

文章编号: 1000-0615(2005)04-0507-05

## 新型风味素对养殖脊尾白虾海鲜风味的影响

徐年军, 严小军, 徐继林, 徐善良  
(宁波大学海洋生物工程重点实验室, 浙江 宁波 315211)

**摘要:**运用感官分析和GC/MS技术研究了两种新型海洋风味素对养殖脊尾白虾的感官特征和海鲜风味的影响,以及在暂养过程中的吸收规律。在脊尾白虾室内暂养的饲料中添加从海藻中提取的两种新型风味素DBP和TBP,经过一段时间的暂养后分别测定其体内的风味素含量,并进行感官分析,对各个实验组的明度、色调、香味、风味、异味、滋味、味觉、弹性和嫩度等感官指标进行分析比较、打分,并对虾的色泽、嗅觉、味觉、触觉等感官特征进行整体的描述与评价。结果表明:脊尾白虾能通过饲料添加的途径吸收一定浓度的风味素,两种风味素在脊尾白虾体内的累积能力各不相同。在实验条件下,脊尾白虾肉中风味素TBP的最大累积量为 $754.5 \text{ ng} \cdot \text{g}^{-1}$ ,而对DBP的最大累积量为 $172.2 \text{ ng} \cdot \text{g}^{-1}$ 。感官分析表明,通过在暂养过程中添加适量的风味素TBP可提高脊尾白虾的总体口感和海鲜风味。在脊尾白虾肉中的TBP含量在 $162.6 \sim 451.8 \text{ ng} \cdot \text{g}^{-1}$ 时,脊尾白虾具有最好的口感和海鲜味。

**关键词:**脊尾白虾;风味素;感官分析

中图分类号:S963.73 文献标识码:A

## Effects of new flavors on the seafood flavor of the cultured *Palaemon carinicauda*

XU Nian-jun, YAN Xiao-jun, XU Ji-lin, XU Shan-liang  
(Key Laboratory of Marine Biotechnology, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

**Abstract:** Sensory analysis and GC/MS were employed to study the effects of two marine flavors on the seafood flavor and sensory characters of the temporarily cultured *Palaemon carinicauda*, as well as the absorption of the flavors. Two new flavor additives, DBP and TBP, extracted from marine algae, were added into the feedstuff. The flavor contents in *P. carinicauda* were assayed after feeding with these special additives for 10 d. Volunteers were invited to give sensory analysis to various samples and grade them about their brightness, hue, fragrance, flavor, off-flavor, savor, taste, tissue elasticity and tenderness. And the color, sense, taste, touch characters of *P. carinicauda* were described and appraised. Results showed that *P. carinicauda* could absorb a certain of flavor compounds by feed with flavor additives. Two flavors were absorbed at different rates, and TBP was easier to be absorbed with the maximum concentration of  $754.5 \text{ ng} \cdot \text{g}^{-1}$ , while only  $172.2 \text{ ng} \cdot \text{g}^{-1}$  for DBP. The seafood flavor and the comprehensive taste of *P. carinicauda* were improved by adding proper concentration of TBP into their feedstuff. The best sensory value and seafood flavor were obtained when TBP ranged from  $162.6$  to  $451.8 \text{ ng} \cdot \text{g}^{-1}$ .

**Key words:** *Palaemon carinicauda*; flavor; sensory analysis

收稿日期: 2004-07-06

资助项目: 浙江省自然科学基金人才专项基金(RC02059)

作者简介: 徐年军(1973-),男,湖北赤壁人,博士,副研究员,主要从事海洋生物资源及海洋药物研究。Tel: 0574-87600458, E-mail: xunianjun@nbu.edu.cn

通讯作者: 严小军, Tel: 0574-87600458, E-mail: xiaojunyan@hotmail.com

脊尾白虾 (*Palaemon carinicauda*) 是我国浅海及河口重要的经济虾类, 其产量仅次于中国对虾和中国毛虾。其肉质细嫩, 味道鲜美, 除供鲜食外, 还可加工成虾米, 卵子可加工成虾籽, 性腺可干制成“虾脑”, 是出口创汇佳品。随着近年来人们对海鲜的需求量的不断增加, 海捕脊尾白虾的产量无法满足市场需求, 对其人工养殖技术研究和养殖规模逐渐扩大<sup>[1]</sup>, 关于其基础生物学及人工育苗方面的研究较多<sup>[2,3]</sup>。脊尾白虾作为一种重要的养殖产品, 在其苗种、养殖技术上已经有了很大的提高, 目前人工养殖已经能够保证较高的产量, 但养殖产品与野生白虾相比, 总是缺乏野生白虾所特有的浓郁的海鲜风味。海洋水产品肉质风味是一种比较复杂的气味和滋味的综合反应, 目前一般认为次黄嘌呤核苷酸、游离氨基酸和脂类是关键呈味物质<sup>[4]</sup>。最新研究表明, 一类新的风味相关的溴酚类物质的差异造成了同种海捕水产品与养殖水产品中风味的不同。正是由于该物质在养殖水产品中的缺乏, 使其总是不象原汁原味的海鲜<sup>[5-9]</sup>。本研究利用从海藻中提取的两种溴酚类风味素物质, 将其添加到室内暂养的养殖脊尾白虾的饲料中, 以达到改善和恢复养殖白虾的海洋风味、提高其经济价值的效果。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

养殖脊尾白虾采于宁波鄞县咸祥养殖虾塘, 总重 6 kg, 从中挑选健康且大小较均匀的个体 1000 尾, 平均体重 5 g, 体长 6.6 cm。

### 1.2 实验方法

**风味素饲料的配制** 将不同浓度的风味素在较低温度条件下添加到 1.5% 的琼胶中, 冷却后形成含风味素物质的琼脂块, 将其切成 5 mm 左右的小块, 每天下午饲喂 1 次。早上饲喂的饵料为南美白对虾饲料。风味素饵料的主要配方为: A1、A2 组为对照, 未加任何风味素; B1~ B3 组添加不同浓度的风味素 DBP (Dibromophenol), 其浓度分别为  $5 \times 10^{-6}$ 、 $50 \times 10^{-6}$  和  $500 \times 10^{-6}$ ; C1~ C3 组添加另一种风味素 TBP (Tribromophenol), 其浓度依次为  $5 \times 10^{-6}$ 、 $50 \times 10^{-6}$  和  $500 \times 10^{-6}$ ; D1~ D3 组同时添加两种风味素, 浓度依次为  $2.5 \times$

$10^{-6}$ 、 $25 \times 10^{-6}$  和  $250 \times 10^{-6}$ 。

**脊尾白虾的养殖** 将实验脊尾白虾放在  $40 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$  玻璃水族箱中恢复培养 3d 后开始实验, 水位 25 cm, 有效水体 60 L, 温度  $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ , 盐度 24, 连续充气。每只水族箱养殖实验虾 80~ 100 尾, 共 11 组。起始实验脊尾白虾数均为 100 尾, 实验过程中 B3 组和 D3 组全部死亡。实验结束后不投喂含风味素的饲料 2d, 最终各个实验组的脊尾白虾数依次是 66、71、76、62、55、69、85、71、71 尾。

**风味素含量测定** 采集虾样, 洗净, 其头和肉分别取样 20 g, 各加入 400 mL 蒸馏水, 匀浆。用  $10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  硫酸调 pH 值为 1.0, 室温过夜。用索氏萃取仪回流蒸馏, 萃取挥发性成分, 收集馏分, 400 mL 乙酸乙酯分多次萃取, 浓缩样品至 1 mL, 做 GC/MS。

**GC/MS 分析** 参照文献的[10]方法, 岛津 GC-2010, 柱起始温度:  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ ; 进样口温度:  $280 \text{ }^\circ\text{C}$ ; 分流比: 50: 1; 载气: 氦气; 柱压: 29.8 kPa; 总流速:  $34.6 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ ; 柱内流速:  $0.62 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ ; 线速度:  $29.0 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ ; 进样量: 2  $\mu\text{L}$ ; 保留时间: 50 min。质谱条件: EI 离子源,  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

**脊尾白虾的口感实验** 由 10 位志愿者盲法对各组脊尾白虾进行口感评定和风味品尝, 分别对其明度、色调、香味、风味、异味、滋味、味觉属性、组织弹性和嫩度等感官指标进行分析比较、打分, 并对虾的色泽、嗅觉、味觉、触觉等感官特征进行整体描述与评价。

## 2 结果

### 2.1 脊尾白虾风味素含量

与 A1、A2 组未加风味素样品组对比, B1、B2 组添加 DBP 使脊尾白虾体内的 DBP 含量有明显增加, 而 TBP 含量未见显著改变。C1、C2、C3 组添加 TBP 使虾体内 TBP 含量显著增加, 而且随着风味素添加剂含量的增加, 脊尾白虾体内的 TBP 含量增加, 说明脊尾白虾能够吸收足够的风味素 TBP。D1、D2 组样品中添加两种风味素使虾体内的 DBP 和 TBP 都随着添加浓度的增加而有所上升 (表 1)。比较虾头和肉中风味素的含量可以看出, 头部的风味素含量比肌肉中含量高。

表1 不同实验组脊尾白虾中两种风味素含量

Tab. 1 Two flavor contents of *P. carinicauda* in different groups  $\text{ng g}^{-1}$ 

组别 group	DBP		TBP	
	头 head	肉 meat	头 head	肉 meat
A1	7.7±0.21	4.1±0.11	116.9±5.09	55.7±2.72
A2	8.2±0.32	5.0±0.18	120.6±6.41	59.1±2.14
B1	138.4±1.98	29.7±1.03	100.1±5.13	62.4±1.99
B2	664.5±12.13	172.2±9.73	120.7±4.29	63.1±2.93
C1	9.0±0.33	5.3±0.15	471.8±13.27	162.6±7.21
C2	9.3±0.27	5.8±0.17	318.1±57.34	451.8±15.79
C3	8.9±0.45	7.1±0.20	2256.4±93.27	754.5±24.21
D1	60.8±1.92	17.2±0.57	281.8±17.21	136.5±6.93
D2	284.9±4.57	51.8±1.18	706.2±21.79	284.9±13.17

## 2.2 脊尾白虾风味的感官分析

对不同的口感指标分别进行打分,评分的标准参见文献[11],表中数值大小含义如下:色泽的明度是指样品表面有无光泽。以1~8之间的数值表示。1表示明度非常差,8表示明度非常好。色泽的色调是指样品颜色深浅。以1~8之间的数值表示。1表示色调非常浅,8表示色调非常深。嗅觉的香味是指样品的香气。以1~8之间

的数值表示。1表示香味非常淡,8表示香味非常浓。嗅觉的风味是指样品特有风味。以1~8之间的数值表示。1表示风味非常淡,8表示风味非常浓。嗅觉的异味是指样品非正常的气味。以1~8之间的数值表示。1表示异味非常浓,8表示异味非常淡。味觉的滋味是指样品好吃。以1~8之间的数值表示。1表示非常不好吃,8表示非常好吃。味觉的属性是指样品的味觉主要特点。以1~8表示,1:甜,2:酸,3:咸,4:苦,5:辣,6:其他。组织的弹性是指样品的新鲜度。以1~8之间的数值表示。1表示非常不新鲜,8表示非常新鲜。组织的嫩度是指样品嫩与老。以1~8之间的数值表示。1表示非常嫩,8表示老。

各个感官指标的统计平均值(表2)显示,从脊尾白虾的色泽指标看,B1组样品比对照好,C1组样品和对照基本类似。从嗅觉指标看,C1、C2组比较好。从味觉指标看,C1、C2组比对照好,脊尾白虾的风味有所提高。从组织特性看,风味素添加对脊尾白虾肌肉组织弹性变化不大,B1、C1、D1组味道比较鲜嫩。

表2 实验脊尾白虾的感官分析结果

Tab. 2 The sensory analysis results of *P. carinicauda*

组别 group	色泽 color		嗅觉 sense			味觉 taste		组织 tissue	
	明度 brightness	色调 hue	香味 fragrance	风味 flavor	异味 off-flavor	滋味 savor	属性 taste	弹性 elasticity	嫩度 tenderness
A1	5.20	5.50	5.30	5.70	7.20	5.50	6	5.80	5.30
A2	5.30	5.70	5.50	5.80	7.10	5.70	1	6.00	5.30
B1	5.60	5.90	5.00	5.20	7.10	5.50	6	5.80	5.10
B2	5.20	4.30	4.70	6.30	7.50	5.20	6	5.90	5.40
C1	5.30	5.20	5.50	5.80	7.30	6.00	6	5.80	5.30
C2	5.10	4.80	5.00	5.80	7.30	6.00	1	5.60	5.40
C3	4.80	4.10	5.30	5.50	7.15	5.30	1	5.65	5.60
D1	5.00	4.10	4.90	5.10	7.10	5.15	6	5.90	5.20
D2	4.80	4.50	5.10	4.60	7.00	5.10	6	5.00	5.00

注:本表制作参照文献[11]

Notes: the table is made according to reference 11

## 2.3 总体描述

各个实验志愿者按照样品的综合感官指标进行描述,对定量评价指标进行补充说明。综合各组实验结果,在总体感觉排序中,C1组被认为是最好的,得5票;C2组得3票;A1组、A2组得2票;除D1组是0票外,其它都得1票(表3)。

## 3 讨论

### 3.1 脊尾白虾中风味素含量的分布

本研究中不同养殖实验组喂食风味素后,脊尾白虾的体内吸收特征显示其头部含量明显高于肌肉含量,这表明脊尾白虾体内的风味素累积可

表3 脊尾白虾的感官分析总体描述

Tab. 3 The comprehensive sensory description of

*P. carinicauda*

组别 group	色泽、嗅觉、味觉、触觉等感官特征描述 the sensory description in color, sense, taste and touch of <i>P. carinicauda</i>
A1	色泽较好, 无异味, 有虾味, 个体一般 Color: good; taste: genuine shrimp flavor; size: medium
A2	色泽较好, 无异味, 口感较好, 个体一般 Color: good; taste: no off-flavor; size: medium
B1	色泽较好, 口感较差, 肉无弹性, 个体大 Color: good; taste: poor; texture: without flexibility; size: big
B2	色泽较淡, 无异味, 有虾味, 个体大 Color: fainted; taste: genuine shrimp flavor; size: big
C1	色泽一般, 无异味, 口感较好, 有香味 Color: fair; taste: delicious; odor: good
C2	色泽一般, 无异味, 口感较好 Color: fair; taste: delicious
C3	色泽较差, 口感一般, 有虾味 Color: poor; taste: fair, shrimp flavor
D1	色泽较差, 无异味, 口感一般, 肉质差 Color: poor; taste: fair, no off-flavor; texture: poor
D2	色泽较差, 口感较差, 香味平淡, 肉质较差 Color: poor; taste: poor; odor: fainted; texture: poor

能是靠摄食从饵料中得到的, 其头部的高风味素含量可能是由于残余饵料中的风味素造成的。Whitfield 等<sup>[7]</sup>对 9 种对虾的 30 个样品的研究表明, 野生对虾中头、尾的风味素含量比为 1.3: 1~36: 1, 平均比例为 7.7: 1。本研究中饲喂未添加风味素饲料的脊尾白虾中的风味素含量头尾比约为 2: 1, 而饲喂有风味素添加剂饲料的脊尾白虾中的风味素含量头尾比为 2.06: 1~5.50: 1, 表明在风味素添加实验结束后的 2 d 内, 脊尾白虾体内通过摄食获得的风味素已经部分消化吸收。实验结果表明: 通过投喂有风味素的饵料可以使脊尾白虾体内风味素含量增加, 最终使其肌肉中的风味素含量增加, 从而使白虾具有较浓的海鲜风味。

### 3.2 不同风味素的效果差别

比较添加相同量的两种风味素的实验组, 如 B1 组和 C1 组、B2 组和 C2 组, 其结果 TBP 的含量远大于 DBP, 表明 TBP 比 DBP 易被吸收; 在 D1 组、D2 组中, 添加相同量的 TBP 和 DBP 后, 虾中 TBP 含量高于 DBP, 同样也说明 TBP 比 DBP 更易被脊尾白虾吸收。文献[12]报道中对海产品中 5 种主要的风味素物质的测定显示, 绝大部分海洋水产品中的 TBP 含量比 DBP 含量高, 而使海产品的海鲜风味增加的几种风味素中, TBP 和 DBP 都是主要的呈味物质, 其中 TBP 使海产品具有虾味, 而 DBP 能产生一种似碘或碘仿的风味<sup>[10, 13]</sup>。

### 3.3 不同风味素添加的效果不同

在各组试验中, 通过对饲喂不同风味素的脊尾白虾的感官分析评价的总结可以得出以下规律: 1、不同风味素对脊尾白虾的风味具有不同的影响, 如适当添加风味素 TBP 后脊尾白虾的综合感官评价比对照组好。而添加另一种风味素 DBP 后脊尾白虾的色泽有所提高, 口感却有所下降。2、风味素添加的量对脊尾白虾风味具有很大的影响, 适当的添加量能有效地改善脊尾白虾的风味, 如添加  $5 \times 10^{-6}$  的风味素 TBP 使脊尾白虾的口感和风味明显改善。而投喂过量的风味素不但不能被脊尾白虾完全吸收, 还在一定程度上污染了环境, 浪费了原料, 提高了养殖成本。

Whitfield 在研究中发现, 很多虾类饵料中的风味素含量很低, 而作为饵料加工的原料中风味素物质较为丰富, 主要原因是在加工过程中风味素物质容易损失, 因而养殖虾事实上不能从饵料中获得这类挥发性的风味素物质<sup>[8]</sup>。本研究利用特殊的加工工艺, 将风味素物质在体外包埋后投喂脊尾白虾, 从而使养殖脊尾白虾在暂养过程中风味素含量提高, 海鲜风味更浓郁。

### 3.4 风味素的来源

本研究的主要风味素物质来源于海洋藻类。事实上, 这类物质广泛存在于海洋生物中, 特别是沙参、被囊动物等, 在作为养殖饲料的海洋低值鱼类中含量也较为丰富。Whitfield 等<sup>[14]</sup>研究了 16 种多毛环节类动物和 10 种苔虫共 58 个样品的 5 种主要风味素的含量, 结果在 91% 的多毛类和 64% 的苔虫中存在 5 种风味素, 所有的样品都含有至少三种溴酚风味素, 几乎所有样品中 TBP 含量都是最高的, 多毛类的风味素含量在  $58 \text{ ng} \cdot \text{g}^{-1}$  ~  $83 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , 而苔虫的浓度为  $36 \sim 1668 \text{ ng} \cdot \text{g}^{-1}$ 。Whitfield 等<sup>[15]</sup>研究表明: TBP 在所有大型海藻中均有分布, 而 DBP 在部分海藻中存在, 5 个主要的风味素物质的含量在绿藻刺松藻 (*Cladophora fragile*) 中分布最低, 为  $0.9 \text{ ng} \cdot \text{g}^{-1}$ , 而在红藻 *Pterocladia capillacea* 中最高, 为  $2590 \text{ ng} \cdot \text{g}^{-1}$ 。海洋生物中这类风味素化合物的含量随着季节变化, 冬季含量较多, 夏季较少。而海藻是海洋环境中风味素物质的初级生产者和主要来源<sup>[16]</sup>。

### 参考文献:

[1] 夏德庆. 脊尾白虾生物学特性及其养殖技术[J]. 中国水产,

- 1999, 3: 42- 43.
- [2] 梁象秋, 李亚娟, 周昭曼. 脊尾白虾的幼体发育[J]. 水产学报, 1988, 12(2): 157- 168.
- [3] 陆开宏, 华建权, 陈贤龙. 人工培育脊尾白虾蚤状幼体的饵料基础研究[J]. 黄渤海海洋, 2001, 19(4): 63- 70.
- [4] 李志琼, 杜宗君, 范林君. 饲料营养对水产品肉质风味的影响[J]. 水产科学, 2002, 21(2): 38- 41.
- [5] Morita K. Sensory characteristics and volatile components in aromas of boiled prawns prepared according to experimental designs [J]. Food Research International, 2001, 34(6): 473- 481.
- [6] Neiland A E, Soley N, Varley J B, *et al.* Shrimp aquaculture: economic perspectives for policy development[J]. Marine Policy, 2001, 25(4): 265- 279.
- [7] Whitfield F B, Helidoniotis F, Shaw K J, *et al.* Distribution of bromophenol in Australia wild-harvested and cultured prawns [J]. J Agric Food Chem, 1997, 45: 4398- 4405.
- [8] Whitfield F B, Helidoniotis F, Smith D. Role of feed ingredients in the bromophenol content of cultured prawns [J]. Food Chemistry, 2002, 79(3): 355- 365.
- [9] Boyle J L, Lindsay R C, Stuber D A. Occurrence and properties of flavor-related bromophenols found in the marine environment: a review [J]. J Aquat Food Prod Technol, 1993, 2: 75- 112.
- [10] 徐继林, 严小军, 徐年军, 等. 海产品中溴酚类海洋风味素的气相色谱- 质谱联用分析[J]. 水产学报, 2004, 28(1): 100- 105.
- [11] GB 12310- 12316- 90. 感官分析方法总论[S].
- [12] Chung H Y, Joyce Ma W C, Kim J S. Seasonal distribution of bromophenols in selected Hong Kong seafood [J]. J Agric Food Chem, 2003, 51(23): 6752- 6760.
- [13] Whitfield F B, Shaw K J, Walker D I. The source of 2, 6-dibromophenol: cause of an iodoform taint in Australian prawns [J]. Water Sci Technol, 1992, 25: 131- 138.
- [14] Whitfield F B, Drew M, Helidoniotis F, *et al.* Distribution of bromophenols in species of marine polychaetes and bryozoans from eastern Australia and the role of such animals in the flavor of edible ocean fish and prawns [J]. J Agric Food Chem, 1999, 47(11): 4756- 4762.
- [15] Whitfield F B, Helidoniotis F, Shaw K J, *et al.* Distribution of bromophenols in species of marine algae from eastern Australia [J]. J Agric Food Chem, 1999, 47(61): 2367- 2373.
- [16] Chung H Y, Ma W C, Ang P O Jr, *et al.* Seasonal variations of bromophenols in brown algae (*Padina arborescens*, *Sargassum siliquastrum*, and *Lobophora variegata*) collected in Hong Kong [J]. J Agric Food Chem, 2003, 51(9): 2619- 2624.

## 欢迎订阅 2006 年《淡水渔业》

《淡水渔业》创刊于 1971 年, 是中国水产学会主办、中国水产科学院长江水产研究所编辑出版的科技期刊。三十多年来, 多次获中国科协优秀期刊、中国水产学会优秀期刊及湖北省优秀期刊等荣誉。本刊立足水产, 面向全国, 内容经典、权威、实用、新颖, 是各级渔业科技工作者的良师益友, 更是广大渔民养殖致富的好帮手。

本刊主要刊登科研进展、创新实践及生产经验等方面的科技论文, 本刊的编辑方针是提高与普及相结合, 积极为科研和生产服务。热忱欢迎水产相关科研院所专业技术人员、大专院校师生、各级技术推广人员和养鱼专业户订阅。

本刊为双月刊, 大 16 开, 64 页, 国内外公开发行。国内统一刊号 CN 42- 1138/S, 邮发代号 38- 32, 国际标准刊号 ISSN 1000- 6907。每期定价 5 元, 全年 6 期共 30 元。读者可采用两种方式订阅: ①可在当地邮局订阅; ②直接汇款到杂志社订阅。

编辑部地址: 湖北省荆州市江汉北路 41 号《淡水渔业》编辑部(434000)

电话: 0716- 8130465 传真: 0716- 8130465

E-mail: dsyy@chinajournal.net.cn Http: dsyy.chinajournal.net.cn