

李 翠,刘佳佳,徐 唱,等. 不同类型音乐对奶牛神经递质及血液激素水平的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(12):117-120.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.12.031

# 不同类型音乐对奶牛神经递质及血液激素水平的影响

李 翠<sup>1</sup>, 刘佳佳<sup>1</sup>, 徐 唱<sup>1</sup>, 王成成<sup>2</sup>, 余 雄<sup>3</sup>

(1. 新疆农业大学动物科学学院, 乌鲁木齐 830052;

2. 新疆伊犁新生源公司巴彦岱牛场, 新疆伊宁 835000; 3. 新疆肉乳用草食动物营养实验室, 乌鲁木齐 830052)

**摘要:**2016 年 6 月 1 日至 2016 年 8 月 20 日, 在新疆伊犁新生源公司巴彦岱牛场为了研究哈萨克族音乐、贝多芬《田园交响曲》、维吾尔族音乐对奶牛神经递质及血液激素水平的影响。试验选取年龄、胎次、产奶量接近、饲养管理水平完全相同的荷斯坦泌乳奶牛 80 头, 随机分成 4 组, 每组 20 头。试验组每日各播放哈萨克族音乐(《玛依拉》等 10 首)、贝多芬《田园交响曲》、维吾尔族音乐(《花园》等 10 首), 对照组常规饲喂, 无音乐播放。结果表明, 哈萨克族音乐对奶牛的血液神经递质水平无显著影响。贝多芬《田园交响曲》可提高 SS(生长抑素)的含量。维吾尔族音乐可提高 SS(生长抑素)的含量, 降低甘氨酸(Gly)、神经肽 Y(NPY)、P 物质(SP)的含量。提示生产实践中应避免选用维吾尔族音乐作为奶牛生产生活的环境音乐。

**关键词:**奶牛; 贝多芬《田园交响曲》; 维吾尔族音乐; 神经递质

**中图分类号:** S823.9<sup>+</sup>11 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)12-0117-03

音乐通过听觉器官产生信号, 直接作用于动物的大脑边缘系统、脑干网状结构等, 调节大脑皮质神经的兴奋性, 以活跃、改善情绪状态, 从而协调机体的生理活动。同时作用于神经中枢, 改善机体内分泌的调控, 减缓疲劳与紧张、降低焦虑情绪等一系列作用, 从而改变机体的情绪体验和机能状态<sup>[1-2]</sup>。检索发现, 有关不同类型音乐对奶牛泌乳性能影响的深层次、学术性研究报道很少见。本试验拟探讨哈萨克族音乐、贝多芬《田园交响曲》、维吾尔族音乐对奶牛神经递质及血液激素水平的作用效果, 旨在了解其对产奶量的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

本试验于 2016 年 6 月 1 日至 2016 年 8 月 20 日在新疆伊犁新生源公司巴彦岱牛场进行。试验选用年龄 4~6 岁、胎次为 2~3 胎、产奶量接近、饲养管理方式一致、健康状况较好的荷斯坦泌乳奶牛 80 头, 随机分为 4 组, 每组 20 头。预试期为 10 d。试验组与对照组奶牛分别置于 4 个牛舍内饲喂, 且牛舍之间都相距 200 m 以上, 隔音效果良好。试验组牛舍内墙壁与运动场墙壁每隔 3 m 安装 1 个小喇叭, 牛舍内与运动场的音量均衡。试验前先测定各组奶牛生长环境的背景分贝数, 并将背景音量控制在 65~75 分贝内。预试验开始在试验组牛舍中用益生音响循环播放选定的音乐曲目, 每天挤奶前

2 h 播放音乐, 即 4:30—6:30、12:30—14:30、18:30—20:30, 每次播放 2 h, 播放结束后挤奶。音乐为哈萨克族音乐(A 组, 曲目包括《玛依拉》《黑走马》《故乡》《燕子》《都达尔和玛丽亚》《哈尔滨》《红花》《美丽的姑娘》《我的花儿》《嘎哦丽泰》等 10 首)、贝多芬《田园交响曲》(B 组)、维吾尔族音乐(C 组, 曲目包括《花园》《阿拉木汗》《阿瓦尔古丽》《牡丹汗》《莱丽古丽》《马车夫之歌》《依拉拉》《黑眼睛》《百灵鸟》《黑力其汗》等 10 首)。对照组与试验组饲养管理一致, 但无音乐播放。

### 1.2 日粮与饲喂

试验组和对照组日粮参考 NRC(2001 年)配制, 日粮组成及营养水平见表 1。

表 1 日粮组成及营养水平

原料	含量 (%)	营养成分	含量 (%)
精料补充料	46.00	粗脂肪	5.23
青贮玉米	29.00	粗蛋白质	16.94
苜蓿草	20.40	中性洗涤纤维	40.36
棉籽粕	3.60	酸性洗涤纤维	23.16
食盐	0.50	钙	1.26
小苏打	0.50	磷	0.65

### 1.3 样品采集与指标测定

奶样: 试验 0、20、40、60 d 分别测定每组试验奶牛日产奶量并采集奶样, 置于 4℃ 冰箱保存, 送至新疆农业大学动物营养实验室。采用乳成分分析仪和体细胞分析仪分别检测乳成分和体细胞数。

血样: 试验 0、20、40、60 d 尾静脉采血 10 mL, 常温促凝, 4℃ 平衡 30 min 后, 以 3 500 r/min 离心 15 min 取上清, 1.5 mL 离心管分装, -20℃ 保存备用。血样由北京华英生物技术研究所检测, 测定指标为: 甘氨酸(Gly)、神经肽 Y(NPY)、生长抑素(SS)、P 物质(SP)、5-羟色胺(5-HT)、促

收稿日期: 2016-12-02

基金项目: 国家科技支撑计划(编号: 2012BAD12B09-2); 现代农业产业技术体系(奶牛)专项(编号: CARS-37); 中国博士后基金(2012)。

作者简介: 李 翠(1990—), 女, 新疆昌吉人, 硕士研究生, 研究方向为反刍动物营养。E-mail: 1577081107@qq.com。

通信作者: 余 雄, 教授, 博士生导师, 研究方向为奶牛生产技术。E-mail: yuxiong8763601@126.com。

乳素(PRL),促肾上腺皮质激素( ACTH)、生长激素(GH)。

1.4 数据处理

试验数据用 Excel 2003 软件进行整理,采用 SPSS 17.0 软件,进行多重比较分析,结果用“平均值±标准差”表示,以 *P* 值作为差异性判断标准。

2 结果与分析

表 2 不同类型音乐对奶牛产奶量的影响

时间 (d)	产奶量(kg/d)			
	对照组	A 组	B 组	C 组
0	16.04±3.81	17.24±4.45	16.51±2.96	16.55±3.60
20	17.25±4.77	16.91±3.55	17.15±4.20	15.68±4.18
40	19.27±6.68a	16.31±4.39ab	17.87±4.17ab	15.13±3.65b
60	15.98±3.97	13.40±4.54	14.53±2.30	13.32±5.14
0~60	16.62±5.5a	15.58±4.06ab	16.08±4.08ab	15.03±4.28b

注:同行数据后不同小写字母表示差异显著(*P*<0.05)。

2.2 不同类型音乐对奶牛神经递质水平的影响

由表 3 可知,试验 20 d 哈萨克族音乐组奶牛 SS、5-HT 含量较对照组高,差异极显著(*P*<0.01);试验 60 d 哈萨克族音乐组奶牛 SS 含量较对照组低,差异显著(*P*<0.05)。试验 40 d 及整个试验期内贝多芬《田园交响曲》组奶牛 SS 含量较对照组高,差异极显著(*P*<0.01);试验 40 d 贝多芬《田园交响曲》组奶牛 Gly 含量较对照组高,差异极显著(*P*<0.01);试验 60 d 贝多芬《田园交响曲》组奶牛 Gly 含量较对照组高,差异显著(*P*<0.05)。整个试验期内,维吾尔族音乐组奶牛 Gly、NPY 含量较对照组低,差异极显著(*P*<0.01);试验 20 d 及整个试验期内维吾尔族音乐组奶牛 SS 含量较对照组高,差异极显著(*P*<0.01);整个试验期内维吾尔族音乐组奶牛 SP 含量较对照组低 9.59%,差异显著(*P*<0.05);试验 40、60 d 维吾尔族音乐组奶牛 SP 含量较对照组低,差异极显著(*P*<0.01)。试验 20 d 维吾尔族音乐组奶牛 5-HT 含量较对照组高,差异极显著(*P*<0.01);试验 40 d 维吾尔族音乐组奶牛 5-HT 含量较对照组高,差异显著(*P*<0.05);整个试验期内维吾尔族音乐 5-HT 含量较对照组低,差异显著(*P*<0.05)。

2.3 不同类型音乐对奶牛血清 PRL、ACTH、GH 的影响

整个试验期内哈萨克族音乐组奶牛 PRL、ACTH、GH 含量较对照组而言,差异不显著(*P*>0.05)。整个试验期内贝多芬《田园交响曲》组奶牛 ACTH 含量较对照低,差异显著(*P*<0.05)。试验 60 d 及整个试验期内,维吾尔族音乐组奶牛 ACTH 含量较对照组低,差异极显著(*P*<0.01);整个试验期内维吾尔族音乐组奶牛 GH 含量较对照组低,差异显著(*P*<0.05)。

3 讨论

3.1 哈萨克族音乐对奶牛神经递质水平的影响

试验结果显示,20 d 哈萨克族音乐组奶牛 5-HT 含量极显著高于对照组,但 PRL、GH 含量忽高忽低,不稳定。试验 20 d 哈萨克族音乐组奶牛 SS 含量极显著高于对照组,但 PRL、ACTH 含量都较对照组高,而 GH 含量低于对照组。印度学者 Dipanjali konwar 等的研究结果显示,DJ 和重金属音乐作用于奶牛时产奶量下降<sup>[3]</sup>。刘佳佳等研究证实,民族音乐会降低奶牛产奶量<sup>[4]</sup>。哈萨克族音乐作为民族音乐的一部

2.1 不同类型音乐对奶牛产奶量的影响

由表 2 可知,试验 40 d 哈萨克族音乐组奶牛产奶量较对照组低,差异不显著(*P*>0.05)。试验 40 d 和整个试验期贝多芬《田园交响曲》组奶牛产奶量较对照组低,差异不显著(*P*>0.05)。试验 40 d 和整个试验期维吾尔族音乐组奶牛产奶量较对照组低,差异显著(*P*<0.05)。

分,弹拨乐器冬不拉<sup>[5]</sup>所奏声音宏亮,动感律极强的乐曲对于奶牛体内欢快愉悦的固有节奏不相吻合,或许因神经递质指标间正负反馈的调控,因而无明显变化,产奶量未提升。

3.2 贝多芬《田园交响曲》对奶牛神经递质水平的影响

试验结果显示,整个试验期内贝多芬《田园交响曲》组奶牛 SS 含量较对照组高,差异极显著(*P*<0.01)。SS 是具有多功能的环状神经肽,由下丘脑、中枢神经系统的生长分泌激素所释放的抑制因子,在动物体内具有广泛的抑制作用,特别是对生长作用的影响<sup>[6]</sup>。表明贝多芬《田园交响曲》可显著提高 SS 的含量。试验 40 d 贝多芬《田园交响曲》组奶牛 SS 含量极显著高于对照组,因而 PRL、ACTH、GH 含量较对照组低;试验 40 d 贝多芬《田园交响曲》组奶牛 NPY、SP 含量低于对照组,进而 PRL 含量低于对照组。表明贝多芬《田园交响曲》5 个风格迥异的音乐篇章<sup>[7]</sup>作用于奶牛,听觉器官产生应激,情绪起伏波动大,进而奶牛 GH、ACTH、PRL 释放受限,产奶量并未提升。

3.3 维吾尔族音乐对奶牛神经递质水平的影响

试验结果显示,整个试验期内维吾尔族音乐组奶牛 Gly、NPY、SS 含量与对照组均达到极显著水平(*P*<0.01)。Gly 是脊椎动物中枢神经中主要的抑制性氨基酸类,参与神经系统的多种生理功能,对听觉、内分泌、生物节律性等起着重要调节作用<sup>[8]</sup>。整个试验期内维吾尔族音乐组奶牛 Gly 含量较对照组低,差异极显著(*P*<0.01)。表明清脆响亮的维吾尔族乐曲<sup>[9]</sup>作用于奶牛听觉中枢使奶牛产生疲乏,造成奶牛 Gly 分泌量减少且产奶量亦低于对照组,这也许是因 Gly 与听觉、生物节律性紧密相连,抑制听觉中枢系统进而造成奶量的减少。NPY 是哺乳动物体内分布最广泛且含量丰富的肽类物质,参与情感行为及应激反应的调节<sup>[10]</sup>。整个试验期内维吾尔族音乐组奶牛 NPY 含量较对照组低,差异极显著(*P*<0.01)。杨斌等研究发现,抑郁的大鼠给予抗抑郁药物治疗后,其血浆及部分脑区 NPY 含量明显增多且抑郁行为有所改善<sup>[11]</sup>。朱士恩报道 5-HT、SP、NPY 都属于促乳素释放因子,表明由打击乐器所演奏的清脆响亮维吾尔族乐曲,可显著降低 NPY 的含量<sup>[12]</sup>。这或许是因奶牛紧张情绪的改善进而降低神经肽 Y 的含量,抑制 PRL 的释放,从而减少泌乳量。SS

表 3 不同类型音乐对神经递质及血液激素水平的影响

项目	组别	0 d	20 d	40 d	60 d	0 ~ 60 d
Gly( $\mu\text{mol/l}$ )	对照组	141.21 $\pm$ 13.76	136.31 $\pm$ 12.25	133.33 $\pm$ 8.68Aa	136.87 $\pm$ 6.43Aa	136.93 $\pm$ 10.76Aa
	A 组	141.33 $\pm$ 12.96	139.49 $\pm$ 9.69	131.79 $\pm$ 6.14ABab	137.78 $\pm$ 9.46Aa	137.53 $\pm$ 10.18Aa
	B 组	141.51 $\pm$ 19.77	143.43 $\pm$ 18.29	124.59 $\pm$ 10.99Bc	131.96 $\pm$ 8.27Ab	135.37 $\pm$ 16.58ABab
	C 组	140.29 $\pm$ 7.81	136.82 $\pm$ 11.17	126.54 $\pm$ 4.36ABbc	132.42 $\pm$ 5.42Aa	130.83 $\pm$ 10.93Bb
NPY( $\text{pg/mL}$ )	对照组	166.22 $\pm$ 41.41	176.17 $\pm$ 38.96	181.80 $\pm$ 23.97	164.68 $\pm$ 21.34Aa	172.22 $\pm$ 32.53Aa
	A 组	164.55 $\pm$ 36.05	167.54 $\pm$ 36.64	181.80 $\pm$ 23.98	149.81 $\pm$ 34.44Aab	167.67 $\pm$ 36.70ABa
	B 组	152.27 $\pm$ 40.94	168.63 $\pm$ 43.78	181.80 $\pm$ 23.99	160.66 $\pm$ 23.82Aab	164.15 $\pm$ 37.59ABa
	C 组	154.48 $\pm$ 16.45	166.02 $\pm$ 32.07	181.80 $\pm$ 23.10	141.03 $\pm$ 34.27Ab	152.85 $\pm$ 36.00Bb
SS( $\text{pg/mL}$ )	对照组	33.10 $\pm$ 2.73	18.96 $\pm$ 6.83Cc	20.62 $\pm$ 6.84Bc	24.84 $\pm$ 5.70ABab	24.38 $\pm$ 7.87Cc
	A 组	31.27 $\pm$ 6.15	34.01 $\pm$ 10.30Bb	21.26 $\pm$ 6.47Bbc	18.59 $\pm$ 7.84Bc	26.19 $\pm$ 10.11BCbc
	B 组	33.78 $\pm$ 2.40	20.73 $\pm$ 2.99Cc	32.14 $\pm$ 10.77Aa	28.08 $\pm$ 4.76Aa	29.17 $\pm$ 8.29ABab
	C 组	32.59 $\pm$ 6.75	44.71 $\pm$ 6.93Aa	26.54 $\pm$ 5.94ABab	20.21 $\pm$ 5.95Bbc	31.04 $\pm$ 10.99Aa
SP( $\text{pg/mL}$ )	对照组	33.47 $\pm$ 3.44	29.21 $\pm$ 11.27ABab	36.79 $\pm$ 5.23Aa	41.93 $\pm$ 6.26Aa	35.35 $\pm$ 8.40Aa
	A 组	32.35 $\pm$ 4.50	34.27 $\pm$ 5.69Aa	32.54 $\pm$ 9.13ABab	39.31 $\pm$ 9.39Aa	34.66 $\pm$ 7.86Aab
	B 组	32.90 $\pm$ 3.24	25.64 $\pm$ 8.65Bb	34.99 $\pm$ 5.63ABa	38.73 $\pm$ 3.67Aa	33.06 $\pm$ 7.35Aab
	C 组	30.68 $\pm$ 4.87	33.37 $\pm$ 3.61ABa	28.13 $\pm$ 9.45Bb	35.75 $\pm$ 9.073Bb	31.96 $\pm$ 7.56Ab
5-HT( $\text{ng/mL}$ )	对照组	211.49 $\pm$ 25.32	185.72 $\pm$ 50.81Bb	187.11 $\pm$ 28.87Aa	197.71 $\pm$ 20.33	195.51 $\pm$ 34.13Aab
	A 组	208.37 $\pm$ 20.83	239.80 $\pm$ 29.95Aa	186.81 $\pm$ 39.29Aa	184.33 $\pm$ 29.79	204.76 $\pm$ 37.56Aa
	B 组	205.30 $\pm$ 24.12	162.86 $\pm$ 49.37Bb	187.53 $\pm$ 37.36Aa	190.27 $\pm$ 21.99	186.49 $\pm$ 37.34Ab
	C 组	202.67 $\pm$ 15.24	230.90 $\pm$ 8.62Aa	155.99 $\pm$ 52.58Ab	179.76 $\pm$ 26.83	186.90 $\pm$ 42.67Ab
PRL( $\text{mIU/mL}$ )	对照组	71.17 $\pm$ 108.73	57.12 $\pm$ 48.05Aab	68.59 $\pm$ 24.25	56.04 $\pm$ 22.56	63.23 $\pm$ 60.38
	A 组	72.61 $\pm$ 26.22	72.38 $\pm$ 32.00Aa	62.51 $\pm$ 36.63	50.95 $\pm$ 12.52	64.46 $\pm$ 28.99
	B 组	60.70 $\pm$ 31.34	31.10 $\pm$ 20.13Ab	64.18 $\pm$ 46.18	45.52 $\pm$ 17.37	50.37 $\pm$ 32.86
	C 组	65.32 $\pm$ 15.32	56.02 $\pm$ 56.75Aab	50.02 $\pm$ 53.31	48.52 $\pm$ 25.98	55.15 $\pm$ 40.84
ACTH( $\text{pg/mL}$ )	对照组	24.82 $\pm$ 4.32	24.65 $\pm$ 4.10ABab	25.25 $\pm$ 3.17	22.48 $\pm$ 1.18Aa	24.29 $\pm$ 3.50Aa
	A 组	21.93 $\pm$ 5.55	26.67 $\pm$ 4.01Aa	23.92 $\pm$ 4.12	18.86 $\pm$ 3.72BCb	22.86 $\pm$ 5.15Aab
	B 组	22.68 $\pm$ 4.27	22.38 $\pm$ 3.45Bb	23.58 $\pm$ 4.08	21.41 $\pm$ 2.59ABa	22.51 $\pm$ 3.64Ab
	C 组	21.81 $\pm$ 3.23	25.49 $\pm$ 3.67ABa	23.08 $\pm$ 4.45	17.13 $\pm$ 3.17Cb	19.93 $\pm$ 6.08Bc
GH( $\text{ng/mL}$ )	对照组	4.38 $\pm$ 0.46	4.847 $\pm$ 1.24	5.19 $\pm$ 0.80Aa	5.47 $\pm$ 1.05	4.97 $\pm$ 0.99Aa
	A 组	4.47 $\pm$ 0.90	4.81 $\pm$ 0.96	4.26 $\pm$ 1.08BCbc	5.80 $\pm$ 1.19	4.84 $\pm$ 1.18Aab
	B 组	4.04 $\pm$ 0.71	4.55 $\pm$ 0.91	5.03 $\pm$ 0.65ABa	5.37 $\pm$ 1.46	4.75 $\pm$ 1.09Aab
	C 组	4.16 $\pm$ 0.47	4.70 $\pm$ 0.55	3.90 $\pm$ 1.03Cc	5.51 $\pm$ 1.28	4.56 $\pm$ 1.06Ab

注:同项目下列数据后小写字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ ),无字母表示差异不显著( $P > 0.05$ ),大写字母不同表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

是具有多功能的环状神经肽,大多数是由下丘脑、中枢神经系统产生的生长激素所释放的抑制因子。整个试验期内维吾尔族音乐组奶牛 SS 含量较对照组高,差异极显著( $P < 0.01$ )。表明维吾尔族音乐作用于奶牛,可显著提高 SS 的含量。SS 抑制下丘脑对 GH、PRL、ACTH 的释放,从而使产奶量显著降低。SP 是兴奋性神经递质营养因子,参与多种信息的传递,包括生殖激素调节、痛觉传输、具有致焦虑、致抑郁作用,是机体反应的重要信使物质<sup>[13]</sup>。整个试验期内,维吾尔族音乐组奶牛 SP 含量较对照组低,差异显著( $P < 0.05$ )。1979 年 Vijayan 报道,SP 可促进雌性成鼠腺垂体培养细胞中 PRL 的释放,首次提出 P 物质与生殖功能有关。另外, Jessop 报道 SP 能调节垂体内 GH、TSH 和下丘脑中 TRH 的分泌<sup>[14]</sup>。推测奶牛产奶量显著降低,可能与 SP 含量下降间接调控 PRL、ACTH、GH 等激素分泌作用有关。

#### 4 结论

哈萨克族音乐对奶牛的血液神经递质水平无显著影响。贝多芬《田园交响曲》可提高奶牛 SS 的含量。维吾尔族音乐可提

高奶牛 SS 的含量,降低 Gly、NPY、SP 的含量。因此,在生产实践中应尽量避免给奶牛播放维吾尔族音乐,适宜选取哈萨克族音乐、贝多芬《田园交响曲》作为奶牛生产生活的环境音乐。

#### 参考文献:

- [1] Alworth L C, Buerkle S C. The effects of music on animal physiology, behavior and welfare[J]. Lab Animal, 2013, 42(2): 54-61.
- [2] Rickard N S, Toukhsati S R, Field S E. The effect of music on cognitive performance: insight from neurobiological and animal studies[J]. Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews, 2005, 4(4): 235-261.
- [3] Konwar D, Barman K. Slow music: an imposing resent implement to boost milk yield in cow[J]. India Dairyman, 2008, 60(2): 46.
- [4] 刘佳佳, 朱 坤, 查满千, 等. 民族音乐对奶牛产奶量及血液激素水平的影响[J]. 贵州农业科学, 2015, 43(6): 132-134.
- [5] 邱怀生, 韩晓莉. 弹拨乐器的现状与未来发展的构想[J]. 山西大学学报(哲学社会科学版), 2003, 26(2): 121-123.
- [6] 王月影. 生长抑素对大鼠乳腺发育的调节作用[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2006.
- [7] 王 浩. 贝多芬《第六田园交响曲》解读[J]. 徐州教育学院学

周胜杰,路 斌,贾婷婷,等. 养殖不同海水鱼的同种循环水系统中除磷细菌组成及特性[J]. 江苏农业科学,2017,45(12):120-123.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.12.032

# 养殖不同海水鱼的同种循环水系统中 除磷细菌组成及特性

周胜杰<sup>1</sup>,路 斌<sup>1</sup>,贾婷婷<sup>1</sup>,李连星<sup>1</sup>,张 扬<sup>1</sup>,刘 兴<sup>1</sup>,陈成勋<sup>1</sup>,马志华<sup>1,2</sup>

(1. 天津农学院水产学院/天津市水产生态及养殖重点实验室,天津 300384; 2. 国家海洋信息中心,天津 300384)

**摘要:**以点带石斑鱼(W池)、大菱鲆(D池)、红鳍东方鲀(H池)及半滑舌鳎(B池)4个鱼种循环水养殖系统净化池中采集水样为对象,采用平板分离法及液体培养法定量研究具有除磷能力的细菌及其特性。结果表明,4个系统中共培养16株除磷细菌;其中皮特不动杆菌、哈夫尼希瓦氏菌、创伤弧菌、副溶血弧菌具有较强的除磷能力和效果(皮特不动杆菌>创伤弧菌>哈夫尼希瓦氏菌>副溶血弧菌);总除磷能力与细菌总浓度呈正相关;4种细菌去除 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 效果为哈夫尼希瓦氏菌>副溶血弧菌>皮特不动杆菌>创伤弧菌;其中皮特不动杆菌、哈夫尼希瓦氏菌、创伤弧菌具有除TN能力,去除TN的效果为皮特不动杆菌>哈夫尼希瓦氏菌=创伤弧菌。

**关键词:**循环水养殖系统;细菌;除磷;氨氮;总氮

**中图分类号:** S967.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)12-0120-04

随着海水集约化养殖模式的发展,饵料投放、养殖密度的提高使水体中营养盐污染问题突出,为循环水系统磷处理压力不断增加。目前,循环水系统中除磷工艺主要靠的是微生物的解磷作用。高效的解磷菌可以有效地缓解集约化循环水系统中的除磷压力。因此,筛选高效的除磷细菌成为了目前学者们的研究热点。微生物分解环节严重受阻,成为水体系统循环过程的制约条件,造成水体富营养化甚至污染,引发诸多病害、药残、食品隐患等问题。当前,对养殖水体除磷方式的研究包括物理法、化学法、植物法(藻类、水草)、微生物学方法<sup>[1-6]</sup>,其中对不同养殖种类的集约化循环水养殖系统中除磷细菌的种类及多样性特征报道较少。本研究以点带石斑鱼、大菱鲆、红鳍东方鲀和半滑舌鳎4种集约化养殖种类的同种循环水养殖系统作为研究对象,通过分离培养、筛

选比较的方式进行除磷菌研究,从而寻找循环水养殖系统中除磷能力较高的除磷菌,了解其多样性特征,为集约化养殖循环水养殖系统的发展提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以天津市海发珍品实业发展有限公司循环水养殖系统净化池为研究对象,对其中可培养性细菌进行分离提纯。

普通可培养性细菌通用培养基:琼脂15 g、NaCl 5 g、牛肉膏3 g、蛋白胨10 g、蒸馏水100 mL,121℃高温灭菌15 min。

无机磷液体培养基<sup>[7]</sup>: $\text{NH}_4\text{Cl}$  0.50 g、柠檬酸钠5.66 g、维氏盐溶液50 mL、蒸馏水100 mL,pH值7.0。

维氏盐溶液: $\text{K}_2\text{HPO}_4$  5.00 g、 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  2.50 g、 $\text{FeSO}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.05 g、 $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  0.05 g、盐度为1.5%的卤水。

### 1.2 主要仪器设备

振荡培养箱(BS-1E型,环宇科学仪器厂);灭菌锅(TO-MY SX500型,上海麦森医疗科技有限公司);超净工作台(SW-CJ-2FD型,苏净安泰);冷冻离心机(LEGEND MACH 1.6R型,Thermo);紫外分光光度计(UVmini-1240型,东莞市塘厦众和电子仪器设备商行);光学显微镜(Leica DM500型,德国莱卡)。

### 1.3 方法

收稿日期:2016-03-16

基金项目:国家星火计划(编号:2014GA610001、2013GA610002);天津市科技支撑计划(编号:14ZCZDNC00010);天津市科技计划(编号:14ZCDGNC00029);天津市应用基础与前沿技术研究计划(重点项目)(编号:13JCZDJC29200);天津市高等学校创新团队基金项目(编号:TD12-5018);天津农学院《海洋生态学》精品课程。

作者简介:周胜杰(1990—),男,山东金乡人,硕士研究生,主要从事渔业资源管理研究。E-mail:1183763995@qq.com。

通信作者:陈成勋,研究员,主要从事水产动物增养殖学研究。

E-mail:489699261@qq.com。

报,2006,21(3):136-137。

[8]周鸿铭,雷 娜,鲁亚平. 甘氨酸神经递质研究进展[J]. 生物学杂志,2011,28(1):79-81。

[9]顾宏亮. 维吾尔族的歌唱艺术[J]. 中国音乐,1999(4):67-69。

[10]骆豆豆. 大鼠海马NPY、5-HT、PAM与慢性不可预见性应激抑郁症的关系[D]. 西安:陕西师范大学,2008。

[11]杨 斌,王有德,叶兰仙,等. 抑郁症患者血浆神经肽Y含量变

化及其影响因素[J]. 中国临床康复,2006,10(46):106-108。

[12]朱士恩. 家畜繁殖学[M]. 北京:中国农业出版社,2011:42-43。

[13]方富贵,章孝荣. P物质研究进展[J]. 动物医学进展,2005,26(1):6-8。

[14]Jessop D S, Chowdrey H S, Larsen P J, et al. Substance P: multifunctional peptide in the hypothalamo-pituitary system? [J]. Journal of Endocrinology, 1992, 132(3):331-337。