

样品

防治阿尔兹海默症功效检测报告

由环特生物——AAALAC 国际实验动物认证的 CRO 机构权威出具



环特生物创新实验中心 | 杭州

本中心实验动物生产许可证编号 SCXK(浙)2022-0003

实验动物使用许可证编号 SYXK(浙)2022-0004

项目编号: 10709R1

委托单位: 广东善百年特医食品有限公司

报告日期: 2025 年 3 月 11 日

声 明

尊敬的客户：

感谢您对环特生物的信任。我单位基于“严谨、真实、保密”的科研服务原则，特对持续信赖我们的广大客户做出以下声明：

- 实验流程的质控声明

本单位对实验流程始终履行严格的质控体系要求。实验人员拥有专业的背景，且经过系统的培训考核，取得上岗资格。在实验室制度和标准操作规程的约束下，开展相关实验。实验过程采用多种内外部的监督手段，确保实验动物、人员、仪器、试剂及环境符合要求，将实验操作的随机误差和操作误差降到最低。

- 实验数据的真实声明

本单位保证实验的公正性、独立性和诚实性，实验结论对接收的委托样品负责，其样品所代表性、真实性和准确性由委托方负责。本单位保证实验数据的真实性、客观性，并提供原始的分析数据及图文素材供您查阅。同时，我们明令禁止对任何实验数据，进行无科学依据的凭空捏造或人为修改。

- 实验结果的保密声明

尊重客户知识产权、全力以赴创造价值，是所有环特人开展对外服务的纯粹信仰。我们保证严格遵守契约精神，不在客户未知的情况下，随意对实验的具体细节和结论进行曝光和传播。对委托方所提供的样品及在提供试验服务的活动中所获的国家秘密、商业秘密、技术秘密保密。

本报告未盖本单位公章无效，涂改、缺页、复印无效，复制报告未重新加盖本单位公章无效。委托方如对本报告有异议，须在收到本报告之日起 15 日内向本单位提出。

环特生物

目 录

样品信息	1
判定标准	1
检测结论	1
检测项目 1：防治阿尔兹海默症功效	2
1. 检测材料	2
1.1. 样品配制信息	2
1.2. 实验动物	2
1.3. 仪器、耗材与试剂	2
2. 检测方法	3
2.1. 认知功能改善功效评价	3
2.2. 反应能力改善功效评价	3
2.3. 乙酰胆碱酯酶（AChE）抑制功效评价	4
2.4. 脑调亡抑制功效评价	4
2.5. 对超氧化物歧化酶（SOD）的影响	5
2.6. 对过氧化氢酶（CAT）的影响	5
2.7. 对相关基因的影响	5
3. 检测结果	6
3.1. 对认知功能的改善评价	6
3.2. 反应能力改善功效评价	7
3.3. 乙酰胆碱酯酶（AChE）抑制功效评价	8
3.4. 脑调亡抑制功效评价	9
3.5. 对超氧化物歧化酶（SOD）的影响	11
3.6. 对过氧化氢酶（CAT）的影响	12
3.7. 对相关基因的影响	13
检测人员及分工	18
检测单位信息	18
委托单位信息	18

样品信息

样品名称	善百年配方二酯食用油 (50%DAG 含量)	颜色和物态	油
样品规格及数量	500 mL/瓶 × 1 瓶	收样日期	2024.11.18
生产日期或批号	/	储存条件	阴凉、干燥、避光

样品名称	普通甘油三酯食用油	颜色和物态	油
样品规格及数量	500 mL/瓶 × 1 瓶	收样日期	2024.11.18
生产日期或批号	/	储存条件	阴凉、干燥、避光

判定标准

具有功效 ($p < 0.05$ 差异具有统计学意义)。

检测结论

在本实验条件下,由广东善百年特医食品有限公司提供的善百年配方二酯食用油(50%DAG 含量)具有防治阿尔兹海默症功效,具体表现为对反应能力的改善、对认知功能的改善、脑凋亡的抑制、乙酰胆碱酯酶抑制、增强 SOD 和 CAT 活力、上调 *egr1*、*bdnf* 和 *nrf2a* 基因以及下调 *caspase3* 基因表达;普通甘油三酯食用油防治阿尔兹海默症功效不明显。

(本检测报告仅对接收样品的测试结果负责)

检测项目 1：防治阿尔兹海默症功效

1. 检测材料

1.1. 样品配制信息

善百年配方二酯食用油（50%DAG 含量）和普通甘油三酯食用油，溶剂均为 DMSO。

阳性对照：盐酸多奈哌齐，白色粉末，批号 7169，溶剂为 DMSO。

1.2. 实验动物

斑马鱼均饲养于 28°C 的养鱼用水中（水质：每 1 L 反渗透水中加入 200 mg 速溶海盐，电导率为 450~550 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ；pH 为 6.5~8.5；硬度为 50~100 mg/L CaCO_3 ），由本公司养鱼中心繁殖提供，实验动物使用许可证号为：SYXK（浙）2022-0004，饲养管理符合国际 AAALAC 认证（认证编号：001458）的要求，IACUC 伦理审查号：IACUC-2024-10709-01。

1.3. 仪器、耗材与试剂

解剖显微镜（SZX7, OLYMPUS, Japan）；CCD 相机（VertA1, 上海土森视觉科技有限公司, China）；电动聚焦连续变倍荧光显微镜（AZ100, Nikon, Japan）；精密电子天平（CP214, OHAUS, USA）；行为分析仪（Zebra Lab 3.22.3.31, ViewPoint, France）；多功能酶标仪（SPARK, TECAN, Austria）；普通 PCR 扩增仪（T100, BIO-RAD, Singapore）；荧光定量 PCR 仪（CFX Connect, BIO-RAD, Singapore）；高速冷冻离心机（Heraeus Fresco17, ThermoFisher, Germany）；紫外-可见光分光光度计（Nanodrop2000, Thermo, Austria）；微孔板迷你离心机（BE-6100, 海门市其林贝尔仪器制造有限公司, China）；低位裙边 96 孔板（透明）（HSP9601, Bio-rad, USA）；光学粘性封膜 B（MSB1001, Bio-rad, USA）；全自动样品快速研磨仪（JXFSTPRP-24L, 上海净信实验设备科技部, China）；全自动核酸提取仪（Auto-Pure32A, 杭州奥盛仪器有限公司, China）；6 孔板（贝兰伯生物技术有限公司, China）；96 孔板（Nest Biotech, China）；黑色 96 酶标板（批号 34519060, Costar, USA）。

六水氯化铝（批号 C1628001, 上海阿拉丁生化科技股份有限公司, China）；二甲基亚砜（DMSO, 批号 BCCD8942, Sigma, Switzerland）；吡啶橙（批号 C12894919, 上海麦克林生化科技有限公司, China）；无水乙醇（批号 G1726004, 上海阿拉丁生化科技股份有限公司, China）。

China)；BCA 蛋白浓度测定试剂盒（批号 AR1189，博士德生物工程有限公司，China）；乙酰胆碱酯酶检测试剂盒（批号 3040802，AAT Bioquest，USA）；SOD 试剂盒（WST-1 法）（批号 20240928，南京建成生物工程研究所，China）；CAT 测定试剂盒（钼酸铵法）（批号 20240719，南京建成生物工程研究所，China）；甲基纤维素（批号 C2004046，上海阿拉丁生化科技股份有限公司，China）；iTaQ Universal SYBR Green Supermix（货号 1725124，Bio-rad，USA）；FastKing cDNA 第一链合成试剂盒（去基因组）（批号 X0320，天根生化科技（北京）有限公司，China）；Universal RNA Extraction TL Kit C（货号 TL2204001643C，佛山奥维生物科技有限公司，China）。

2. 检测方法

2.1. 认知功能改善功效评价

随机选取受精后4天（4 dpf）野生型AB品系斑马鱼于6孔板中，每孔（实验组）均处理30尾斑马鱼。分别水溶给予样品（浓度见表1-1），阳性对照盐酸多奈哌齐3.33 $\mu\text{g/mL}$ 浓度，同时设置正常对照组和模型对照组，每孔容量为3 mL。除正常对照组外，其余实验组均水溶给予六水氯化铝建立斑马鱼痴呆模型。28 $^{\circ}\text{C}$ 处理24 h后，每个实验组随机选取5尾斑马鱼放入“十”字模块中，模块分为黄色、蓝色、红色和绿色四个区域，每个组别放置6个模块，用行为分析仪采集数据，分析10 min内斑马鱼在蓝色区域内的运动距离占整个区域总运动距离的百分比（S），以该指标的统计学分析结果评价样品认知功能改善功效。统计学处理结果采用 $\text{mean} \pm \text{SE}$ 表示。认知功能改善功效如下：

$$\text{认知功能改善功效 (\%)} = \frac{S(\text{样品组}) - S(\text{模型对照组})}{S(\text{模型对照组})} \times 100\%$$

用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析， $p < 0.05$ 表明差异具有统计学意义。

2.2. 反应能力改善功效评价

随机选取4 dpf野生型AB品系斑马鱼于6孔板中，每孔（实验组）均处理30尾斑马鱼。分别水溶给予样品（浓度见表1-2），阳性对照盐酸多奈哌齐3.33 $\mu\text{g/mL}$ 浓度，同时设置正常对照组和模型对照组，每孔容量为3 mL。除正常对照组外，其余实验组均水溶给予六水氯化铝建立斑马鱼痴呆模型。28 $^{\circ}\text{C}$ 处理24 h后，每个实验组随机选取10尾斑马鱼，利用行为分析仪测定光

暗刺激下斑马鱼的每分钟光暗速度差值（S），以该指标的统计学分析结果评价样品反应能力改善功效。统计学处理结果采用 $\text{mean} \pm \text{SE}$ 表示。反应能力改善功效如下：

$$\text{反应能力改善功效 (\%)} = \frac{S(\text{样品组}) - S(\text{模型对照组})}{S(\text{模型对照组})} \times 100\%$$

用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析， $p < 0.05$ 表明差异具有统计学意义。

2.3. 乙酰胆碱酯酶（AChE）抑制功效评价

随机选取4 dpf野生型AB品系斑马鱼于6孔板中，每孔（实验组）均处理30尾斑马鱼。分别水溶给予样品（浓度见表1-3），阳性对照盐酸多奈哌齐 $3.33 \mu\text{g/mL}$ 浓度，同时设置正常对照组和模型对照组，每孔容量为3 mL。除正常对照组外，其余实验组均水溶给予六水氯化铝建立斑马鱼痴呆模型。28°C处理48 h后，采用乙酰胆碱酯酶测定试剂盒，利用多功能酶标仪采集数据，分析斑马鱼体内乙酰胆碱酯酶荧光值（S），以该指标的统计学分析结果评价样品对乙酰胆碱酯酶的抑制功效。统计学处理结果采用 $\text{mean} \pm \text{SE}$ 表示。乙酰胆碱酯酶抑制功效如下：

$$\text{乙酰胆碱酯酶抑制功效 (\%)} = \frac{S(\text{模型对照组}) - S(\text{样品组})}{S(\text{模型对照组})} \times 100\%$$

用 SPSS26.0 软件进行统计学分析， $p < 0.05$ 表明差异具有统计学意义。

2.4. 脑凋亡抑制功效评价

随机选取4 dpf野生型AB品系斑马鱼于6孔板中，每孔（实验组）均处理30尾斑马鱼。分别水溶给予样品（浓度见表1-4），阳性对照盐酸多奈哌齐 $3.33 \mu\text{g/mL}$ 浓度，同时设置正常对照组和模型对照组，每孔容量为3 mL。除正常对照组外，其余实验组均水溶给予六水氯化铝建立斑马鱼痴呆模型。28°C处理24 h后，用吖啶橙（AO）进行染色，染色结束后每个实验组随机选择10尾斑马鱼置于荧光显微镜下拍照，用NIS-Elements D 3.20高级图像处理软件分析并采集数据，分析斑马鱼脑部凋亡细胞的荧光强度（S），以该指标的统计学分析结果评价样品对脑凋亡的抑制功效。统计学处理结果采用 $\text{mean} \pm \text{SE}$ 表示。脑凋亡抑制功效如下：

$$\text{脑凋亡抑制功效 (\%)} = \frac{S(\text{模型对照组}) - S(\text{样品组})}{S(\text{模型对照组})} \times 100\%$$

用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析， $p < 0.05$ 表明差异具有统计学意义。

2.5. 对超氧化物歧化酶（SOD）的影响

随机选取4 dpf野生型AB品系斑马鱼于6孔板中，每孔（实验组）均处理30尾斑马鱼。分别水溶给予样品（浓度见表1-5），阳性对照盐酸多奈哌齐3.33 $\mu\text{g/mL}$ 浓度，同时设置正常对照组和模型对照组，每孔容量为3 mL，平行设置三个生物学重复实验。除正常对照组外，其余实验组均水溶给予六水氯化铝建立斑马鱼痴呆模型。28°C处理48 h后，采用SOD试剂盒（WST-1法），利用多功能酶标仪采集数据，分析斑马鱼体内SOD活性（S），以该指标的统计学分析结果评价样品对超氧化物歧化酶（SOD）的影响。统计学处理结果采用 $\text{mean} \pm \text{SE}$ 表示。增加SOD活性功效如下：

$$\text{增加SOD活性功效 (\%)} = \frac{S(\text{样品组}) - S(\text{模型对照组})}{S(\text{模型对照组})} \times 100\%$$

用 SPSS26.0 软件进行统计学分析， $p < 0.05$ 表明差异具有统计学意义。

2.6. 对过氧化氢酶（CAT）的影响

随机选取4 dpf野生型AB品系斑马鱼于6孔板中，每孔（实验组）均处理30尾斑马鱼。分别水溶给予样品（浓度见表1-6），阳性对照盐酸多奈哌齐3.33 $\mu\text{g/mL}$ 浓度，同时设置正常对照组和模型对照组，每孔容量为3 mL，平行设置三个生物学重复实验。除正常对照组外，其余实验组均水溶给予六水氯化铝建立斑马鱼痴呆模型。28°C处理48 h后，采用CAT测定试剂盒（钼酸铵法），利用多功能酶标仪采集数据，分析斑马鱼体内CAT活性（S），以该指标的统计学分析结果评价样品对过氧化氢酶（CAT）的影响。统计学处理结果采用 $\text{mean} \pm \text{SE}$ 表示。增加CAT活性功效如下：

$$\text{增加CAT活性功效 (\%)} = \frac{S(\text{样品组}) - S(\text{模型对照组})}{S(\text{模型对照组})} \times 100\%$$

用 SPSS26.0 软件进行统计学分析， $p < 0.05$ 表明差异具有统计学意义。

2.7. 对相关基因的影响

随机选取 4 dpf 野生型 AB 品系斑马鱼于 6 孔板中，每孔（实验组）均处理 30 尾斑马鱼。分别水溶给予样品（浓度见表 1-9），阳性对照盐酸多奈哌齐 3.33 $\mu\text{g/mL}$ 浓度，同时设置正常对照组和模型对照组，每孔容量为 3 mL，平行设置三个生物学重复实验。除正常对照组外，其余实验组均水溶给予六水氯化铝建立斑马鱼痴呆模型。28°C 处理 24 h 后，使用全自动核酸提取仪提取各组斑马鱼总 RNA，利用紫外-可见光分光光度计对总 RNA 浓度进行测定。取 2.00 μg 斑马鱼样品总 RNA，按照 cDNA 第一链合成试剂盒说明操作，合成 20.0 μL cDNA，通过 q-PCR 检测 $\beta\text{-actin}$ 、*egr1*、*caspase3*、*nrf2a* 和 *bdnf* 基因的表达。用 $\beta\text{-actin}$ 作为基因表达的内参，计算 *egr1*、*caspase3*、*nrf2a* 和 *bdnf* 基因的 RNA 相对表达量。统计学处理结果采用 $\text{mean} \pm \text{SE}$ 表示。用 SPSS26.0 软件进行统计学分析， $p < 0.05$ 表明差异具有统计学意义。

3. 检测结果

3.1. 对认知功能的改善评价

在本实验条件下，善百年配方二酯食用油（50%DAG 含量）具有对认知功能的改善功效，相比模型对照组，改善认知功能提升 21%，普通甘油三酯食用油对认知功能的改善效果不明显。详见表 1-1、图 1-1 和图 1-2。

表 1-1. 样品对认知功能的改善功效评价实验结果（n = 6）

组别	浓度（ $\mu\text{g/mL}$ ）	蓝色占比 （%， $\text{mean} \pm \text{SE}$ ）	认知功能改善功效(%)
正常对照组	-	$66.6 \pm 2.74^{***}$	-
模型对照组	-	38.7 ± 1.37	-
盐酸多奈哌齐	3.33	$55.4 \pm 1.01^{***}$	43
善百年配方二酯食用油 （50%DAG 含量）	2000	$46.7 \pm 1.17^{**}$	21
普通甘油三酯食用油	2000	42.2 ± 2.58	9

与模型对照组比较，** $p < 0.01$ ，*** $p < 0.001$

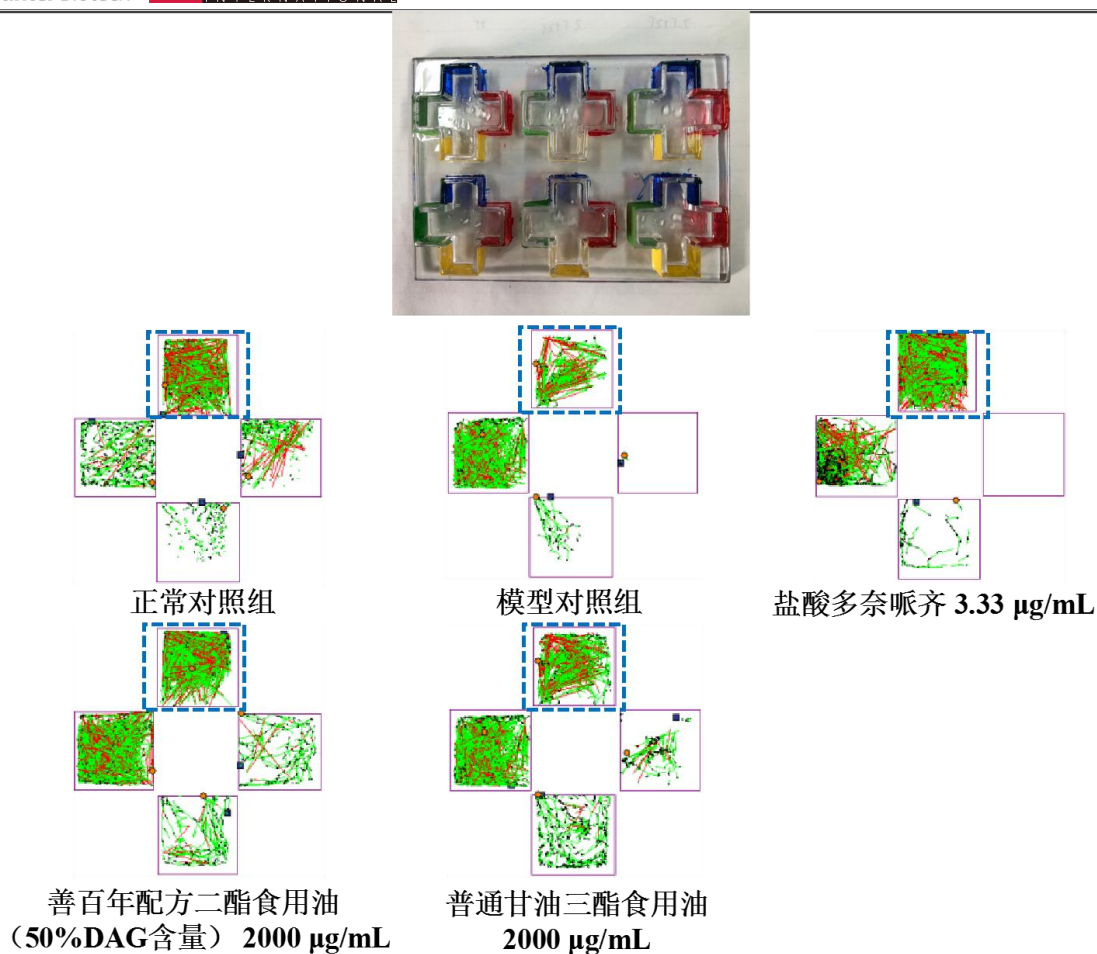


图 1-1. 样品处理后斑马鱼运动轨迹典型图

(蓝色虚线框为十字迷宫的蓝色区域)

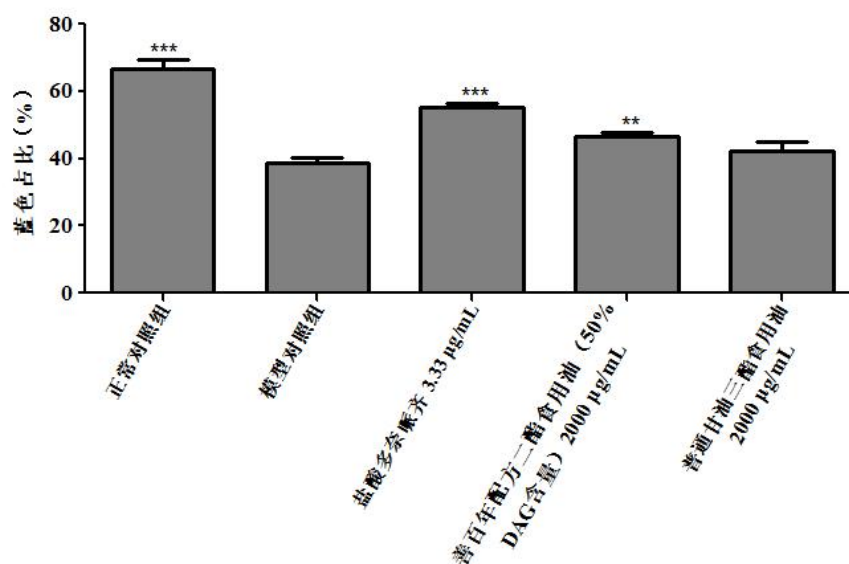


图 1-2. 样品处理后斑马鱼蓝色占比

与模型对照组比较, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

3.2. 反应能力改善功效评价

在本实验条件下，善百年配方二酯食用油（50%DAG 含量）具有对反应能力的改善功效，相比模型对照组，改善反应能力提升 52%，普通甘油三酯食用油对反应能力的改善效果不明显。详见表 1-2 和图 1-3。

表 1-2. 样品反应能力改善功效实验结果（n = 10）

组别	浓度（ $\mu\text{g/mL}$ ）	每分钟光暗速度差值（ mm/s , $\text{mean} \pm \text{SE}$ ）	反应能力改善功效（%）
正常对照组	-	$1.65 \pm 0.038^{***}$	-
模型对照组	-	0.777 ± 0.023	-
盐酸多奈哌齐	3.33	$1.44 \pm 0.029^{***}$	85
善百年配方二酯食用油（50%DAG 含量）	2000	$1.18 \pm 0.041^{***}$	52
普通甘油三酯食用油	2000	0.807 ± 0.041	4

与模型对照组比较， $^{***}p < 0.001$

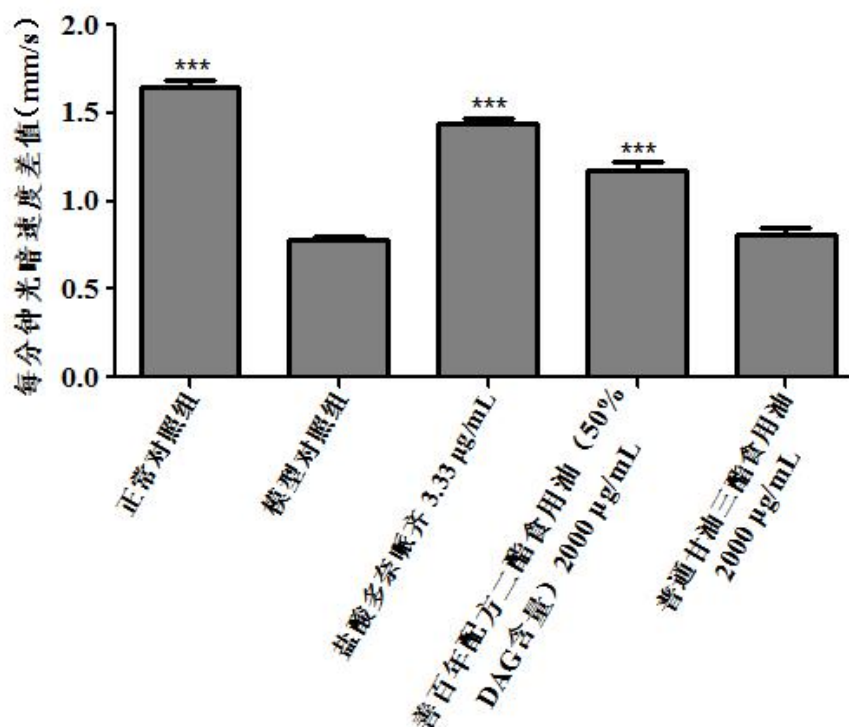


图 1-3. 样品处理后斑马鱼每分钟光暗速度差值

与模型对照组比较， $^{***}p < 0.001$

3.3. 乙酰胆碱酯酶（AChE）抑制功效评价

在本实验条件下，善百年配方二酯食用油（50%DAG 含量）具有乙酰胆碱酯酶抑制功效，相比模型对照组，抑制乙酰胆碱酯酶活性 18%，普通甘油三酯食用油对乙酰胆碱酯酶抑制效果不明显。详见表 1-3 和图 1-4。

表 1-3. 样品抑制乙酰胆碱酯酶功效评价实验结果 (n = 10)

组别	浓度 (μg/mL)	乙酰胆碱酯酶荧光值 (mean ± SE)	乙酰胆碱酯酶抑制功效 (%)
正常对照组	-	5803 ± 145***	-
模型对照组	-	9618 ± 480	-
盐酸多奈哌齐	3.33	6725 ± 274***	30
善百年配方二酯食用油 (50%DAG 含量)	2000	7894 ± 526*	18
普通甘油三酯食用油	2000	8913 ± 391	7

与模型对照组比较, *p < 0.05, ***p < 0.001

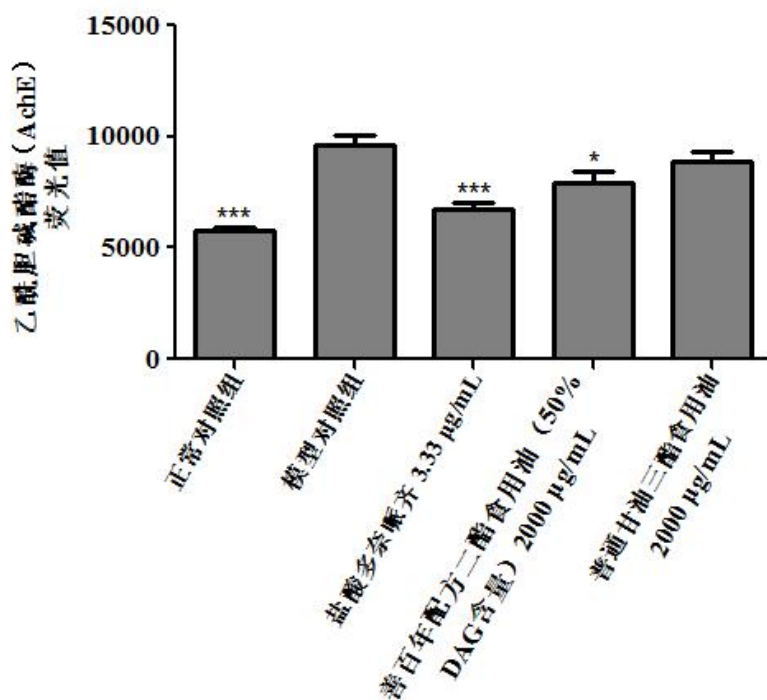


图 1-4. 样品处理后斑马鱼乙酰胆碱酯酶 (AChE) 荧光值

与模型对照组比较, *p < 0.05, ***p < 0.001

3.4. 脑凋亡抑制功效评价

在本实验条件下, 善百年配方二酯食用油 (50%DAG 含量) 具有抑制脑凋亡功效, 相比模型对照组, 抑制了脑凋亡细胞 14%, 普通甘油三酯食用油对抑制脑凋亡效果不明显。详见表 1-4、图 1-5 和图 1-6。

表 1-4. 样品抑制脑凋亡功效评价实验结果 (n = 10)

组别	浓度 (μg/mL)	脑部凋亡细胞荧光强度 (像素, mean ± SE)	抑制脑凋亡功效 (%)
正常对照组	-	120080 ± 6059***	-
模型对照组	-	175262 ± 6973	-

组别	浓度 (μg/mL)	脑部凋亡细胞荧光强度 (像素, mean ± SE)	抑制脑凋亡 功效 (%)
盐酸多奈哌齐	3.33	131254 ± 7968***	25
善百年配方二酯食用油 (50%DAG 含量)	2000	150866 ± 7288*	14
普通甘油三酯食用油	2000	164055 ± 10257	6

与模型对照组比较, * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

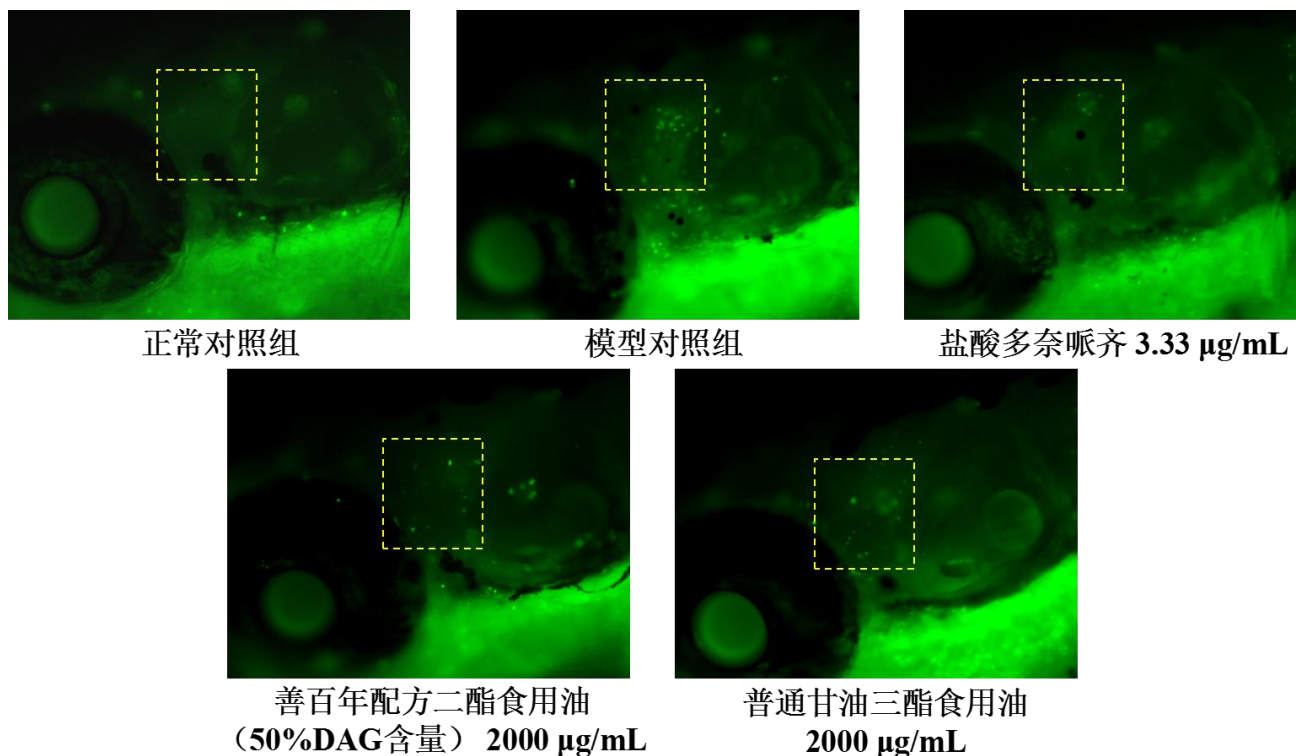


图 1-5. 样品处理后斑马鱼脑部凋亡细胞典型图

注: 黄色虚线框为分析区域

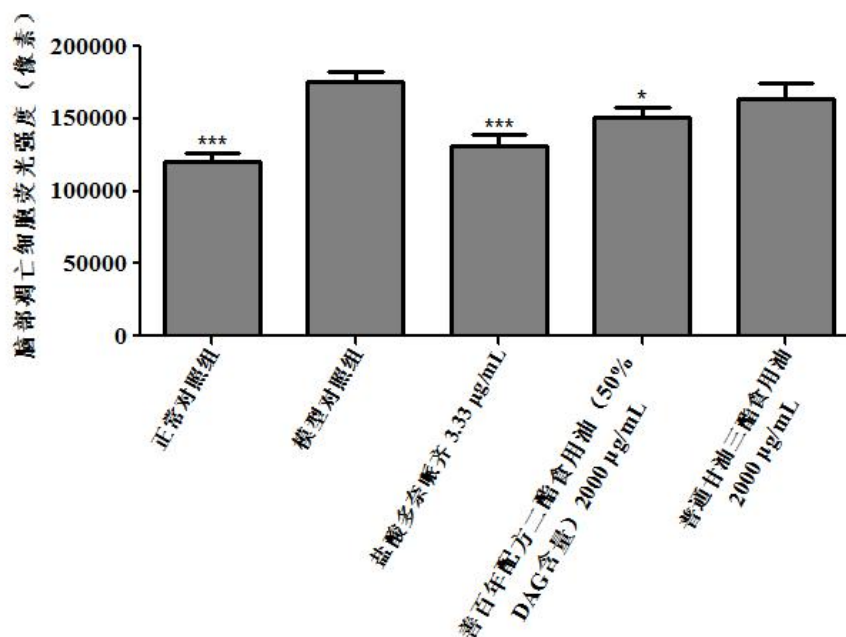


图 1-6. 样品处理后斑马鱼脑部凋亡细胞荧光强度

与模型对照组比较, * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

3.5. 对超氧化物歧化酶 (SOD) 的影响

在本实验条件下, 善百年配方二酯食用油 (50%DAG 含量) 具有增加 SOD 活力功效, 相比模型对照组, SOD 活力提升 7%, 普通甘油三酯食用油增加 SOD 活力效果不明显。详见表 1-5 和图 1-7。

表 1-5. 样品对超氧化物歧化酶 (SOD) 的影响评价实验结果 ($n = 3$)

组别	浓度 ($\mu\text{g/mL}$)	SOD 活力 (U/mgprot, mean $\pm$ SE)	增加 SOD 活力功效 (%)
正常对照组	-	$8.71 \pm 0.098^{***}$	-
模型对照组	-	6.48 ± 0.120	-
盐酸多奈哌齐	3.33	$7.57 \pm 0.150^{**}$	17
善百年配方二酯食用油 (50%DAG 含量)	2000	$6.93 \pm 0.045^*$	7
普通甘油三酯食用油	2000	6.57 ± 0.058	1

与模型对照组比较, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

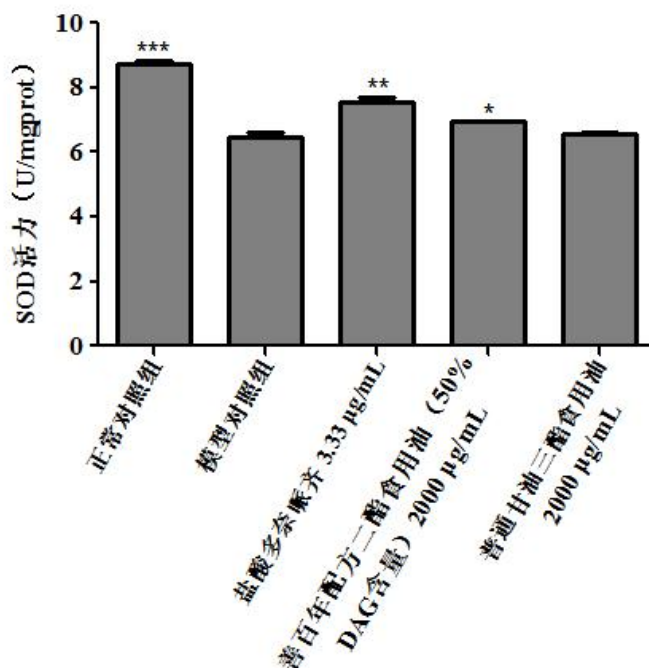


图 1-7. 样品处理后斑马鱼 SOD 活力

与模型对照组比较, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

3.6. 对过氧化氢酶 (CAT) 的影响

在本实验条件下, 善百年配方二酯食用油 (50%DAG 含量) 具有增加 CAT 活力功效, 相比模型对照组, CAT 活力提升 5%, 普通甘油三酯食用油增加 CAT 活力效果不明显。详见表 1-6 和图 1-8。

表 1-6. 样品对过氧化氢酶 (CAT) 的影响评价实验结果 ($n = 3$)

组别	浓度 ($\mu\text{g/mL}$)	CAT 活力 (U/mgprot, mean $\pm$ SE)	增加 CAT 活力 功效 (%)
正常对照组	-	$4.72 \pm 0.085^{***}$	-
模型对照组	-	3.66 ± 0.045	-
盐酸多奈哌齐	3.33	$4.34 \pm 0.030^{***}$	19
善百年配方二酯食用油 (50%DAG 含量)	2000	$3.85 \pm 0.044^*$	5
普通甘油三酯食用油	2000	3.76 ± 0.012	3

与模型对照组比较, * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

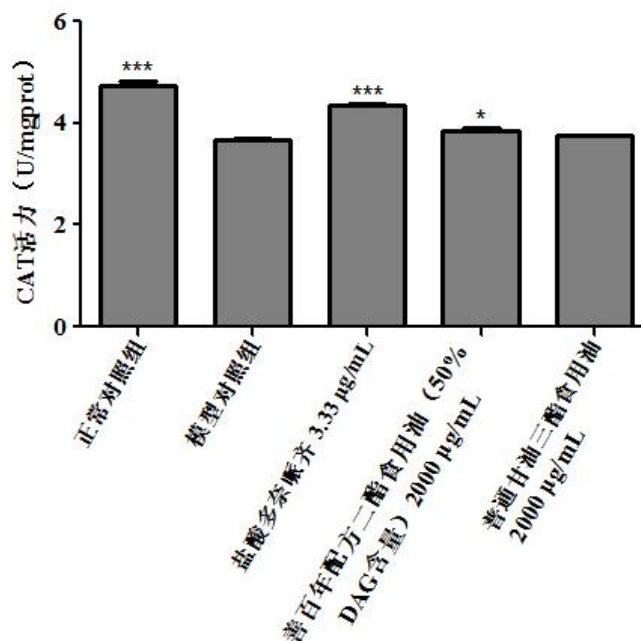


图 1-8. 样品处理后 CAT 活力

与模型对照组比较, * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

3.7. 对相关基因的影响

研究表明, 早期生长反应因子 1 (*egr1*) 对学习和长期记忆具有重要作用, 在神经退行性疾病中, 认知障碍与 *egr1* 的减少有关, AD 小鼠中 *egr1* 表达水平显著降低。生物信息学分析表明, *egr1* 表达水平降低与 AD 患者的认知障碍显著相关, 是 AD 的生物标志物之一; *egr1* 通过与 *bace1* 启动子结合并阻断 APP 信号的激活, 最终抑制 A β 沉积并改善 AD 的认知功能。因此, 通过上调 *egr1* 基因表达可改善 AD 认知功能障碍。

caspase-3 是细胞凋亡的标志物, 与 AD 密切相关。*caspase-3* 的激活通常被认为是海马区细胞凋亡的主要标志之一, AlCl₃ 通过激活 *caspase-3* 诱导大鼠大脑中的细胞凋亡, 从而诱导 AD 发生。

AD 与 ROS 和氧化还原系统失衡相关, *nrf2a* 是调节各种细胞抗氧化剂, 也是 ROS 的解毒剂。研究表明, AlCl₃ 使 *nrf2a/Ho-1* 信号传导受阻, 使 *nrf2a* 水平降低, 并降低 SOD 水平, 增加 MDA 水平, 最终导致氧化应激; 抗氧化能力的降低直接影响神经元的突触活动和神经传递, 从而导致认知功能障碍。

bdnf 是参与突触可塑性和神经元存活的重要神经营养因子, 通过调节海马体和前脑胆碱能神经系统的突触可塑性, 在学习记忆形成中具有重要作用; *bdnf* 在阿尔茨海默病 (AD) 中减

少, *bdnf* 减少通过激活 AD 中的 δ 分泌酶诱导 AD 样病理和认知功能障碍。

3.7.1 RNA 提取结果及引物序列信息

样品处理结束后, 提取斑马鱼总 RNA, 用紫外-可见光分光光度计测定 RNA 的浓度及 A260/A280 比值 (表 1-7), A260/A280 比值均在 1.8-2.2 之间, 表明提取得到斑马鱼总 RNA 质量较好, 可用于后续 q-PCR 实验。引物序列见表 1-8。

表 1-7 总 RNA 的浓度及 A260/A280 比值 (n = 3)

组别	浓度 ($\mu\text{g/mL}$)	RNA 浓度 ($\mu\text{g}/\mu\text{L}$)			A260/A280		
		样本一	样本二	样本三	样本一	样本二	样本三
正常对照组	-	0.765	0.714	0.696	1.98	2.02	2.02
模型对照组	-	0.684	0.676	0.712	1.98	1.98	1.98
盐酸多奈哌齐	3.33	0.682	0.679	0.634	2.01	2.00	1.98
善百年配方二酯食用油 (50%DAG 含量)	2000	0.595	0.583	0.716	2.01	2.01	1.94
普通甘油三酯食用油	2000	0.651	0.694	0.678	2.01	2.02	1.97

表 1-8 引物序列信息

基因	引物序列	
<i>β-actin</i>	Forward	5'-TCGAGCAGGAGATGGGAACC-3'
	Reverse	5'-CTCGTGGATACCGCAAGATTC-3'
<i>egr1</i>	Forward	5'-GATCACCTTGCTGGAGATACG-3'
	Reverse	5'-AGTTGGTGGCGGGTTCAAG-3'
<i>caspase3</i>	Forward	5'-CTTTGATCGCAGGACAGGCA-3'
	Reverse	5'-GTGATCGTCATGGGCAACTGT-3'
<i>nrf2a</i>	Forward	5'-CACTCCCAGAGTTGCAGCAGT-3'
	Reverse	5'-GCCACTTTGTTCTTGCCTCG-3'
<i>bdnf</i>	Forward	5'-TGGGTAAATCGCGACTGGTT-3'
	Reverse	5'-CTGTTGGAACATTTTCCCCTATG-3'

3.7.2. 相关基因检测

在本实验条件下，善百年配方二酯食用油（50%DAG 含量）能上调 *egr1*、*nrf2a*、*bdnf* 基因和下调 *caspase3* 基因表达，普通甘油三酯食用油上调 *egr1*、*nrf2a*、*bdnf* 基因和下调 *caspase3* 基因表达不明显。详见表 1-9、图 1-9、图 1-10、图 1-11 和图 1-12。

表 1-9. 样品对相关基因表达的影响 (n = 3)

组别	浓度 (μg/mL)	<i>egr1</i> 相对表达量 (mean ± SE)	<i>caspase3</i> 相对表达量 (mean ± SE)	<i>nrf2a</i> 相对表达量 (mean ± SE)	<i>bdnf</i> 相对表达量 (mean ± SE)
正常对照组	-	1.60 ± 0.072**	0.480 ± 0.011***	1.91 ± 0.087***	1.96 ± 0.085***
模型对照组	-	1.00 ± 0.028	1.00 ± 0.020	1.00 ± 0.047	1.00 ± 0.027
盐酸多奈哌齐	3.33	1.37 ± 0.067**	0.640 ± 0.030***	1.84 ± 0.071***	1.77 ± 0.082***
善百年配方二酯食用油 (50%DAG 含量)	2000	1.22 ± 0.026**	0.786 ± 0.053*	1.41 ± 0.053**	1.42 ± 0.030***
普通甘油三酯食用油	2000	1.07 ± 0.023	0.934 ± 0.101	1.11 ± 0.029	1.10 ± 0.024

与模型对照组比较，*p < 0.05，**p < 0.01，***p < 0.001

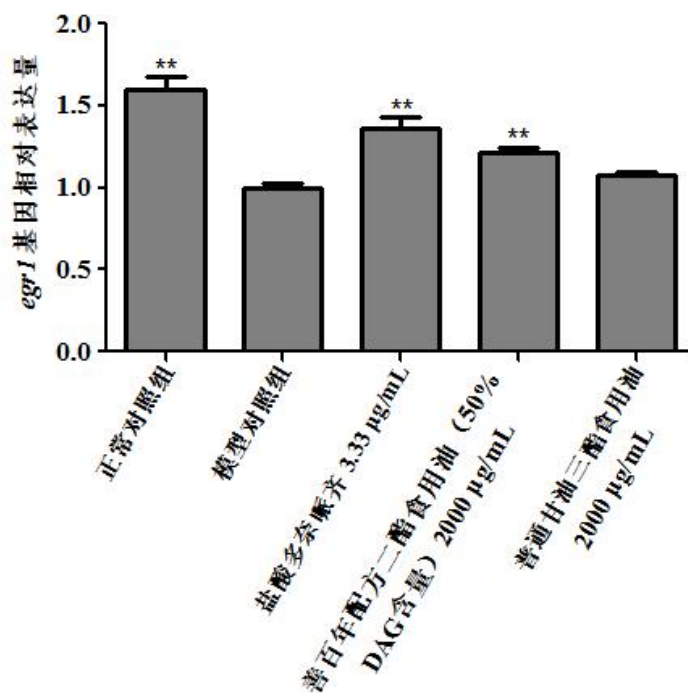


图 1-9. *egr1* 基因相对表达量

与模型对照组比较，**p < 0.01

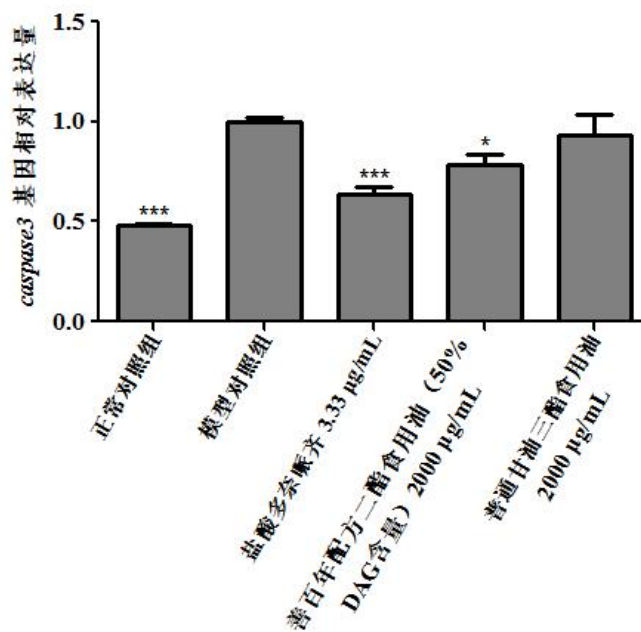


图 1-10. *caspase3* 基因相对表达量

与模型对照组比较, * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

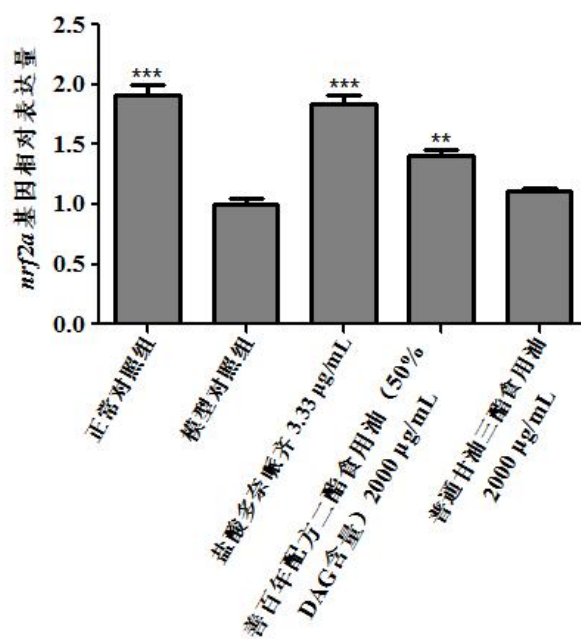


图 1-11. *nrf2a* 基因相对表达量

与模型对照组比较, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

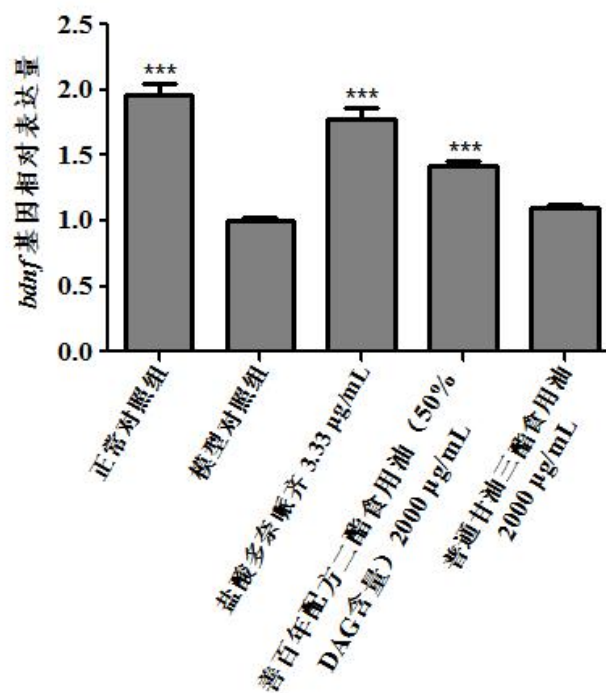


图 1-12. *bdnf* 基因相对表达量
 与模型对照组比较, *** $p < 0.001$

检测人员及分工

项目负责人：周佳丽（实验设计）

项目参与人员：夏波（实验操作、数据分析和实验报告撰写）

质量管理人员：夏雨洁

检测单位信息

单位名称：杭州环特生物科技股份有限公司

单位地址：浙江省杭州市滨江区江陵路 88 号 5 幢 A 区 1-2 楼

联系人：余红敏

电话：17718106281

E-mail: 764442523@qq.com

委托单位信息

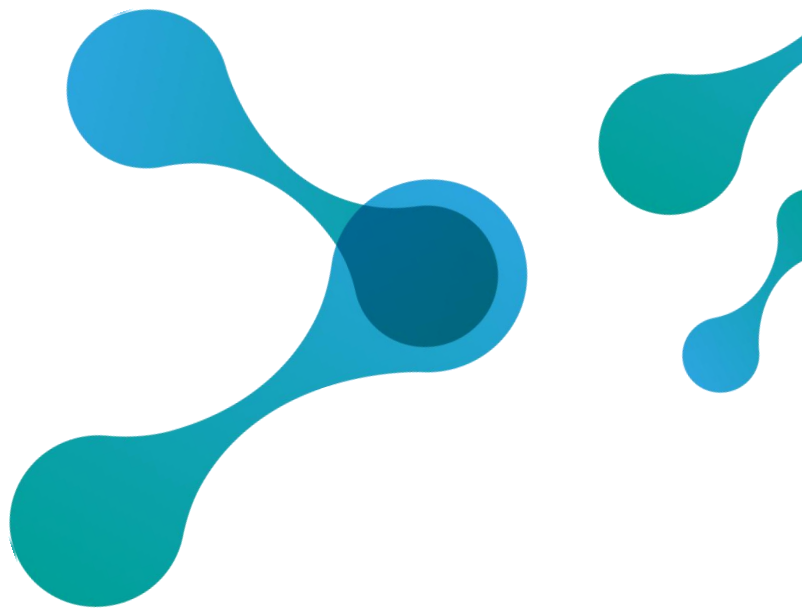
单位名称：广东善百年特医食品有限公司

单位地址：广州海珠区广州大道创投小镇 1 号楼善百年

联系人：陈晓磊

电话：18255028381

E-mail: /



健康美丽产业 CRO 服务开拓者与引领者



Web: www.zhunter.com

Email: info@zhunter.com

六大创新实验中心

杭 州：浙江省杭州市滨江区江陵路 88 号 5 幢 2 楼

南 京：江苏省南京市江宁区生命科技小镇

广 州：广州市白云区嘉禾街广云路 408 号 410 室

北 京：北京市北京经济技术开发区科创六街 2 号院 9 号楼 1 层 101 室

上 海：上海市奉贤区临港南桥科技绿洲 35 号楼一楼

Boston: 16192 Coastal Highway, Lewes, Delaware 19958, County of Sussex.