

外源性氧化胁迫对酿酒酵母突变株 Y518 合成谷胱甘肽的影响

Effects of exogenous oxidation stress on glutathione synthesis in *Saccharomyces cerevisiae* mutant Y518

郑丽雪¹ 齐斌¹ 孙姜² 王立梅¹

ZHENG Li-xue¹ QI Bin¹ SUN Jiang² WANG Li-mei¹

(1. 常熟理工学院生物与食品工程学院, 江苏 常熟 215500; 2. 中海海洋无锡海洋工程装备有限公司, 江苏 无锡 214000)

(1. College of Biological and Food Engineering, Changshu Institute of Technology, Changshu, Jiangsu 215500, China;

2. Wuxi Ocean Engineering Equipment Co. Ltd. of Zhonghai Ocean, Wuxi, Jiangsu 214000, China)

摘要:利用外源过氧化氢对酿酒酵母突变株 Y518 进行氧化胁迫来研究外源性氧化胁迫对 Y518 合成谷胱甘肽的影响。结果表明:添加过氧化氢会抑制 Y518 细胞生长,但会促进其合成谷胱甘肽;当过氧化氢的添加时间为 24 h,添加量为 0.6 mmol/L 时,Y518 胞内谷胱甘肽含量达到 (13.69 ± 0.28) mg/g,比未添加过氧化氢时提高了约 14%;在 24 h 时添加 0.6 mmol/L 过氧化氢会对 Y518 产生外源性氧化胁迫,激活转录调节子 YAP1 和 SKN7 调控 γ -谷氨酰半胱氨酸合成酶和谷胱甘肽合成酶编码基因 *GSH I* 和 *GSH II* 的表达,提高 γ -谷氨酰半胱氨酸合成酶和谷胱甘肽合成酶的活力,以促进 Y518 合成谷胱甘肽。因此,添加外源过氧化氢能够使酿酒酵母突变株 Y518 产生外源性氧化胁迫,促进 Y518 进一步合成谷胱甘肽。

关键词:过氧化氢;酿酒酵母;氧化胁迫;谷胱甘肽

Abstract: Effects of exogenous oxidative stress on glutathione production by *Saccharomyces cerevisiae* mutant Y518 were researched by addition of exogenous hydrogen peroxide. The results showed that the addition of hydrogen peroxide inhibited the growth of Y518 cells, but promoted the synthesis of glutathione of Y518. The best addition time and amount of hydrogen peroxide were respectively 24 h and 0.6 mmol/L. The content of gluconate reached (13.69 ± 0.28) mg/g, increased by about 14% compared to that without hydrogen peroxide. Exogenous oxidation stress on Y518 was produced by adding 0.6 mmol/L hydrogen peroxide at 24 h, which activated the transcription regulation factor YAP1 and SKN7 to control expressions of γ -glutamylcysteine synthetase, then that of glutathione synthetase

encoded genes *GSH I* and *GSH II*, and finally enhanced the activities of γ -glutamylcysteine and glutathione synthetases to promote glutathione synthesis in Y518. Therefore, the addition of exogenous hydrogen peroxide could produce exogenous oxidation stress on Y518 and further promote Y518 to synthesize glutathione.

Keywords: hydrogen peroxide; *Saccharomyces cerevisiae*; oxidation stress; glutathione

谷胱甘肽 (glutathione, GSH) 是由谷氨酸、半胱氨酸和甘氨酸 3 种氨基酸残基组成的小分子化合物,自然界中的绝大多数动植物和微生物细胞均能够合成 GSH^[1-3]。作为细胞内的一种天然抗氧化活性物质,GSH 能够直接与氧化性物质反应或者作为清除自由基的基质进而抵御由活性氧 (reactive oxygen species, ROS) 造成的氧化性损伤^[4-6],因此 GSH 常作为天然抗氧化剂被添加到各类食品及其原料中。随着食品安全意识的不断提高,人们对食品中天然抗氧化剂的应用需求越来越强烈,因此国内外对于 GSH 的需求量日益增大,这其中存在的巨大商业价值推动了 GSH 的生产。

以酿酒酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) 作为发酵菌株通过微生物发酵法生产 GSH 是目前常用的一种 GSH 生产方法,相比溶剂萃取法、化学合成法和酶转化法具有安全、高效、无污染和操作简便等优点^[7-9]。然而,普通 *Saccharomyces cerevisiae* 菌株的胞内 GSH 含量一般不足细胞干重的 1%^[10],因此通过各种物理、化学或者生物方法对 *Saccharomyces cerevisiae* 进行处理从而提高其胞内 GSH 积累量已经成为研究的热点^[11-13]。

在前期的研究中,本实验室通过亚硝基胍诱变筛选得到一株高产 GSH 的 *Saccharomyces cerevisiae* 突变株 Y518^[14],并且通过转录组学研究发现内源性氧化胁迫能够

作者简介:郑丽雪,女,常熟理工学院高级实验师,硕士。

通信作者:齐斌(1965—),男,常熟理工学院研究员,博士。

E-mail: qibin65@126.com

收稿日期:2017—05—12

促进 Y518 合成 GSH^[15]。本研究欲在此基础上,进一步通过添加外源过氧化氢对 Y518 进行氧化胁迫来研究外源性氧化胁迫对 Y518 合成 GSH 的影响,以期能够为进一步提高 Y518 的谷胱甘肽发酵产量提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

1.1.1 菌种

Saccharomyces cerevisiae 突变株 Y518;本实验室(苏州食品生物技术重点实验室)筛选保藏。

1.1.2 试剂

GSH 检测试剂盒、Cu/Zn 超氧化物歧化酶(Cu/Zn-superoxide dismutase,Cu/Zn-SOD)检测试剂盒、过氧化氢酶(catalase,CAT)检测试剂盒、酵母细胞裂解液:上海碧云天生物技术有限公司;

γ -谷氨酰半胱氨酸合成酶(γ -glutamyl cysteine synthetase,GSH I)检测试剂盒、GSH 合成酶(GSH II)检测试剂盒:苏州科铭生物技术有限公司;

总 RNA 提取试剂盒、DNA 酶试剂盒:德国 Qiagen 公司;

cDNA 合成试剂盒、荧光染料试剂盒、RNA 制胶试剂盒:美国 Bio-Rad 公司;

过氧化氢(hydrogen peroxide,H₂O₂):分析纯,生工生物工程(上海)股份有限公司。

1.1.3 培养基

Saccharomyces cerevisiae 培养基^[16]:酵母膏 5 g/L、葡萄糖 20 g/L、磷酸二氢钾 6 g/L、硫酸钾 3 g/L、硫酸铵 5 g/L、硫酸镁 1.5 g/L,pH 6.0。

1.2 仪器与设备

酶标仪:iMark 型,美国 Bio-Rad 公司;

RCR 仪:MyCycler 型,美国 Bio-Rad 公司;

实时荧光定量 PCR 仪:CFX96 Touch 型,美国 Bio-Rad 公司;

全自动电泳仪:Experion 型,美国 Bio-Rad 公司;

高通量组织破碎仪:TissueLyser II 型,德国 Qiagen 公司。

1.3 方法

1.3.1 酵母发酵培养 用接种环挑取活化好的突变株 Y518 单菌落,接种到 *Saccharomyces cerevisiae* 培养基中,于 30 ℃、180 r/min 摇床培养 18 h,得到种子液;再将种子液以 10%(体积分数)的接种量接种到 *Saccharomyces cerevisiae* 培养基中,于相同条件下发酵培养 64 h。

1.3.2 GSH 含量和细胞干重的测定 取发酵液于 4 ℃、12 000 r/min 离心 5 min,收集菌体细胞并用 0.85%生理盐水洗涤 2 次后按照 GSH 检测试剂盒说明书的要求利用酶标仪测定 GSH 含量,测定结果以 mg/g(以细胞干重计)表示;细胞干重于 105 ℃条件下烘干测定。

1.3.3 Cu/Zn-SOD、CAT、GSH I 和 GSH II 活力的测定

Cu/Zn-SOD、CAT、GSH I 和 GSH II 的活力分别按照对

应检测试剂盒说明书的要求在酶标仪上进行测定,测定结果以 U/mg(以细胞干重计)表示。

1.3.4 酵母总 RNA 的提取、纯化和完整性检测 取发酵液于 4 ℃、12 000 r/min 离心 5 min,弃去上清液,收集菌体细胞并用冷的焦碳酸二乙酯(diethy pyrocarbonate,DEPC)水洗涤 2 次后用液氮粹灭 2 min;加入 600 μ L 酵母细胞裂解液和适量直径 0.45~0.55 mm 的玻璃珠,用高通量组织破碎仪于 30 Hz 震荡破碎处理 5 min;将裂解产物转移至新的离心管中,于 4 ℃、12 000 r/min 离心 5 min 后按照总 RNA 提取试剂盒和 DNA 酶试剂盒说明书的要求提取和纯化总 RNA;根据 RNA 制胶试剂盒说明书的操作说明将总 RNA 样品注入 RNA 检测芯片内,利用全自动电泳仪对 RNA 的完整性进行检测。

1.3.5 cDNA 的合成和基因相对表达量的检测 按照 cDNA 合成试剂盒说明书的要求利用 PCR 仪将 RNA 反转录为 cDNA,反转录反应程序为:25 ℃ 5 min,42 ℃ 30 min,85 ℃ 5 min,保持 4 ℃ 待用;按照荧光染料试剂盒说明书的要求利用实时荧光定量 PCR 仪测定基因的相对表达量,扩增效率采用 cDNA 梯度稀释法计算,相对表达倍数按照 $2^{-\Delta\Delta C_t}$ 法计算,参照基因为 β -Actin,反应程序为:95 ℃ 30 s,95 ℃ 5 s,60 ℃ 30 s,40 个循环。

2 结果与分析

2.1 H₂O₂ 添加时间对 GSH 发酵产量的影响

分别在发酵 8,16,24,32 h 时添加 0.4 mmol/L H₂O₂,并测定发酵周期 64 h 内 Y518 的生长曲线和胞内 GSH 含量,结果见图 1。未添加 H₂O₂ 时,Y518 在前 16 h 快速生长,16~48 h 缓慢生长,48 h 后逐渐下降;而在不同发酵时间添加 H₂O₂ 后 Y518 的细胞干重均呈现出下降的趋势[图 1(a)],表明添加 H₂O₂ 会抑制 Y518 的生长,与陈珊等^[17]的研究结果一致,可能是 H₂O₂ 作为强氧化剂会对酵母细胞产生一定的毒害作用。未添加 H₂O₂ 时,Y518 的胞内 GSH 含量随着发酵时间的延长逐渐增加,在 48 h 达到最高[(12.02 $\pm$ 0.12) mg/g],随后开始下降;而在不同发酵时间添加 H₂O₂ 后,Y518 的胞内 GSH 含量均呈现出先快速增加后缓慢降低的趋势[图 1(b)],相比之下在 24 h 添加 H₂O₂ 后 Y518 的胞内 GSH 含量在 40 h 达到最高[(12.98 $\pm$ 0.24) mg/g],表明在 24 h 添加 H₂O₂ 较为合适。

2.2 H₂O₂ 添加量对 GSH 发酵产量的影响

在发酵 24 h 时分别添加 0.2,0.4,0.6,0.8 mmol/L H₂O₂,并测定发酵周期 64 h 内 Y518 的生长曲线和胞内 GSH 含量,结果见图 2。添加不同浓度 H₂O₂ 后 Y518 的细胞干重均呈现出下降的趋势,添加 0.8 mmol/L H₂O₂ 后 Y518 的细胞干重下降最显著,细胞生长抑制最严重[图 2(a)];而随着 H₂O₂ 浓度的增大,Y518 的胞内 GSH 含量先呈现出逐渐增加的趋势,在添加 0.6 mmol/L 时达到最高[(13.69 $\pm$ 0.28) mg/g],继续增大到 0.8 mmol/L 后 GSH 含量反而有所降低[图 2(b)],可能是过大的 H₂O₂ 浓度对酵母细胞的生长抑制较严重[图 2(a)],减弱了胞内 GSH 的合

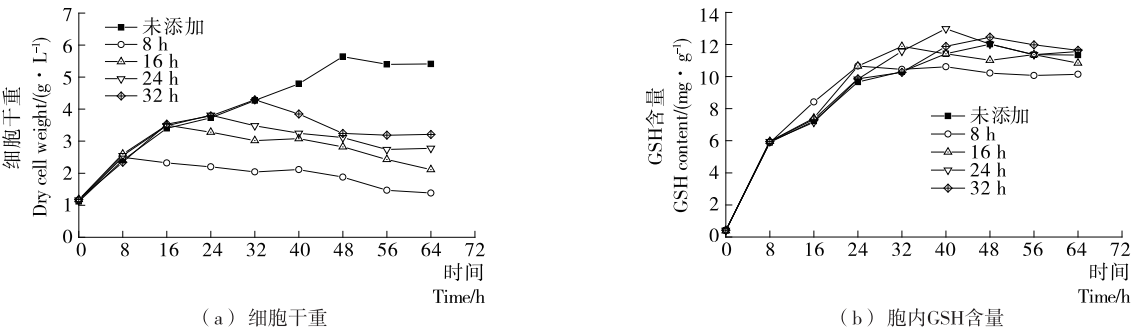


图 1 Y518 在不同 H₂O₂ 添加时间下的细胞干量和胞内 GSH 含量

Figure 1 Dry cell weight and intracellular GSH content of Y518 under different addition time of H₂O₂

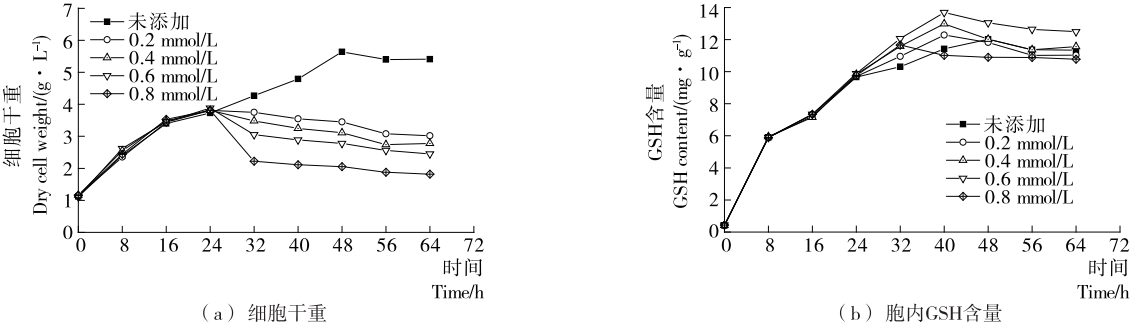


图 2 Y518 在不同 H₂O₂ 添加量下的细胞干量和胞内 GSH 含量

Figure 2 Dry cell weight and intracellular GSH content of Y518 under different addition amount of H₂O₂

成,表明在 24 h 添加 0.6 mmol/L H₂O₂ 较为合适。

2.3 抗氧化酶系的活力

Cu/Zn-SOD 和 CAT 是抗氧化酶系中的 2 种重要的活性酶,能够在细胞遭受氧化胁迫时清除胞内过多的 ROS,维持细胞氧化还原环境的平衡^[18-19]。由图 3 可知,随着发酵时间的延长,未添加 H₂O₂ 时 Y518 的 Cu/Zn-SOD 和 CAT 的活力变化趋势一致,均呈现出先增加后降低的趋势;而在 24 h 添加 0.6 mmol/L H₂O₂ 后 Cu/Zn-SOD 和 CAT 的活力显著高于未添加 H₂O₂ 时的,表明添加 H₂O₂ 对 Y518 的细胞产生了氧化胁迫,使 Cu/Zn-SOD 和 CAT 活力提高。

2.4 GSH 合成酶系的活力

酵母细胞内 GSH 的合成反应是由 GSH 合成酶系分步催化完成的,首先谷氨酸和半胱氨酸在限速酶 GSH I 的催化

下反应生成 γ -谷氨酰半胱氨酸,进一步在 GSH II 的催化下 γ -谷氨酰半胱氨酸和甘氨酸反应生成 GSH^[20-21]。由图 4 可知,随着发酵时间的延长,未添加 H₂O₂ 时 Y518 的 GSH I 和 GSH II 的活力变化趋势一致,均呈现出逐渐降低的趋势;而在 24 h 添加 0.6 mmol/L H₂O₂ 后 GSH I 和 GSH II 的活力显著高于未添加 H₂O₂ 时的,表明添加 H₂O₂ 对 Y518 细胞产生氧化胁迫使 GSH I 和 GSH II 活力提高,促进了 GSH 的合成。

2.5 总 RNA 的质量

对提取的总 RNA 完整性进行鉴定,结果见图 5。电泳图上呈现的 3 条带分别为 28S、18S 和 5S,条带清晰可见没有弥散,表明提取的总 RNA 完整性好,没有降解,符合后续基因相对表达量检测的质量要求。

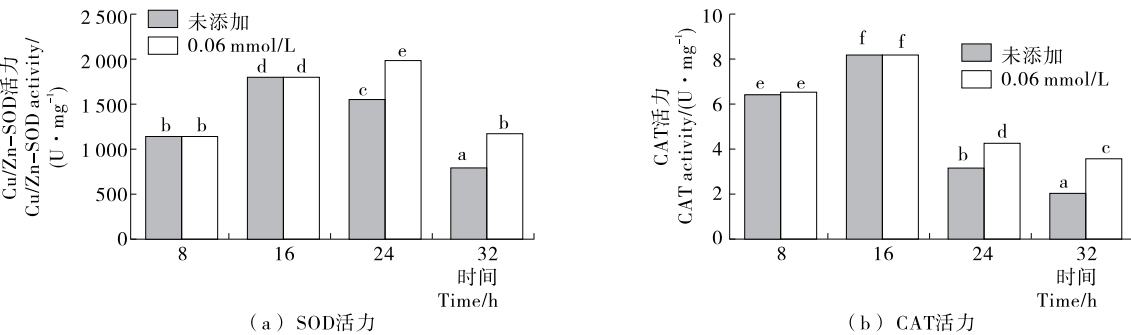


图 3 Y518 未添加和添加 0.6 mmol/L H₂O₂ 的 Cu/Zn-SOD 和 CAT 活力

Figure 3 Cu/Zn-SOD activity and CAT activity of Y518 added without and with 0.6 mmol/L H₂O₂

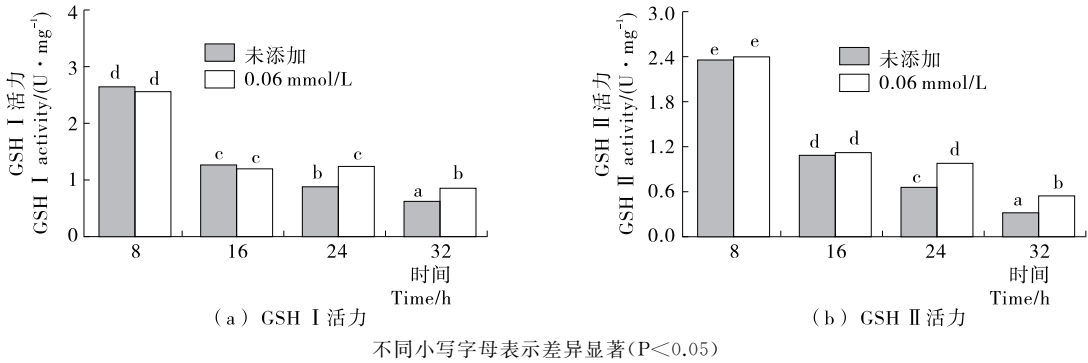


图 4 Y518 未添加和添加 0.6 mmol/L H₂O₂ 的 GSH I 和 GSH II 活力

Figure 4 GSH I activity and GSH II activity of Y518 added without and with 0.6 mmol/L H₂O₂

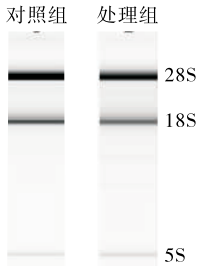


图 5 Y518 未添加和添加 0.6 mmol/L H₂O₂ 的总 RNA 电泳图

Figure 5 RNA electrophoretogram of Y518 added without and with 0.6 mmol/L H₂O₂

2.6 GSH 合成酶系基因和转录调节子基因的相对表达量

基因 *GSH I* 和 *GSH II* 分别编码 GSH I 和 GSH II,其表达受到转录调节子 YAP1 和 SKN7 的联合调控^[22],在存在氧化胁迫的情况下,酵母细胞会激活 YAP1 和 SKN7 的表达上调 *GSH I* 和 *GSH II* 的表达量,进而增强 GSH 的合成^[23],发酵 32 h 时 Y518 的 *GSH I*、*GSH II*、YAP1 和 SKN7 的相对表达量测定结果见表 1。在 24 h 添加 0.6 mmol/L H₂O₂ 后 Y518 的 *GSH I*、*GSH II*、YAP1 和 SKN7 的相对表达量均显著上调(上调倍数≥2),结果表明,添加 H₂O₂ 产生氧化胁迫后激活了转录调节子 YAP1 和 SKN7 调控 *GSH I* 和 *GSH II* 的表达,促进了 Y518 合成 GSH。

表 1 Y518 参与 GSH 合成的差异表达基因

Table 1 Up or down-regulated gene expression of antioxidant activity in Y518 relative to 2-10515

基因	引物序列(5'-3')	编码基因	上调倍数
<i>β-Actin</i>	F:ACCGCTGCTCAATCTTCTTC	内参基因	—
	R:ATGATGGAGTTGTAAGTAGTTTGG		
<i>GSH I</i>	F:AATGCCGCTTCCAGGTCTCT	γ-谷氨酰半胱氨酸合成酶	3.56
	R:GCCAGTTTCGCCTCTTGTCTT		
<i>GSH II</i>	F:CATTAGGGACACAGAGCAGGAAAT	GSH 合成酶	2.68
	R:CTTGAGGCCAGATAATTGAGTGAGT		
YAP1	F:ATAACGACAACGACAACGACAA	转录调节子 1	2.88
	R:GAAGTGGAGGAGTTTGGTGTG		
SKN7	F:CCCGAGGAAAGACAGAGATGTA	转录调节子 2	3.42
	R:CAAAAGAGACCCAGAAGGATTG		

3 结论

以亚硝基胍诱变筛选出的一株高产 GSH 的 *Saccharomyces cerevisiae* 突变株 Y518 为研究对象,通过添加外源 H₂O₂ 研究了外源性氧化胁迫对 Y518 合成 GSH 的影响。研究表明添加 H₂O₂ 会抑制 Y518 的生长,但会促进其合成 GSH; H₂O₂ 的最佳添加时间为 24 h,最佳添加量为 0.6 mmol/L,最佳条件下 Y518 胞内 GSH 含量达 (13.69 ± 0.28) mg/g,比未添加 H₂O₂ 时提高了约 14%;在 24 h 添加 0.6 mmol/L H₂O₂ 会对 Y518 产生外源性氧化胁迫,激活转录调节子 YAP1 和 SKN7,调控 *GSH I* 和 *GSH II* 的表达,进而提高 GSH I 和 GSH II 的活力,促进 Y518 进一步合成 GSH。

参考文献

[1] 陈志颖, 张子健, 焦瑞杰, 等. 利用啤酒废酵母扩培物制备富含谷胱甘肽酵母抽提物[J]. 中国酿造, 2015, 34(11): 61-65.

[2] 姚晨阳, 刘敬, 张启美, 等. 谷胱甘肽在水产养殖中的应用研究进展[J]. 山东科学, 2016, 29(1): 105-109.

[3] 郑丽雪, 谢群凡, 王立梅, 等. 不同 pH 值酿酒酵母分批发酵生产谷胱甘肽数学模型建立[J]. 食品科学, 2013, 34(13): 162-164.

[4] SAFONOVA O A, POPOVA T N, KRYL'SKII E D, et al. Synthesis and estimation of the influence of 2,4-Dimethoxyphenylbiguanide on the glutathione antioxidant system activity in heart and blood serum of rats with experimental rheumatoid arthritis[J]. Pharmaceu-

- tical Chemistry Journal, 2016, 49(11): 749-752.
- [5] KEI H, SATOSHI F, PAWEL B, et al. Glutathione and tryptophan metabolism are required for *Arabidopsis* immunity during the hypersensitive response to hemibiotrophs[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2013, 110(23): 9 585-9 594.
- [6] CAROLE M, CHARLOTTE J, JEAN-FRANÇOIS M, et al. The utilization of sulfur amino acid in the mercapturate pathway to detoxify maximal therapeutic dose of acetaminophen is associated with glutathione and protein homeosteny in adult rats[J]. Faseb Journal, 2013, 27(7): 295-310.
- [7] 刘千, 陈黎, 胡用军, 等. 麦胚谷胱甘肽提取与含量测定方法研究[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(10): 104-108.
- [8] 李鑫. HPLC 法检测酶法合成中还原型/氧化型谷胱甘肽[J]. 广东化工, 2014, 41(5): 158-159.
- [9] 孙姜, 朱益波, 王立梅, 等. 原生质体诱变选育高产 GSH 菌株及基因表达分析[J]. 食品科学, 2013, 34(23): 176-179.
- [10] PENNINCKX M J, JASPERS C J, LEGRAIN M J. The glutathione-dependent glyoxalase pathway in the yeast *Saccharomyces cerevisiae* [J]. Journal of Biological Chemistry, 1983, 258(10): 6 030-6 036.
- [11] 胡林华, 谭天伟. 高产谷胱甘肽酵母菌株的选育和培养条件的初探[J]. 高校化学工程学报, 2005, 19(2): 273-276.
- [12] 郑丽雪, 刘梦滢, 王立梅, 等. 不同发酵时期添加金属离子对酿酒酵母合成谷胱甘肽的影响[J]. 食品研究与开发, 2014, 35(6): 93-95.
- [13] 邵娜, 卫功元, 葛晓光, 等. 紫外线 γ -射线复合诱变筛选 S-腺苷甲硫氨酸和谷胱甘肽联产发酵菌株[J]. 辐射研究与辐射工艺学报, 2010, 28(2): 107-113.
- [14] 王雅楠, 梅艳珍, 郑丽雪, 等. 高产 GSH 酵母突变株 Y518 谷胱甘肽合成酶结构分析[J]. 食品科学, 2009, 30(17): 258-261.
- [15] 王立梅, 任清华, 郑丽雪, 等. 内源性氧化胁迫促进酿酒酵母合成谷胱甘肽的潜在机制分析[J]. 食品科学, 2017, 38(4): 26-31.
- [16] GARRIDO E O, GRANT C M. Role of thioredoxins in the response of *Saccharomyces cerevisiae* to oxidative stress induced by hydroperoxides[J]. Molecular Microbiology, 2002, 43(4): 993-1 003.
- [17] 陈珊, 贺小贤, 潘亚磊. 过氧化氢和混合氨基酸对酿酒酵母发酵谷胱甘肽影响的研究[J]. 食品工业科技, 2008(11): 142-144.
- [18] NEDEVA T S, PETROVA V Y, ZAMFIROVA D R, et al. Cu/Zn superoxide dismutase in yeast mitochondria-a general phenomenon[J]. FEMS Microbiology Letters, 2004, 230(1): 19-25.
- [19] TANAKA T, IZAWA S, INOUE Y. GPX2, encoding a phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase homologue, codes for an atypical 2-Cys peroxiredoxin in *Saccharomyces cerevisiae* [J]. Journal of Biological Chemistry, 2005, 280(51): 42 078-42 087.
- [20] BLAIR I A. Analysis of endogenous glutathione-adducts and their metabolites[J]. Biomedical Chromatography, 2010, 24(1): 29-38.
- [21] GRANT C M, MACIVER F H, DAWES I W. Glutathione is an essential metabolite required for resistance to oxidative stress in the yeast *Saccharomyces cerevisiae* [J]. Current Genetics, 1996, 29(6): 511-515.
- [22] LEE J, GODON C, LAGNIEL G, et al. Yap1 and Skn7 control two specialized oxidative stress response regulons in yeast [J]. Journal of Biological Chemistry, 1999, 274(23): 16 040-16 046.
- [23] BROMBACHER K, FISCHER B B, RÜFENACHT K, et al. The role of Yap1p and Skn7p-mediated oxidative stress response in the defence of *Saccharomyces cerevisiae* against singlet oxygen[J]. Yeast, 2006, 23(10): 741-750.

2018 年征订启事

轻工机械

《轻工机械》杂志 (刊号:CN 33-1180/TH, ISSN 1005-2895), 创刊于 1983 年, 由中国轻工机械协会、中国联合装备集团有限公司与轻工业杭州机电设计研究院联合主办, 是一份在国内有较高影响力、历史悠久的轻工机械领域的专业性科技期刊。以报道轻工机械、自动化技术、机电一体化、工艺设计及其应用为特色。

● 双月刊, 大 16 开, 每册定价 10.00 元, 全年 60.00 元。

● 邮局订阅(代号 32-39), 也可直接向本编辑部邮购(另加邮费 2 元/本)。

● 编辑部地址: 杭州市余杭区高教路 970 号西溪联合科技广场 4 号楼 711

邮编: 311121

● 电话: (0571) 85186130 85187520 E-mail: qgjxzz@126.com

● 网址: www.qgjxzz.com

● 开户银行: 工行杭州建国北路支行

● 户头: 轻工业杭州机电设计研究院 帐号: 1202022209014428297

税号: 913300007236292912

本刊系中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊), 已加入《中国学术期刊(光盘版)》和“中国期刊网”、“万方数据资源系统”、“中文科技期刊数据库”, 并被《中国学术期刊文摘》、英国《科学文摘》(SA, INSPEC)、美国化学文摘(CA)、美国剑桥科学文摘(CSA)、美国乌利希期刊指南(Ulrich)等收录

欢迎订阅 ● 欢迎刊登广告 ● 欢迎赐稿

中文核心期刊

《食品科技》杂志社

1975年创刊
邮发代号: 2-681
ISSN 1005-9989
CN 11-3511/TS

进一步拓宽办刊思路, 着力展示食品领域的技术创新、管理创新和产品创新活动, 做好创新主体之间的交流与沟通, 促进科技成果转化和服务平台。拓展服务方式, 与广大读者形成更广泛的互动, 恭请关心《食品科技》的业界同仁一如既往地支持。

◇《中国知网》全文收录
◇《中国学术期刊(光盘版)》全文收录
◇美国化学文摘(CA)收录期刊
◇美国食品科学技术文摘(FSTA)收录期刊
◇法国科技新闻处(FSTP)特约供稿
◇荣获中国北方优秀期刊奖
◇荣获第二届北方优秀期刊奖
◇荣获2008年度北京市新闻出版(版权)创意成果奖
◇荣获首届《CAJ-CD规范》执行优秀奖期刊奖

全年12期 25元/期
邮发代号: 2-681

欢迎订阅 发布广告

联系电话: 67913893 83557685

Http://www.e-foodtech.net
E-mail: shipinkj@vip.163.com
blog.sina.com.cn/shipinkj
邮编: 100053 微信号: shipinkj
地址: 北京市西城区广安门内大街316号京粮古船大厦522室