压蒸汽处理、热风干燥处理和微波干燥处理。

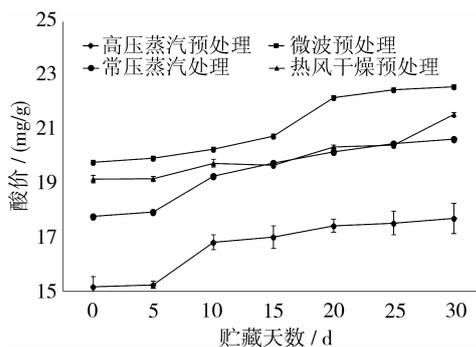


图1 不同处理方式对小麦胚芽储藏期间酸价的影响

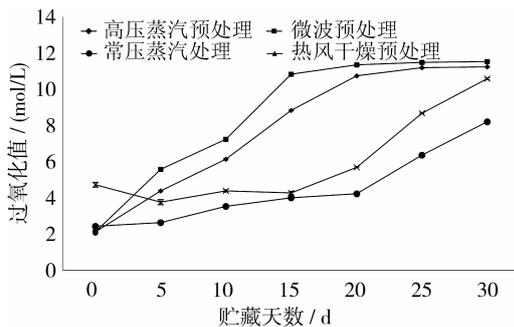


图2 不同处理方式对小麦胚芽储藏期间过氧化值的影响

麦胚储藏过程中油脂氧化酸败是影响麦胚加工的关键问题^[7-8]。但是现有的行业标准 SB/T 10145—93 小麦胚(胚片、胚粉),未对麦胚中酸价和过氧化值的检测方法及其限量进行规定。因此,本实验只能根据 GB/T 5530—2005《动植物油脂 酸值和酸度测定》和 GB/T 5538—2005《动植物油脂 过氧化值测定》,分别对胚芽中的酸价和过氧化值进行检测。但是与测定单纯的油脂不同,测定胚芽中这两项指标时,增加了胚芽粉碎和油脂提取的过程,会在一定程度上加快胚芽油的氧化酸败,使酸价和过氧化值两个指标比实际值偏高^[9-10]。但由于本实验采用统一的测定方法,消除了这种偏差对比较实

验结果的影响。

本实验结果显示,小麦胚芽在储藏期间易发生明显的氧化酸败。因此,对于小麦胚芽油制备企业而言,应尽量缩短从小麦胚芽到制备胚芽油之间的时间。而对于小麦胚芽产品而言,最好在行业标准中增加酸价和过氧化值指标,本研究结果可为行业标准的进一步完善提供参考。但是由于麦胚中胚芽油和单纯的动植物油脂存在一定差异,直接以动植物油脂标准作为评价麦胚质量的标准也不尽科学。还需要进一步的研究^[11-12]。

3 结论

由脂肪酶引发的油脂氧化,是影响小麦胚芽贮藏过程中品质变化主要因素。采用热风干燥、微波干燥、高压蒸汽和常压蒸汽对小麦胚芽进行处理,并对其贮藏期间品质的变化进行检测,发现四种预处理均可不同程度地钝化脂肪酶,抑制油脂氧化,延长保质期。其中以高压蒸汽处理的效果最佳,其次是热风干燥和常压蒸汽处理,微波处理效果最差。其中高压蒸汽预处理的最优工艺为:处理压力为 0.1 MPa,处理时间 30 min。

参考文献:

- [1] Krings U, Saharty E L, et al. Antioxidant activity of extracts from roasted wheat germ [J]. Food Chemistry, 2000, 71(1): 91-95.
- [2] 连彩霞,朱科学,周惠明. 小麦胚芽的研究进展[J]. 粮食加工, 2009,(5): 50-53.
- [3] 陈存社,刘玉峰. 小麦胚芽深加工技术的研究[J]. 食品工业科技, 2004(6): 139-141.
- [4] 唐云,郭贯新,马晓军. 小麦胚的稳定化[J]. 中国粮油学报, 2002, 17(5): 11-13, 27.
- [5] 胡春风,周显青,张玉荣. 小麦胚理化特性及其稳定化技术研究进展[J]. 粮食加工, 2006(3): 70-74.
- [6] 朱科学,朱振,周惠明. 小麦胚的稳定化、生理活性及在食品工业中的应用[J]. 粮油加工, 2006(8): 78-84.
- [7] 王茜,马娇,陶海腾,等. 小麦胚芽营养价值分析及开发利用[J]. 农产品加工(学刊), 2013(5): 13-15, 20.
- [8] 宋国辉,孙强,张丽霞,等. 亚临界萃取小麦胚芽油工艺研究[J]. 中国食物与营养, 2015(1): 31-34.
- [9] 吴定,黄卉卉,孙嘉文,等. 响应面分析优化小麦胚油浸出法提取工艺[J]. 中国粮油学报, 2012(9): 71-75.
- [10] 胡鹏,蔡荣宝,王文亮,等. 小麦胚芽油提取工艺研究进展[J]. 中国食物与营养, 2009(2): 35-37.
- [11] 徐斌,苗文娟,董英,等. 中国小麦胚芽资源分布及深加工相关品质[J]. 农业工程学报, 2012(2): 244-249.
- [12] 赵福利,钟葵,佟立涛,等. 不同产地小麦胚芽营养成分的比较分析[J]. 现代食品科技, 2014(3): 182-188. 