渔业研究　2023,45(4):372 – 377　　http://www.hyyysci.com
Journal of Fisheries Research　　DOI:10.14012/j.cnki.fjsc.2023.04.007

黄　姻,文露婷,杜雪松,等.两种养殖模式下全州禾花鲤4种风味物质的差异性分析[J].渔业研究,2023,45(4):372 – 377.

两种养殖模式下全州禾花鲤4种风味物质的差异性分析

黄　姻[1],文露婷[1],杜雪松[1],田泽宇[1],李　哲[2],
黄　博[1],武　霞[3],李　青[1],覃俊奇[1],陈　忠[1*]

(1.广西壮族自治区水产科学研究院,广西 南宁 530021;
2.湖南农业大学,湖南 长沙 410128;
3.广西师范大学生命科学学院,广西 桂林 541006)

摘要: 为研究池塘和稻田养殖模式对全州禾花鲤(*Cyprinus carpio* var. Quanzhounensis)风味物质的影响,采用顶空固相微萃取法检测全州禾花鲤肌肉和肝胰腺中的E – 2 – 壬烯醛、2 – 甲基异莰醇(2 – MIB)和土臭素(GSM)的含量,以及利用高效液相色谱串联质谱仪检测次黄嘌呤核苷酸(IMP)的含量,并进行比较分析。结果显示,在土腥味物质方面,稻田养殖模式下禾花鲤肌肉的2 – MIB和GSM含量极显著高于池塘养殖模式,肝胰腺的E – 2 – 壬烯醛和GSM含量极显著高于池塘养殖模式($P<0.01$);在鲜味物质方面,稻田养殖模式下禾花鲤肌肉的IMP含量极显著高于池塘养殖模式($P<0.01$),肝胰腺的IMP含量不存在显著差异($P>0.05$)。综上所述,稻田养殖的全州禾花鲤鲜味更高,但土腥味更重;池塘养殖的全州禾花鲤土腥味淡,但鲜味不浓。

关键词: 全州禾花鲤;养殖模式;风味物质;土腥味;鲜味
中图分类号: S917.4　　**文献标识码:** A　**文章编号:** 2096 – 9848(2023)04 – 0372 – 06

全州禾花鲤(*Cyprinus carpio* var. Quanzhounensis)俗名禾花鱼,原产于广西壮族自治区桂林市全州县,鱼种经过长期的稻田放养及驯化,因喜食水稻掉落的稻花而得名[1]。禾花鲤在分类学上隶属于鲤形目(Cypriniformes)、鲤科(Cyprinidae)、鲤属(*Cyprinus*),是历史悠久的稻田生态养殖品种之一[2]。与其他养殖鲤品种相比,全州禾花鲤体型更为粗短,全身深紫色呈半透明状,形成了有别于其他养殖鲤群体的独特表型[3],具有鳞细皮薄无细刺、肉嫩清香等特点,集美食与观赏性于一体[4]。禾花鲤是由中国稻鱼共生系统农作模式保存和维系而来的宝贵种质资源,因稳粮、增收、提质、促渔和可持续等优点而成为水产养殖的研究热点[5],是广西桂西北地区农民脱贫攻坚的主导养殖鱼类,也是广东粤北地区稻渔综合种养的主推种类之一[6]。

中国的“稻 – 鱼共生”养殖模式历史悠久[7],稻田的浅水环境可为鱼类提供优良的栖息环境和营养丰富的天然饵料,禾花鲤的天然饵料主要包括稻花、部分浮游植物、浮游动物以及底

收稿日期: 2022 – 11 – 08
基金项目: 广西特色淡水鱼产业创新团队(nycytxgxcxtd – 2021 – 08);广西自然科学基金(2020GXNSFBA297146);国家自然科学基金(31960730)
作者简介: 黄　姻(1980—),女,高级工程师,学士,研究方向:水产动物遗传育种和生态养殖。E – mail:1130443865@qq.com
通信作者: 陈　忠(1974—),男,高级工程师,学士,研究方向:水产养殖与遗传育种。E – mail:cz1050@qq.com

栖动物等[8]；田中稻鱼可为稻田松土、除草除虫，其排泄物还可以提高土壤的肥力[9]。稻田养殖是中国大力支持发展和推广的一种水产养殖模式[10]。但随着人口的增加和居民经济水平的提高，稻田养鱼的产量已经满足不了人们对稻鱼等水产品的日常需求。同时在环境保护的高压下，“三网拆除”、大水面限养和池塘养殖等成为了水产品养殖的主体[11]，其中池塘养殖是中国常见的最重要的一种人工养殖模式。养殖阶段是水产品土腥味形成的重要时期。一种水产品的土腥味会影响加工和销售等多个环节，土腥味太浓，将会提高后续食品加工和销售的难度，需要增加成本去除腥味。随着消费者对产品要求的提高，土腥味会降低产品的盈利能力，严重影响消费者对一种水产品的购买率和回购率[12]。

关于全州禾花鲤风味物质的研究，国内外较少见，仅有孙文波等[13]对稻田和池塘养殖两种模式下禾花鲤体内的氨基酸组成进行了分析。全州禾花鲤作为广西喜爱的稻田鲤鱼，其最流行的吃法是去胆后整体油炸或煎焖。因此，肌肉和肝胰腺中的腥味物质对全州禾花鲤食用价值有重大影响。本研究采用池塘和稻田两种养殖模式，对全州禾花鲤肌肉和肝胰腺中的腥味和鲜味物质进行比较分析，通过比较两种养殖模式下禾花鲤的腥味和鲜味物质的差异显著性，来判断两种养殖模式的优缺点，为推广禾花鲤的不同养殖模式提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

试验动物：（2.51 ± 0.98）g 全州禾花鲤苗，共 900 尾，采自海南省乐东县九所镇广西农业良种南繁基地。

仪器：TGL – 16 高速冷冻离心机（湖南湘仪）、涡旋振荡仪（湖南湘仪）、移液枪（力辰科技）、液相色谱 Waters Acquity UPLC、质谱 AB SCIEX 5500 QQQ – MS 3.2。

标准试剂：甲醇、乙腈均购自美国 Sigma 公司，色谱级；甲酸铵、氨水购自上海阿拉丁生化科技股份有限公司；土臭素（GSM）、2 – 甲基异茨醇（2 – MIB）、E – 2 – 壬烯醛和次黄嘌呤核苷酸（IMP）标准品购自上海源叶生物科技有限公司。

1.2　试验方法

将 900 尾全州禾花鲤苗随机分为池塘和稻田 2 个试验组，每组设 3 个重复，投放密度为2 250 尾/hm^2。池塘组投喂配合饲料，每日早晚各投喂一次，总投喂量不超过全州禾花鲤体质量的 3%；稻田组任其自然生长，不投喂任何人工饲料，养殖时长均为 3 个月。养殖结束后，从池塘组和稻田组中各随机捞出 18 尾全州禾花鲤，分别置于曝气自来水中暂养，禁食 24 h。经间氨基苯甲酸乙酯甲磺酸盐（MS 222）麻醉处理后，用镊子去除背部鱼鳞和鱼皮以暴露肌肉组织，用剪刀剪取其背部两侧肌肉并剖取相应的肝胰腺，分别冻存于–80 ℃冰箱内待测。

采用顶空固相微萃取法对 GSM、2 – MIB、E – 2 – 壬烯醛进行检测并定量。利用 Thermo Trace 1300 气相色谱 – ISQ7000 质谱联用仪（GC – MS）、色谱柱 DB – 5ms（60 m × 0.25 mm × 0.25 μm）测定样品中的 GSM、2 – MIB、E – 2 – 壬烯醛的含量。分别精密称取 GSM、2 – MIB 和 E – 2 – 壬烯醛标准品适量，加入甲醇配制成含标准品最终浓度为5 000、2 000、1 000、500、200、100、50、20 ng/mL的系列溶液，移取 100 μL 系列溶液于 20 mL 顶空瓶中进样分析。根据不同浓度及相应浓度下标准品的峰面积绘制出标准曲线，用于样本中 GSM、2 – MIB、E – 2 – 壬烯醛浓度的计算。

利用高效液相色谱串联质谱仪测定 IMP 含量。使用液相色谱 Waters Acquity UPLC、质谱 AB SCIEX 5500 QQQ – MS、色谱柱 Acquity UPLC BEH Amide（1.7 μm × 2.1 mm × 100 mm）测定 IMP 含量。将精密标准品加入 50% 甲醇分别配制成不同浓度的系列溶液，根据不同浓度及相应浓度下标准品的峰面积绘制出标准曲线，用于样本中 IMP 浓度的计算。

1.3　数据处理

所有的测定数据均采用 Excel 2019 进行整理，采用 SPSS 26.0 进行单因素方差分析及检验方差齐性，根据方差齐性结果进行独立样本 T 检验，结果用均值 ± 标准差（Means ± SD）进行表示。

2　结果与分析

2.1　三种土腥味物质含量的比较分析

取样过程中，通过肉眼观察到暂养中的稻田

组全州禾花鲤外观颜色更为艳丽，尾巴臀鳍边缘呈现亮橘色。去除鳞片和皮肤，暴露肌肉后，可观察到稻田组全州禾花鲤的肌肉亮度比池塘组的更亮，肌纤维面积大、密度低，而池塘组的肌纤维面积小、密度高。

两种养殖模式下禾花鲤肌肉中的三种土腥味物质含量结果如表1所示，池塘养殖和稻田养殖禾花鲤肌肉中的E－2－壬烯醛含量不存在显著差异（$P>0.05$）；2－MIB和GSM含量存在极显著差异（$P<0.01$），稻田养殖模式全州禾花鲤肌肉中的2－MIB和GSM含量极显著高于池塘养殖模式（$P<0.01$）。

两种养殖模式下禾花鲤肝胰腺中的E－2－壬烯醛和GSM含量存在极显著差异（$P<0.01$），稻田养殖模式禾花鲤肝胰腺的E－2－壬烯醛和GSM含量极显著高于池塘养殖模式（$P<0.01$），2－MIB含量差异不显著（$P>0.05$）（表2）。

表1 两种养殖模式下全州禾花鲤肌肉中的三种土腥味物质含量

Tab. 1 The contents of three kinds of earthy smell substances in the muscle of *C. carpio* var. Quanzhounensis under two kinds of aquaculture mode

养殖模式 Aquaculture mode	E－2－壬烯醛/ng·g^{-1} E－2－nonenal	2－甲基异莰醇/ng·g^{-1} 2－MIB	土臭素/ng·g^{-1} GSM
池塘养殖 Pond culture	29.27±10.98	17.94±3.97	19.52±3.25
稻田养殖 Rice field culture	21.74±4.75	59.03±17.83**	48.59±13.77**

注：同列数据，*表示差异显著（$P<0.05$），**表示差异极显著（$P<0.01$）。下表同此。

Notes: Data in the same column, * indicated significant difference ($P<0.05$), ** indicated extremely significant difference ($P<0.01$). The same as below.

表2 两种养殖模式下全州禾花鲤肝胰腺中的三种土腥味物质含量

Tab. 2 The contents of three kinds of earthy smell substances in the hepatopancreas of *C. carpio* var. Quanzhounensis under two kinds of aquaculture mode

养殖模式 Aquaculture mode	E－2－壬烯醛/ng·g^{-1} E－2－nonenal	2－甲基异莰醇/ng·g^{-1} 2－MIB	土臭素/ng·g^{-1} GSM
池塘养殖 Pond culture	29.77±12.61	15.96±4.99	18.58±3.91
稻田养殖 Rice field culture	253.09±107.70**	9.87±4.26	42.99±15.22**

2.2 禾花鲤肌肉和肝胰腺中的IMP含量的比较分析

两种养殖模式下禾花鲤肌肉和肝胰腺中IMP的含量结果如图1所示，通过观察柱状图可以得出两种养殖模式的禾花鲤肌肉中IMP含量存在极显著差异（$P<0.01$），稻田养殖模式下禾花鲤肌肉的IMP含量［（2.30±0.39）ng·mg^{-1}］极显著高于池塘养殖模式［（1.08±0.40）ng·mg^{-1}］。两组禾花鲤肝胰腺的IMP含量差异不显著（$P>0.05$）。

3 讨论

3.1 禾花鲤体内的腥味物质分析

土腥味物质由多种不同的化学物质组成，种类繁多。淡水养殖鱼类的土腥味物质主要包括2－MIB、GSM、E－2－壬烯醛、3－庚酮和8－正十七烯等[14－15]。Howgate P等[16]和Khiari D等[17]等均证实造成淡水鱼类土腥味最关键的物质是GSM和2－MIB。王国超等[18]对罗非鱼的研究结果也证明，造成罗非鱼土腥味的主要因素是GSM和2－MIB。GSM和2－MIB是养殖水体中的常见物质且难以被排除，产自于水体中的放线菌和浮游藻类等，在养殖过程中通常被养殖鱼类吸收和富集，从而加重鱼体的土腥味[19]。程亚美等[20]对尼罗罗非鱼的研究结果也证实了这一点，与淡水养殖的罗非鱼相比，盐碱水体因能够抑制水体中浮游藻类的繁殖，从而显著减少罗非鱼的土腥味。

本研究结果中，稻田养殖模式下禾花鲤肌肉中的 2 – MIB 和 GSM 含量极显著高于池塘养殖模式，肝胰腺中的 E – 2 – 壬烯醛和 GSM 含量极显著高于池塘养殖模式，表明稻田养殖模式下的禾花鲤肌肉的土腥味极显著浓于池塘养殖模式。E – 2 – 壬烯醛是一种具有草腥味的腥味物质[21]，因此稻田养殖禾花鲤肝胰腺中草腥味极显著浓于池塘养殖。推测是农作物施肥等原因，导致稻田养殖模式的水体中含有较高含量的营养物质和氮磷元素，更适宜各种浮游藻类大量繁殖，因此稻田养殖的水环境中土腥味物质含量高，再加之稻田中的禾花鲤会进食浮游藻类等，这为其肌肉和肝胰腺中土腥味物质的更多积累提供了方便。而池塘养殖模式的尾水处理系统可以及时排出因残饵粪便等而富营养化的水体，同时池塘中的水生植物可以很好地吸收氮磷，抑制蓝绿藻等藻类的生长繁殖，因此其水体中的腥味物质含量低于稻田养殖模式。

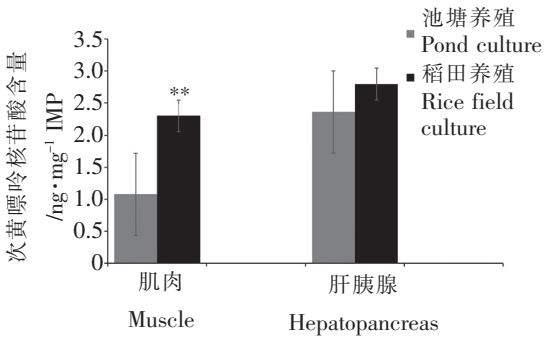

图 1　两种养殖模式下禾花鲤肌肉和肝胰腺中的 IMP 含量

Fig.1　The content of a tasty substance in *C. carpio* var. Quanzhounensis under two aquaculture modes

注：柱子上，* 表示两种养殖模式下肌肉之间或肝胰腺之间差异显著（$P < 0.05$），** 表示差异极显著（$P < 0.01$）。

Notes: Data in the same column, * indicated significant difference between muscles or between hepatopancreas under two aquaculture modes ($P < 0.05$), ** indicated extremely significant difference ($P < 0.01$).

3.2　禾花鲤体内的鲜味物质分析

鲜味影响肉及其制品的品质与销量，而在与鲜味有关的化合物中，起关键作用的有氨基酸和核苷酸两类物质。氨基酸中，谷氨酸、天冬氨酸的鲜味最明显，是呈鲜味的特征氨基酸[22]。核苷酸有多种异构体，只有在 5’碳原子上连接到糖和羧酸的才具有鲜味[23]，如 5’– 肌苷酸、5’– 鸟苷酸、5’ – 腺苷酸、5’– 胞苷酸和5’– 尿苷酸，其中鲜味最强的是 5’– 肌苷酸，即 IMP[24]。IMP 在动物活体内主要是通过从头合成途径和重新利用途径合成的，从头合成途径主要在胞液中进行，首先合成 IMP，然后通过不同途径分别生成腺嘌呤核苷酸（AMP）和鸟嘌呤核苷酸（GMP），AMP 再经腺苷酸脱氨酶脱氨生成 IMP[25]。鱼肉的鲜味与 IMP 的含量息息相关，肌肉中较高的 IMP 含量可以使鱼肉鲜香可口，进而提高其经济价值[26]。在最具风味的野生鲤和淡水鱼的风味组成中，IMP 含量占总核苷酸的 60%，而三磷酸腺苷（ATP）、二磷酸腺苷（ADP）、肌苷、次黄嘌呤的含量很低，因此 IMP 被认为是相当重要的风味指标[25]。研究证实测定 IMP 的积累量还可以衡量海鲜的新鲜程度[27]，这是因为 IMP 是动物死后在酶的作用下 ATP 的最终降解产物，而 IMP 的降解产物肌苷会产生苦味，影响肉的风味[28]。IMP 更是一种强力助鲜剂，通过去除鲜味感觉部位的金属离子，使谷氨酸钠有效地作用于味觉神经上，从而增强鲜味。国内已有多位学者对鱼类肌肉的 IMP 含量开展研究，如叶春艳等[29]利用纸层析法研究了松花江鲤鱼肌肉 IMP 含量与鱼肉保鲜时间的关系；刘旭等[30]首次在国内测定比较了 6 种鱼类肌肉的 IMP 含量；李清等[31]测定分析并比较了 3 种不同水源池塘中鲤鱼、鲢鱼和草鱼 3 种鱼肉 IMP 的含量；杨娟宁等[32]测定比较了黄河鲤（*Cyprinus carpio*）、兰州鲇（*Silurus lanzhouensis*）和鲇（*Silurus asotus*）的肌肉 IMP 含量；赵叶等[33]研究表明饲料中添加谷氨酸可显著提高草鱼肌肉中 IMP 含量；Li K 等[34]研究发现死亡后的鲫（*Carassius auratus*）在冰上贮存 4 h 后，其 IMP 含量达到最高值。

本研究结果显示，稻田养殖禾花鲤肌肉中的 IMP 含量极显著高于池塘养殖，表明稻田养殖模式下禾花鲤肌肉的鲜味程度更高，极显著高于池塘养殖模式。推测其原因是池塘养殖模式下禾花鲤的养殖密度高，水体中的溶解氧浓度下降，厌氧菌滋生，容易产生异味，导致禾花鲤肌肉的肌苷酸低，鲜味弱[31]。IMP 的含量还与饲料组分有关，本试验中池塘养殖的禾花鲤进食人工饲

料，而稻田养殖的禾花鲤以稻田中的天然饵料为食，这也是造成其肌肉 IMP 含量极显著性高于池塘养殖模式的原因。

4 结论

稻田养殖模式下禾花鲤肌肉中的 2－MIB 和 GSM 含量极显著高于池塘养殖模式，肝胰腺中的 E－2－壬烯醛和 GSM 含量极显著高于池塘养殖模式；稻田养殖模式下禾花鲤肌肉中的 IMP 含量极显著高于池塘养殖模式。结果表明，相比于传统的稻田养殖，池塘养殖禾花鲤肌肉和肝胰腺中的土腥味没有增加，但鲜味减少。在池塘养殖中降低土腥味的同时保留鲜味是今后研究的方向。

参考文献：

[1] 许艺兰，陈忠，覃俊奇，等. 全州禾花鲤主要生长性状的遗传参数估计［J］. 广西科学，2022，29（4）：801－808.

[2] 蒋云龙，闫晓琼. 浅谈全州县稻田养殖禾花鱼的历史、现状及如何向产业化发展［J］. 渔业致富指南，2009（16）：20－21.

[3] 武霞，许艺兰，文露婷，等. 全州禾花鲤色素细胞组成、分布及色素含量观测［J］. 广西师范大学学报（自然科学版），2022，40（6）：222－229.

[4] 李哲，杜雪松，覃俊奇，等. 不同性别禾花鲤形态性状对体质量的影响［J］. 西南大学学报（自然科学版），2022，44（8）：58－66.

[5] 马达文，钱静，刘家寿，等. 稻渔综合种养及其发展建议［J］. 中国工程科学，2016，18（3）：96－100.

[6] 李思发，王成辉，刘志国，等. 三种红鲤生长性状的杂种优势与遗传相关分析［J］. 水产学报，2006，30（2）：175－180.

[7] 农训学. 全州禾花鲤［J］. 美食，2002（4）：19.

[8] 彭辉辉. 稻田养鱼与常规稻田耕作模式生态系统比较研究［D］. 天津：天津农学院，2019.

[9] 尹文金，李刚. 稻田养殖瓯江彩鲤技术研究［J］. 黑龙江水产，2022，41（4）：11－13.

[10] 马冬梅，朱华平，黄樟翰，等. 稻田和池塘养殖华南鲤肌肉营养成分比较分析［J］. 南方农业学报，2018，49（12）：2518－2524.

[11] 杨宏斌，杜其松，李杰. 淡水池塘养殖尾水减污达标排放技术措施探讨［J］. 渔业致富指南，2022（4）：32－34.

[12] Tucker C S，Schrader K K. Off－flavors in pond－grown ictalurid catfish：causes and management options［J］. Journal of the World Aquaculture Society，2020，51（1）：7－92.

[13] 孙文波，周明瑞，侯梦丹，等. 稻田和池塘养殖禾花鲤肌肉营养与品质分析［J］. 渔业科学进展，2023，44（2）：196－204.

[14] 王国超，李来好，郝淑贤，等. 水产品腥味物质形成机理及相关检测分析技术的研究进展［J］. 食品工业科技，2012，33（5）：401－404，409.

[15] Lindholm－Lehto P C，Suurnäkki S，Pulkkinen J T，*et al*. Effect of peracetic acid on levels of geosmin，2－methylisoborneol，and their potential producers in a recirculating aquaculture system for rearing rainbow trout（*Oncorhynchus mykiss*）［J］. Aquacultural Engineering，2019，85：56－64.

[16] Howgate P. Tainting of farmed fish by geosmin and 2－methyl－iso－borneol：a review of sensory aspects and of uptake/depuration［J］. Aquaculture，2004，234（1－4）：155－181.

[17] Khiari D，Suffet I H，Barrett S E. The determination of compounds causing fishy/swampy odors in drinking water supplies［J］. Water Science and Technology，1995，31（11）：105－112.

[18] 王国超，李来好，郝淑贤，等. 罗非鱼肉中土臭素和2－甲基异莰醇的测定［J］. 食品科学，2011，32（22）：188－191.

[19] 徐立蒲，赵文，熊邦喜，等. 淡水鱼池土腥异味物质含量与浮游藻类和放线菌生物量的关系［J］. 生态学报，2007，27（7）：2872－2879.

[20] 程亚美，赵金良，唐首杰，等. 盐碱水和淡水养殖模式下尼罗罗非鱼肌肉品质比较［J］. 河南农业科学，2019，48（4）：125－134.

[21] Josephson D B，Lindsay R C，Stuiber D A. Identification of compounds characterizing the aroma of fresh whitefish（*Coregonus clupeaformis*）［J］. Journal of Agricultural and Food Chemistry，1983，31（2）：326－330.

[22] 钟鸿干，马军，姜芳燕，等. 2种养殖模式下斑石鲷肌肉营养成分及品质的比较［J］. 江苏农业科学，2017，45（1）：155－158.

[23] 李旭东，彭吉星，吴海燕，等. 牡蛎中营养、呈味及功能成分研究进展［J］. 水产科学，2022，41（4）：682－694.

[24] Ichimura S，Nakamura Y，Yoshida Y，*et al*. Hypoxanthine enhances the cured meat taste：hypoxanthine－induced cured meat taste［J］. Animal Science Journal，2017，88（2）：379－385.

[25] 张海艳，于太永，关伟军. 肌苷酸形成机理及其含

量影响因素浅析［J］. 中国农业科技导报, 2004 (3): 17 – 21.
[26] 张红. 兴凯湖翘嘴鲌肌苷酸含量变化及 AMPD1 基因克隆与表达［D］. 哈尔滨: 东北农业大学, 2015.
[27] Suzuki A, Homma N, Fukuda A, *et al*. Effects of high pressure treatment on the flavour – related components in meat［J］. Meat Science, 1994, 37 (3): 369 – 379.
[28] Dannert R D, Pearson A M. Concentration of inosine 5' – monophosphate in meat［J］. Journal of Food Science, 1967, 32 (1): 49 – 52.
[29] 叶春艳, 刘志平, 孙森, 等. 松花江鲤鱼肌肉肌苷酸含量和鱼肉保鲜时间的研究［J］. 水产科学, 1995 (5): 15 – 17.
[30] 刘旭, 王军, 张纹, 等. 6 种鱼类肌肉组织肌苷酸的检测分析［J］. 海洋科学, 2008 (2): 22 – 24, 35.
[31] 李清, 毕保良, 孔令富. 不同水源池塘鱼肉肌苷酸的比较［J］. 内陆水产, 2008 (9): 17 – 19.
[32] 杨娟宁, 杨元昊, 李蕾, 等. 高效液相色谱法测定兰州鲇等鱼类肌苷酸的含量［J］. 淡水渔业, 2013, 43 (2): 80 – 83.
[33] 赵叶, 周小秋, 胡肄, 等. 饲料中添加谷氨酸对生长中期草鱼肌肉品质的影响［J］. 动物营养学报, 2014, 26 (11): 3452 – 3460.
[34] Li K, Luo Y, Shen H. Postmortem changes of crucian carp (*Carassius auratus*) during storage in ice［J］. International Journal of Food Properties, 2015, 18 (1): 205 – 212.

Analysis on the differences of four flavor compounds of *Cyprinus carpio* var. Quanzhounensis under two aquaculture modes

HUANG Yin[1], WEN Luting[1], DU Xuesong[1], TIAN Zeyu[1], LI Zhe[2], HUANG Bo[1], WU Xia[3], LI Qing[1], QIN Junqi[1], CHEN Zhong[1*]

(1. Guangxi Academy of Fishery Sciences, Nanning 530021, China;
2. Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;
3. College of Life Sciences, Guangxi Normal University, Guilin 541006, China)

Abstract: In order to study the effect of pond and paddy field cultivation mode on the flavor substances of *C. carpio* var. Quanzhouensis, headspace solid phase microextraction method was used to detect the contents of E – 2 – nonenal, 2 – methylisothiol (2 – MIB), and geosmin (GSM) in muscles and hepatopancreas. The content of hypoxanthine nucleotides (IMP) was determined by high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry. The results showed that in terms of earthy smell substances, the contents of 2 – methylisoalloxal and geosmin in the muscle of *C. carpio* var. Quanzhouensis cultured in paddy fields were extremely significantly higher than those in pond cultivation mode, and the contents of e – 2 – nonenal and geosmin in the hepatopancreas of *C. carpio* var. Quanzhouensis cultured in paddy fields were extremely higher than those in pond cultivation mode ($P < 0.01$). In terms of umami substances, IMP contents in the muscles of *C. carpio* var. Quanzhouensis cultured in paddy fields were extremely higher than those in ponds ($P < 0.01$); no significant differences were found in the IMP content of the hepatopancreas. In conclusion, *C. carpio* var. Quanzhouensis cultured in paddy fields had a higher umami taste, but also a heavier earth odor; *C. carpio* var. Quanzhouensis cultured in ponds had a weak soil flavor, but umami taste was not strong.

Key words: *Cyprinus carpio* var. Quanzhounensis; aquaculture model; flavor substances; earthy smell; delicate flavour