

自然发酵豆豉曲中产 AMP 脱氨酶菌株的筛选及其产酶条件研究

饶胜其¹, 曾化伟², 方维明^{1*}

(1. 扬州大学食品科学与工程学院, 江苏扬州 225127; 2. 江苏安惠生物科技有限公司, 江苏南通 226009)

摘要 [目的] 筛选能高产 AMP 脱氨酶的野生菌株, 并对该菌株进行菌种鉴定和发酵条件优化。[方法] 通过大豆的自然发酵制备豆豉曲, 并分别以 PDA、MRS 和 YPD 3 种培养基进行豆豉曲中微生物的分离纯化, 将获得的分离菌株进行液体发酵培养, 并检测发酵液的 AMP 脱氨酶活力。[结果] 试验通过 3 种培养基分离纯化, 获得纯种菌株 51 株。通过进一步的摇瓶发酵培养, 检测到具有 AMP 脱氨酶活性的菌株为 16 株, 选取活性最高的 DCP-23 菌株进行菌落形态和菌丝形态分析, 初步鉴定该菌株为青霉菌属。通过摇瓶发酵条件优化, 确定该菌株产酶的适宜发酵条件为: 培养基初始 pH 为 6.0, 接种量为 6%, 30 ℃ 发酵 60 h。在上述发酵条件下, 发酵液中的 AMP 脱氨酶可达到 293.7 U/ml。[结论] 试验获取了 1 株能产较高活性 AMP 脱氨酶的野生青霉菌菌株 DCP-23, 可为高产 AMP 脱氨酶的菌株研究提供参考。

关键词 AMP 脱氨酶; 自然发酵; 豆豉曲; 菌株筛选

中图分类号 S609.9 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)27-09532-05

Study on Screening and Incubation Condition of AMP Deaminase-Producing Strains in Douchiqu from Soybean's Natural Fermentation
RAO Sheng-qi¹, ZENG Hua-wei², FANG Wei-ming^{1*} (1. School of Food Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225127; 2. Jiangsu Alphay Bio-Technology Co. Ltd., Nantong, Jiangsu 226009)

Abstract [Objective] To screen out wild strains for producing AMP deaminase, the strain identification and fermentation conditions optimization were conducted. [Method] Through natural fermentation of soybean to prepare Douchiqu, three culture mediums PDA, MRS and YPD were used to conduct separation and purification of microorganism in Douchiqu. The liquid fermentation culture was conducted on the obtained isolated strains, and the AMP deaminase activity was detected. [Result] The strains from Douchiqu were purified respectively with PDA, MRS and YPD medium, and then 51 pure strains in total were obtained. Through further fermentation culture with shake flask, 16 strains among them with AMP deaminase activities were detected. The colony morphology and mycelium morphology analysis of DCP-23 with the highest activity were conducted, and this strain was preliminary identified as penicillium. Through optimization of fermentation condition, the suitable condition for enzyme production was as followed: initial pH value of 6.0, inoculation amount of 6%, fermentation of 60 h at 30 ℃. Under the above conditions, the AMP deaminase activity in the fermentation broth could reach 293.7 U/ml. [Conclusion] DCP-23 was obtained, which can provide reference for study on strains producing high yield of AMP deaminase.

Key words AMP deaminase; Natural fermentation; Douchiqu; Strain screening

腺苷酸脱氨酶(AMP deaminase, EC 3.5.4.6)是氨基水解脱酶的一种,它能够定量脱去腺苷酸嘌呤碱基上的氨基,生成肌苷酸 IMP 和 NH₃^[1]。AMP 脱氨酶是构成嘌呤核苷酸代谢循环的 3 种主要酶类之一,它对维持体内腺苷酸能荷和机体免疫力有重要作用^[2-3]。AMP 脱氨酶最大用途是酶解腺苷酸生成 IMP 用于生产强力味精,它还是核酸酶解法生产呈味核苷酸的重要酶类之一。此外,AMP 脱氨酶还可用于生产细胞的 H⁺ 缓冲剂^[4-5]。目前,AMP 脱氨酶主要采用动物组织抽提法和微生物发酵法进行制备。直接提取法生产成本较高,不适合于工业化大生产,但可用于科研^[6-7]。现在工业生产中使用的酶大都由酵母、青霉、曲霉及毛霉等微生物发酵制备,国内已有通过微生物发酵产 AMP 脱氨酶的报道^[5,8-10]。采用微生物发酵法生产 AMP 脱氨酶,操作简便,易于工业放大,生产成本低,可作为 AMP 脱氨酶生产的主要途径。但是,目前用于制备 AMP 脱氨酶的菌株资源有限,因此非常有必要从自然界筛选能高产 AMP 脱氨酶的野生菌株及其基因资源。

豆豉,是我国传统发酵食品,在制曲过程中,豆豉曲表面会集聚丰富的微生物,有乳酸菌、酵母菌和霉菌^[11-12]。笔者

依据自然发酵豆豉曲中富集的主要微生物,采用 3 种固体培养基(YPD、PDA、MRS)对豆豉曲中的野生菌株进行分离纯化,将获得的分离菌株进行液体发酵培养,并检测发酵液的 AMP 脱氨酶活力,以筛选能高产 AMP 脱氨酶的野生菌株,并对该菌株进行菌种鉴定和发酵条件优化。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 菌株与培养基。试验菌株均从自然发酵豆豉曲中筛选得到。PDA 液体培养基:葡萄糖 20 g,马铃薯 200 g,琼脂 20 g,蒸馏水 1 000 ml,121 ℃ 灭菌 20 min。MRS 液体培养基:牛肉膏 10 g,蛋白胨 10 g,酵母浸膏 5 g, K₂HPO₄ 2 g,柠檬酸氢二铵 2 g,乙酸钠 5 g,吐温-80 1 ml, MgSO₄ · 7H₂O 0.58 g, MnSO₄ 0.25 g,葡萄糖 20 g,蒸馏水 1 000 ml,调节 pH 至 6.2 ~ 6.4,121 ℃ 灭菌 20 min。YPD 液体培养基:蛋白胨 20 g,酵母浸膏 10 g,葡萄糖 20 g,蒸馏水 1 000 ml,调节 pH 至 5.0 ~ 5.5,121 ℃ 灭菌 20 min。PDA 固体培养基、MRS 固体培养基和 YPD 固体培养基均为在各自液体培养基配方基础上各加 20 g 琼脂而制成。

1.1.2 主要试剂与设备。主要试剂:除腺苷酸 AMP 为 sigma 公司外,其余试剂均为国产分析纯。主要仪器:DH2-C 大容量恒温振荡器,江苏太仓市实验设备厂;UV-7504 紫外可见分光光度计,上海欣茂仪器有限公司;pico17 微量台式离心机,美国 Thermo 公司;5804R 高速冷冻离心机,德国 Eppen-

基金项目 江苏省高校自然科学研究面上项目(12KJD550007);江苏高校优势学科建设工程资助项目。

作者简介 饶胜其(1981-),男,湖北鄂州人,讲师,博士,从事食品生物技术研究。*通讯作者,教授,博士,从事农产品深加工及生物技术研究。

收稿日期 2014-08-14

dorf 公司;SX-500 高压蒸汽灭菌锅,日本 TOMMY 公司;DGX 9053B-2 生化培养箱,上海福玛试验设备有限公司;ZHJH C1209B 垂直流超净工作台,上海智诚分析仪器制造有限公司。

1.2 方法

1.2.1 自然发酵豆豉曲的制备。将 500 g 黄豆经过清洗、沥干、蒸煮、冷却和自然接种后,于室温(约 25 ~ 30 °C)自然发酵,48 h 后进行翻曲,放置 5 d 左右即可得到菌丝密度的豆曲,此时的豆豉曲即可用于筛选菌株。

1.2.2 产 AMP 脱氨酶菌株的筛选。

1.2.2.1 菌样获取。从豆豉曲上选取微生物菌落特征差别较大的多个点,分别称取样品 2 g 加入装有 90 ml 无菌水和玻璃珠的三角瓶中,室温振荡 30 min 使样品充分打散,静置获得样品悬液。

1.2.2.2 菌株分离。样品悬液梯度稀释后均匀涂布于初筛平板 YPD、PDA 和 MRS 上,30 °C 恒温培养 48 h 后,选择涂布浓度适宜的平板,以菌落生长分开,形态完整为宜,从平板中挑取生长单独的菌落分别进行划线,培养,重复划线培养操作至少 3 次。对于 YPD 平板上的特征菌株,也可以针对性地用 PDA 和 MRS 平板进行选择划线分离,其他平板类似。最终从各自筛选平板上得到纯种的菌株。

1.2.2.3 摇瓶培养。将 YPD、PDA 和 MRS 平板上分离得到的纯种菌株分别采用相应液体培养基进行摇瓶培养,250 ml 三角瓶装液 50 ml。将 MRS 平板上分离得到的纯种菌株进行活化后,按体积分数 2% 接种于新鲜 MRS 液体培养基中,37 °C 恒温培养 50 h;将 YPD 平板上分离得到的纯种菌株进行活化后,按体积分数 2% 接种于 YPD 液体培养基中,30 °C、180 r/min 振荡培养 72 h;将 PDA 平板上筛选得到的菌株接种于 PDA 斜面培养基,待孢子形成后,用无菌水制备菌种孢子悬液($10^6 \sim 10^7$ 个/ml)。取 2 ml 孢子悬液转接到 PDA 液体培养基中,30 °C、180 r/min 摇床振荡培养 72 h。

1.2.2.4 酶样制备及酶活测定。摇瓶发酵结束后,将培养液以 8 000 r/min 离心 20 min,取上清液,即为酶样。酶活参照刘军昌等的方法进行测定^[13]。具体步骤如下:移取 3 ml 反应底物(3.5×10^{-2} g/L)于 37 °C 保温 5 min,加入稀释后的酶样 0.1 ml,反应 15 min 后加入 3 ml 10% 的高氯酸溶液终止反应。对照样品方法同上,反应底物保温后,先后加入 3 ml 10% 的高氯酸溶液和 0.1 ml 的酶样。反应结束后,在波长 265 nm 处,用石英比色皿,以水为参比测量吸光度。酶活定义:在上述条件下 1 min 吸光值改变 0.001,定义为 1 个酶的活力单位(U)。

1.2.3 霉菌菌种鉴定。

1.2.3.1 菌落形态观察。将分离纯化后的 DCP-23,接种于 PDA 培养基培养,以观察其菌落形态。具体步骤为:在倒好培养基平皿中,用接种针从斜面挑取少许孢子在培养皿中按三角顶点位置三点式接种。PDA 培养基平皿在 30 °C 下培养 3 ~ 5 d。形成巨大菌落后进行特征观察并记录。

1.2.3.2 菌丝形态观察。于清洁的载玻片上,分别加乳酸

石炭酸棉蓝染色液和灭菌生理盐水,用牙签从培养基平皿菌落边缘挑取少量孢子的菌丝或直接取少许发酵培养液置于上述液体中,然后小心盖上盖玻片,以防止产生气泡。用火柴棒轻轻敲击盖玻片表面使菌落分散,然后置于显微镜观察菌丝,于放大倍数 7 000 倍数下观察菌丝产孢结构和分生孢子的细微结构。

1.2.4 发酵条件对 DCP-23 产酶的影响。用无菌水制备孢子悬浮液,血球计数,控制孢子浓度为 1.0×10^8 个/ml。分别考察发酵温度、发酵时间、接种量和培养基初始 pH 对产酶的影响。

1.2.4.1 发酵温度对 DCP-23 产酶的影响。调节培养基初始 pH 为 7.0,接种量为 3%,分别在 24、26、28、30、32、35 °C 的温度下,180 r/min,振荡培养 72 h,依据“1.2.2”测定培养液上清的酶活力。

1.2.4.2 发酵时间对 DCP-23 产酶的影响。调节培养基初始 pH 为 7.0,接种量为 3%,30 °C,180 r/min,分别培养 12、24、36、48、60、72、84 和 96 h,依据“1.2.2”测定培养液上清的酶活力。

1.2.4.3 接种量对 DCP-23 产酶的影响。调节培养基初始 pH 为 7.0,接种量分别为 3%、6%、9%、12% 和 15%,30 °C 温度下,180 r/min,振荡培养 60 h,依据“1.2.2”测定培养液上清的酶活力。

1.2.4.4 培养基初始 pH 对 DCP-23 产酶的影响。分别调节培养基初始 pH 为 4.0、5.0、6.0、7.0、8.0 和 9.0,在接种量 6%,30 °C,180 r/min,培养 60 h,依据“1.2.2”测量培养液上清的酶活力。

2 结果与分析

2.1 豆豉曲菌株的分离纯化 如图 1 所示,经过为期 5 d 的自然发酵,黄豆表面生长的微生物已十分旺盛,在不同位置长有菌落形态特征各异的菌株,有红色、紫色、白色、青黑色等颜色,且有的菌落较为光滑紧致,有的菌落呈絮状或发散状,各不相同。选取具有明显菌落特征的 8 个取样点进行取样,见图 1b 中的 A ~ H 点。

逐一挑取 PDA、MRS 和 YPD 平板上的特征菌落(图 2),经过连续划线分离和培养,共计得到单一菌株 51 株,分别从 PDA、MRS 和 YPD 平板上各得到 25 株、9 株和 17 株。PDA 平板分离株依次编号为 DCP-01 ~ DCP-25, MRS 平板分离株依次编号为 DCM-01 ~ DCM-09, YPD 平板分离株依次编号为 DCY-01 ~ DCY-17。

2.2 产 AMP 脱氨酶菌株的筛选 将 PDA、MRS 和 YPD 平板上分离得到的纯种菌株分别采用相应的液体培养基按照“1.2.2”的条件进行发酵培养,发酵终止后,收集培养液上清,进行 AMP 脱氨酶酶活测定。试验结果如表 1 所示,具有 AMP 脱氨酶酶活的菌株共计 16 株,多数为 PDA 平板分离株和 YPD 平板分离株,其中编号为 DCP-23 的菌株酶活最高,达到 293.7 U/ml。初步确定 DCP-23 为此批次试验的 AMP 脱氨酶最高产菌株,故选取 DCP-23 进行下一步的菌种鉴定及适宜发酵条件考察。

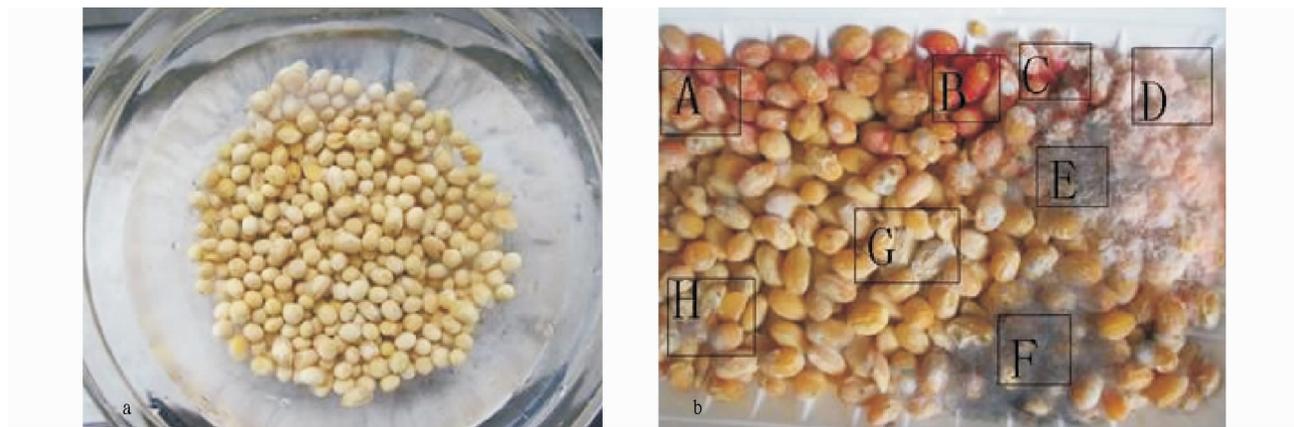


图1 黄豆(a)及其自然发酵形成的豆豉曲(b)



图2 PDA平板(a)、MRS平板(b)和YPD平板(c)上的特征菌落

表1 具有AMP脱氨酶活性的菌株

菌株编号	酶活//U/ml	菌株编号	酶活//U/ml
DCP-03	105.1	DCY-03	111.8
DCP-09	130.7	DCY-07	149.3
DCP-11	14.2	DCY-12	21.3
DCP-13	17.8	DCY-14	136.2
DCP-15	186.7	DCY-15	106.7
DCP-21	30.2	DCY-16	237.4
DCP-23	293.7	DCM-01	23.1
DCY-02	156.4	DCM-06	77.3

2.3 菌种鉴定结果 图3a为DCP-23的PDA培养基三点式培养菌落图,图3b为图3a右上角菌落的放大图。DCP-23的菌落形态为:青绿色絮状,菌落中间有突起,边缘呈白色,有同心圆,反面浅黄色。图4a为DCP-23在PDA固体培养基上培养2 d后,加生理盐水放大7 000倍直接观察得到的菌丝形态。图4b为DCP-23在液体培养基中培养2 d后,加乳酸石炭酸棉蓝染色液和灭菌生理盐水观察得到的菌丝形态。如图4a和图4b所示,分生孢子梗有横隔,顶端不形成膨大的顶囊,其分生孢子梗经过多次分枝,产生几轮对称或不对称的小梗,形如扫帚。综合图3和图4的结果,初步鉴定DCP-23为子囊菌纲,青霉。

2.4 发酵条件对产酶的影响

2.4.1 发酵温度对产酶的影响。按照“1.2.4”的发酵条件考察发酵温度对DCP-23产AMP脱氨酶的影响。由图5可知,当发酵温度处在24~30℃范围时,随着温度的上升DCP-

23发酵液的AMP脱氨酶活力呈快速上升的趋势,在30℃时,酶活达到最高,此时的AMP脱氨酶活力为268.4 U/ml。随着温度的继续上升,DCP-23发酵液的AMP脱氨酶活力快速下降。因此,DCP-23的适宜发酵温度为30℃。

2.4.2 发酵时间对产酶的影响。按照“1.2.4”的发酵条件考察发酵时间对DCP-23产AMP脱氨酶的影响。由图6可知,在24~60 h内,随着发酵时间的延长,DCP-23发酵液的酶活力逐渐提高,在发酵60 h时其酶活力达到最高,为278.2 U/ml,继续延长发酵时间,其酶活力逐渐降低。因此,DCP-23的适宜发酵时间为60 h。

2.4.3 接种量对产酶的影响。按照“1.2.4”的发酵条件考察接种量对DCP-23产AMP脱氨酶的影响。由图7可知,随着接种量的增加,DCP-23发酵液的酶活力呈先缓慢上升后缓慢下降的趋势,当接种量为6%时,其酶活力达到最高,为284.7 U/ml。因此,DCP-23发酵产酶的适接种量为6%。

2.4.4 培养基初始pH对产酶的影响。按照“1.2.4”的发酵条件考察培养基初始pH对DCP-23产AMP脱氨酶的影响。由图8可知,当pH为4.0~6.0时,DCP-23发酵液酶活力随pH的增加而增加,pH 6.0时酶活达到最高,为293.7 U/ml,当pH高于6.0时,酶活力随pH的增加而下降,但pH 7.0时的酶活力与pH 6.0时相差不大,说明该菌株适宜产酶条件为中性及偏酸性环境。因此,DCP-23发酵产酶的适宜培养基初始pH条件为6.0。

3 结论

通过自然发酵豆豉曲的制作、豆豉曲微生物的分离纯

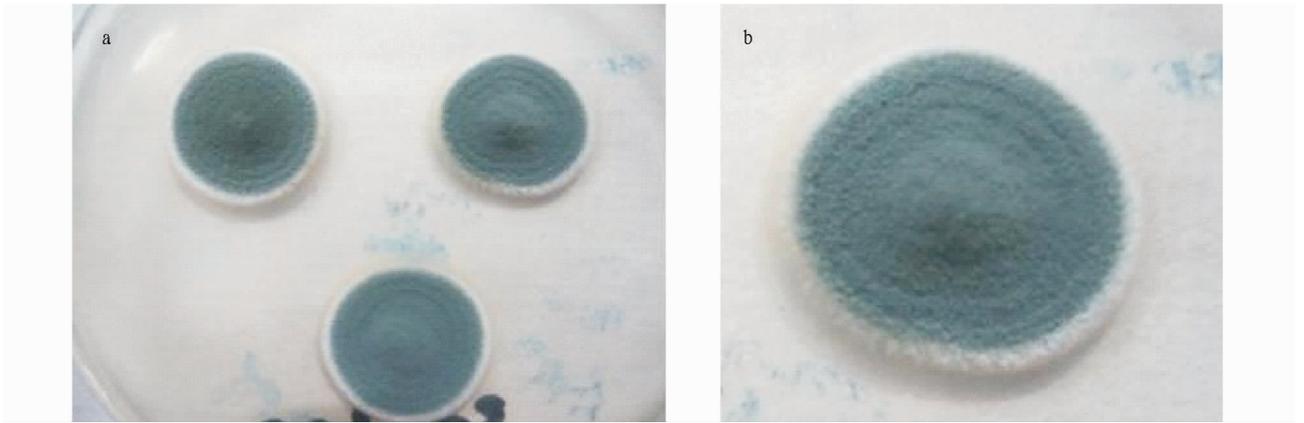


图3 DCP-23 的菌落形态

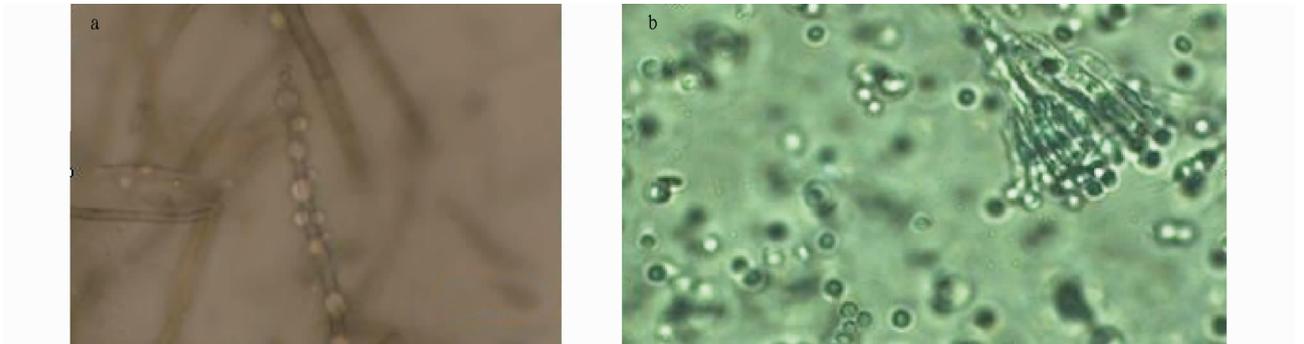


图4 DCP-23 的菌丝形态

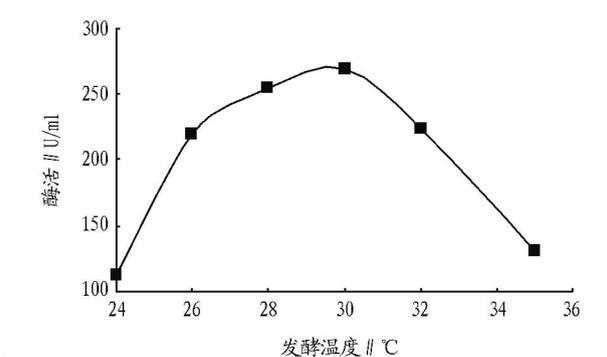


图5 发酵温度对产酶的影响

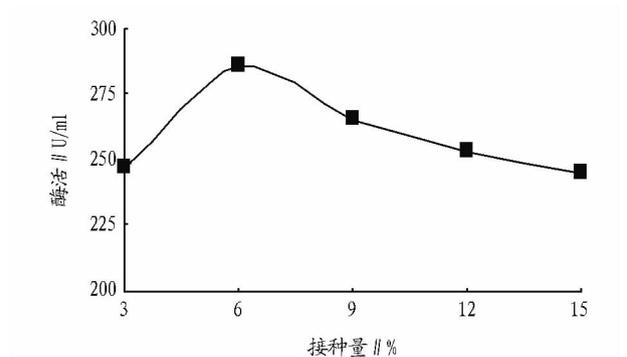


图7 接种量对产酶的影响

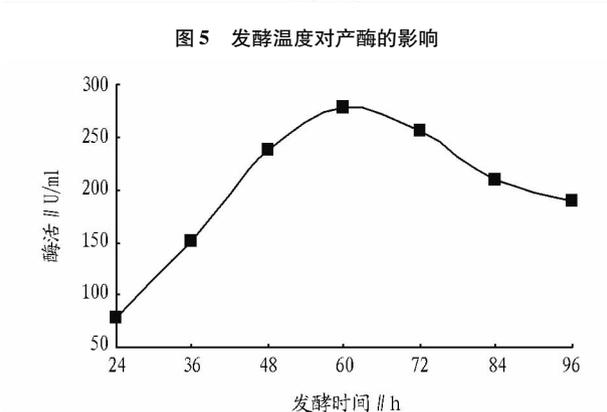


图6 发酵时间对产酶的影响

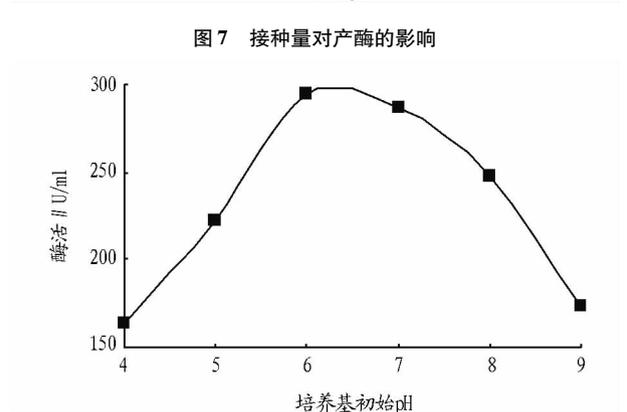


图8 培养基初始 pH 对产酶的影响

化、AMP 脱氨酶酶活检测、高产脱氨酶菌株的鉴定及其发酵条件优化,该研究获取了 1 株能产较高活性 AMP 脱氨酶的野生青霉菌株 DCP-23,其适宜发酵条件为:培养基初始 pH 6.0,接种量 6%,30 °C 发酵 60 h。该条件下 DCP-23 发酵液

的酶活力达到 293.7 U/ml。该菌株产酶的发酵培养基有待进一步的优化,其所产 AMP 脱氨酶的酶基因也有待进一步的挖掘。

参考文献

- [1] MERKLER D J, WALI A S. AMP deaminase from yeast [J]. *Journal of Biological Chemistry*, 1989, 35: 21422 - 21430.
- [2] CHAPMAN A G, ATKINSO D E. Stabilization of adenylate energy charge by the adenylate deaminase reaction [J]. *Journal of Biological Chemistry*, 1973, 23: 8309 - 8312.
- [3] MARQUETANT R, SABINA R L, HOLMES E W. Identification of a non-catalytic domain in AMP deaminase that influences binding to myosin [J]. *Biochemistry*, 1989, 28: 8744 - 8749.
- [4] YOSHIMUNE K, KUGIMIYA K, MORIGUCHI M. Purification and characterization of a flavour-enhancing enzyme, thermostable adenosine-phosphate deaminase, from thermophilic *Aspergillus fumigatus* No 4 [J]. *Annals of Microbiology*, 2005, 55(4): 267 - 272.
- [5] 刘军昌, 段作营, 沈梅生, 等. 固态发酵生产腺苷酸脱氨酶[J]. *工业微生物*, 2002, 32(1): 36 - 42.
- [6] 叶炜, 田吕明, 姚鹃, 等. AMP 脱氨酶的生化性质研究[J]. *食品工业与*

- 科技*, 2012, 33(1): 164 - 179.
- [7] 朱明, 刘国庆, 连英琪, 等. 猪肉中 AMP 脱氨酶的分离纯化及其特性研究[J]. *食品工业与科技*, 2013, 34(12): 200 - 219.
- [8] 普为民, 丁骅孙, 陶元器. 5'-腺苷酸脱氨酶产生菌选育及发酵生态学研究[J]. *云南大学学报: 自然科学版*, 1994, 16(2): 184 - 188.
- [9] 段作营, 刘军昌, 毛忠贵. 米曲霉腺苷酸脱氨酶的产酶条件[J]. *无锡轻工大学学报*, 2002, 21(5): 472 - 476.
- [10] 叶炜, 田吕明, 赵劫, 等. 响应面法优化米曲霉产 AMP 脱氨酶的培养基[J]. *食品科技*, 2012, 37(5): 16 - 20.
- [11] 钱家亮, 俊梅, 维颖. 豆豉天然制曲过程的动态研究[J]. *食品发酵工业*, 2008, 34(2): 58 - 60.
- [12] 张建华, 李辉, 李里特. 曲霉型豆豉曲中微生物分布[J]. *中国调味品*, 2006, 9(9): 16 - 20.
- [13] 刘军昌, 段作营, 毛忠贵. AMP 脱氨酶活性测定的一种改进方法[J]. *食品与发酵工业*, 2001, 27(7): 30 - 33.

(上接第 9521 页)

关注, 占了总样本的 86.75%, 仅有 5.5% 的居民不关注, 这与王俊秀的研究结果相似^[3]。表 6 中可知, 居民在选购食品时最关注的是食品的安全性, 这在一定的程度上表明居民从“价格优先”向“质量优先”的转变^[8]。从不同特征的被调查者对畜禽水产品食品安全的关注情况分析出, 不同年龄的人对畜禽水产品食品安全的关注程度是不同的 ($P < 0.05$), 其中 18 ~ 55 岁的居民对食品安全的关注度最高, 18 岁以下的最低, 由此也可以看出, 年龄的差异会影响其对食品安全的关注。而不同性别、不同职业的居民对畜禽水产品食品安全的关注程度没有明显的差异, 但这不能认定性别、年龄对其无明显影响, 还需做进一步的调查。辛歆在对食品安全问题的政府监管研究中指出, 不到 3 成人群对监管工作感到满意, 亟需政府部门寻求有效的应对之策, 增强公众的食品安全信心水平^[9]。笔者进行的该课题在对居民的维权意识调查中发现, 只有 14.75% 的人选择投诉举报, 有 46.00% 的人认为出现不安全食品的原因是监管部门工作不到位。可见, 在居民心中, 最好的解决方法就是相关部门需采取有效的措施。

3.2 碧江区居民对畜禽水产品食品安全的满意度 满意度调查是为了了解人们在主观意识与客观事实的结合下, 对食品方面的需求或预期的满足程度, 反映出碧江区在这个方面出现的问题如何, 通过问题的呈现制定解决方案并实施^[10]。在魏洁等对“杭州市居民食品安全满意度现状及影响因素分析”的报告中, 不同年龄、职业的居民对食品安全满意程度不同, 且具有统计学意义^[11]。而笔者进行的该课题的调查中只能表明职业的不同对食品安全满意度有影响, 调查结果不全面, 未能很好地达到研究的目的, 需要进一步改善。从表 4 中可以发现, 碧江区居民对当前的食品安全现状有诸多的不满, 居民对食品安全满意度不够理想, 仅有 1.5% 的人非常满意, 其他的 98.5% 都是对食品市场存在怀疑与担忧的。从调查走访中发现, 居民并不常购买到有问题的畜禽水产品食品, 但距离居民的期望还很远, 偶尔购买的问题食品也会影响居民的健康生活。

4 建议

通过调查与分析, 结果发现碧江区居民对食品安全的满

意度并不高, 为了增强公众的食品安全信心水平, 建议采取以下几个措施:

第一, 相关部门要引起重视。首先要制定合理完善的管理制度, 不能让不法分子钻了漏洞; 其次, 安排足够的人手定期对市场进行监督检验, 及时处理不安全食品; 最后, 应对不法生产者和经营者严厉打击, 尽可能减少不安全食品流入市场。总之, 务必保证畜禽水产品食品从生产到消费的每一个环节都是安全无害的。

第二, 开展食品安全教育宣传工作。利用互联网、电视、广播、报纸, 将食品安全常识和法律知识向居民传播, 必要时还应阶段性地对消费者进行食品安全教育, 不仅要提高居民的认知水平和维权意识, 而且要倡导生产者、经营者诚信、自律, 不生产和销售不安全食品, 保障居民的食用安全。

第三, 政府和市民一起行动, 构建安全、健康的食品市场。仅仅依靠执法部门对食品市场进行管理是不够的, 居民应当抵制有害食品, 要与相关部门一起监督、打击不法生产者和销售者, 保证市场上流动的食品安全性。倘若居民购买到的不安全食品越来越少, 那么居民对食品也就越来越放心, 满意度也会随之增高, 幸福感也会增强。

参考文献

- [1] 汤金宝. 食品安全管制中公众参与现状的调查分析[J]. *江苏科技信息*, 2011(4): 29 - 30.
- [2] 成黎, 马芝菲, 高扬, 等. 城市居民对食品安全态度调查初探[J]. *食品安全导刊*, 2011(4): 78 - 80.
- [3] 王俊秀. 中国居民食品安全满意度调查[J]. *江苏社会科学*, 2012(5): 66 - 75.
- [4] 冯成志, 贾凤芹. 社会科学统计软件 SPSS 教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.
- [5] 蒋凌琳. 公众视角的浙江省食品安全监管研究[D]. 杭州: 杭州师范大学, 2012.
- [6] 辛邦颖. SPSS 软件在多元统计分析中的作用[J]. *学园(教育科研)*, 2012(21): 93.
- [7] 秦利. 基于制度安排的中国食品安全治理研究[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [8] 李增智, 花日茂. 食品安全的理论与实践安徽食品安全博士论坛[M]. 合肥: 合肥工业大学出版社, 2005.
- [9] 辛歆. 食品安全问题的政府监管研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2006.
- [10] 黄华恩, 徐文林, 陈小清, 等. 湖北省食品安全公众满意度调查评价报告[J]. *中国食品药品监管*, 2008(3): 26 - 27.
- [11] 魏洁, 李宇阳. 杭州市居民食品安全满意度现状及影响因素分析[J]. *中国卫生政策研究*, 2012(6): 65 - 69.