

3 种棘胸蛙体成分的比较

侯金亮¹, 余建波^{1*}, 向建国¹, 李德亮¹, 刘新华¹, 潘望城²

(1. 湖南农业大学动物科学技术学院, 湖南长沙 410128; 2. 常德大北农饲料有限公司, 湖南常德 415400)

摘要 [目的]对金线棘胸蛙、粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙进行营养成分的测定分析。[方法]分别采集3种棘胸蛙肌肉样本300 g,各项营养成分按照GB 5009—2016进行测定。[结果]金线棘胸蛙较粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙的蛋白质含量高,脂肪含量低;金线棘胸蛙、粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙均富含17种氨基酸,总量占比分别为16.580%、7.528%和7.632%,其中7种必需氨基酸总量分别占6.060%、3.070%和3.100%,金线棘胸蛙鲜味氨基酸含量最高,脂肪酸种类最少;粗皮棘胸蛙不饱和脂肪酸最高;金线棘胸蛙Ca、P含量显著高于粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙;金线棘胸蛙微量元素均低于粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙;粗皮棘胸蛙Zn、Fe、Mn、Mg和Sr的含量最高。[结论]金线棘胸蛙鲜味优于其他2种,粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙营养及药用价值优于金线棘胸蛙,他们的综合价值优于金线棘胸蛙。

关键词 金线棘胸蛙;粗皮棘胸蛙;细皮棘胸蛙;营养成分

中图分类号 TS 207.3 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)23-0075-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.23.020



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Comparison of Body Composition of Three Species of *Rana spinosa*

HOU Jin-liang, YU Jian-bo, XIANG Jian-guo et al (College of Animal Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128)

Abstract [Objective] The nutritional components of *Rana spinosa* with golden thread, *Rana spinosa* with rough-skinned and *Rana spinosa* with thin-skinned were determined and analyzed. [Method] 300 g of muscle samples were collected from three species of *Rana spinosa*, and the nutritional components were measured according to GB 5009-2016. [Result] The protein content was higher and the fat content was lower in *Rana spinosa* with golden thread than that in *Rana spinosa* with rough-skinned and *Rana spinosa* with thin-skinned. 17 kinds of amino acids were rich in *Rana spinosa* with golden thread, *Rana spinosa* with rough-skinned and *Rana spinosa* with thin-skinned, which account for 16.580%, 7.528% and 7.632% respectively, the total contents of 7 kinds of essential amino acids were 6.060%, 3.070% and 3.100%, respectively. The contents of umami amino acids of *Rana spinosa* with golden thread were the highest and the types of fatty acids were the least. The unsaturated fatty acid of *Rana spinosa* with rough-skinned was the highest. The Ca and P contents of *Rana spinosa* with golden thread were significantly higher than those of *Rana spinosa* with rough-skinned and *Rana spinosa* with thin-skinned. The trace elements of *Rana spinosa* with golden thread were lower than those of *Rana spinosa* with rough-skinned and *Rana spinosa* with thin-skinned. The contents of Zn, Fe, Mn, Mg and Sr were the highest in *Rana spinosa* with rough-skinned. [Conclusion] The umami taste of *Rana spinosa* with golden thread is superior to the other two species, the nutritional and medicinal values of *Rana spinosa* with rough-skinned and *Rana spinosa* with thin-skinned are superior to *Rana spinosa* with golden thread, and their comprehensive values are superior to it.

Key words *Rana spinosa* with golden thread; *Rana spinosa* with rough-skinned; *Rana spinosa* with thin-skinned; Nutritional composition

棘胸蛙(*Rana spinosa*)隶属无尾目(Anura)蛙科(Ranidae)叉舌蛙亚科(Dicroglossinae)棘蛙属(*Rana*),俗称石蛙、岩蛙等,主要分布在我国南方山区及越南北部。棘胸蛙药食同源,具有极高的营养和药用价值。作为山区特有的大型经济蛙类,现已逐步成为山区民众脱贫的重要产业之一。

目前,棘胸蛙营养组成方面的研究主要集中在不同部位、不同生长阶段^[1-2]、棘胸蛙蝌蚪^[3-4]和环境因素^[5]等方面,但对不同品种棘胸蛙营养成分的比较鲜见报道。笔者对3种棘胸蛙的蛋白质含量、脂肪含量、氨基酸组成、脂肪酸组成等进行了比较,综合评价了3种棘胸蛙的营养价值,旨在为开发优质棘胸蛙产品提供理论参考。

1 材料与与方法

1.1 试验材料 试验用细皮棘胸蛙、粗皮棘胸蛙和金线棘胸蛙样本均来自湖南渔欣味棘胸蛙繁育基地(29°04'~29°41'N, 110°27'~111°20'E)。选取健康、个体相近的3种棘胸蛙各500 g,进行营养成分的测定。

1.2 测定方法 参照GB 5009.268—2016^[6],采用电感耦合等离子体发射光谱法,测定矿物元素含量。参照GB 5009.5—2016^[7],采用凯氏定氮法测定粗蛋白质含量。参照GB 5009.6—2016^[8],使用全自动脂肪分析仪测定粗脂肪含量。参照GB 5009.168—2016^[9],使用气相色谱仪测定脂肪酸含量。参照GB 5009.124—2016^[10],使用氨基酸自动分析仪测定氨基酸含量。

1.3 数据处理 数据用Excel 2019软件进行整理分析。

2 结果与分析

2.1 蛋白质、脂肪含量 由表1可知,3种棘胸蛙中细皮棘胸蛙蛋白质含量与粗皮棘胸蛙相近,均低于金线棘胸蛙。细皮棘胸蛙脂肪含量略高于粗皮棘胸蛙,2种蛙的脂肪含量均高于金线棘胸蛙。

表1 不同棘胸蛙蛋白质、脂肪含量

Table 1 Content of protein and fat in different *Rana spinosa* %

样本 Sample	蛋白质 Protein	脂肪 Fat
金线棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with golden thread	12.73	0.20
粗皮棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with rough-skinned	6.06	6.30
细皮棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with thin-skinned	6.26	7.50

2.2 矿物质元素组成与含量 从表2可以看出,3种棘胸蛙

基金项目 湖南省现代农业产业技术体系项目“棘胸蛙商品饲料开发及养殖产业化技术推广”(5026401/0319085)。

作者简介 侯金亮(1998—),男,湖南石门人,硕士研究生,研究方向:棘胸蛙发育。*通信作者,实验师,从事水产养殖研究。

收稿日期 2022-01-13

均富含人体必需的 Ca、Fe、Zn、Se 等元素。金线棘胸蛙 P 和 Ca 的含量高于粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙;微量元素中,粗皮

棘胸蛙 Fe 和 Se 含量与细皮棘胸蛙接近,且均高于金线棘胸蛙。

表2 不同棘胸蛙矿物质的含量

Table 2 Mineral content of different *Rana spinosa*

样本 Sample	锌 Zn	钙 Ca	铁 Fe	镁 Mg	锰 Mn	磷 P	硒 Se	锶 Sr
金线棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with golden thread	19.00	9 060.00	12.50	360.00	2.28	6 660.00	0.03	14.70
粗皮棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with rough-skinned	22.40	6 540.00	558.00	480.00	13.20	2 220.00	0.33	21.00
细皮棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with thin-skinned	21.40	4 180.00	412.00	386.00	7.70	1 780.00	0.34	8.10

2.3 氨基酸组成与含量 从表3可以看出,3种棘胸蛙均含有17种常见氨基酸,其中必需氨基酸(EAA)7种,鲜味氨基酸4种。金线棘胸蛙氨基酸总量远高于粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙。金线棘胸蛙必需氨基酸含量最高,约为粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙的2倍;必需氨基酸含量较高的是亮氨酸和赖氨酸,含量最低的是蛋氨酸。金线棘胸蛙鲜味氨基酸含量最

高,细皮棘胸蛙次之,粗皮棘胸蛙最低。鲜味氨基酸是天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸和丙氨酸的总称,水生动物味道的鲜美取决于其鲜味氨基酸的含量,金线棘胸蛙中鲜味氨基酸含量较高,预示金线棘胸蛙较粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙味道更加鲜美。

表3 不同棘胸蛙氨基酸含量(以湿重计)

Table 3 Amino acid contents of different *Rana spinosa* (in wet weight)

样本 Sample	天冬氨酸* Asp	苏氨酸* Thr	谷氨酸* Glu	丝氨酸 Ser	甘氨酸* Gly	丙氨酸* Ala	胱氨酸 Cys
金线棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with golden thread	1.590	0.800	2.550	0.860	1.450	1.020	0.120
粗皮棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with rough-skinned	0.710	0.370	1.170	0.380	0.470	0.450	0.058
细皮棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with thin-skinned	0.770	0.370	1.200	0.380	0.470	0.460	0.062

样本 Sample	缬氨酸* Val	蛋氨酸* Met	异亮氨酸* Ile	亮氨酸* Leu	酪氨酸 Tyr	苯丙氨酸* Phe	赖氨酸* Lys
金线棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with golden thread	0.680	0.380	0.710	1.410	0.410	0.660	1.420
粗皮棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with rough-skinned	0.330	0.180	0.360	0.750	0.220	0.370	0.710
细皮棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with thin-skinned	0.340	0.170	0.370	0.800	0.250	0.340	0.710

样本 Sample	组氨酸 His	精氨酸 Arg	脯氨酸 Pro	鲜味氨基酸 Flavor amino acid	必需氨基酸 EAA	非必需氨基酸 NEAA	氨基酸总计 Amino acid total
金线棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with golden thread	0.390	1.020	1.110	6.610	6.060	10.520	16.580
粗皮棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with rough-skinned	0.190	0.390	0.420	2.800	3.070	4.458	7.528
细皮棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with thin-skinned	0.170	0.410	0.360	2.900	3.100	4.532	7.632

注: * 为必需氨基酸;#为鲜味氨基酸

Note: * is essential amino acid;# is flavor amino acid

2.4 脂肪酸组成与含量 由表4可见,3种棘胸蛙脂肪酸中十五烷酸、十七烷酸、十七碳一烯酸、十九碳一烯酸、花生酸、二十碳一烯酸、二十碳二烯酸和二十碳三烯酸的含量较少,均低于1.00%。金线棘胸蛙以油酸含量最高,为43.58%,其他由高到低依次为棕榈酸(20.52%)、亚油酸(6.33%)、硬脂酸(5.46%)、棕榈油酸(4.29%)、肉豆蔻酸(1.58%),剩余几种脂肪酸(十五烷酸、十七烷酸、十七碳一烯酸、十九碳一烯酸、二十碳一烯酸、EPA、DHA)含量较少;粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙脂肪酸含量均以亚油酸含量最高,分别为39.07%和35.51%,粗皮棘胸蛙其他脂肪酸含量由高到低依次为油酸(26.33%)、棕榈酸(8.88%)、DHA(3.45%)、棕榈油酸(3.34%)、亚麻酸(2.96%)、硬脂酸(2.63%)、EPA(1.77%),剩余几种(十五烷酸、肉豆蔻酸、十七烷酸、十九碳一烯酸、二十碳一烯酸和二十碳三烯酸)含量较少,细皮棘胸蛙其他脂肪酸含量由高到低依次为油酸(30.07%)、棕榈酸(8.92%)、棕榈油酸(4.14%)、硬脂酸(3.06%)、DHA(2.71%)、亚麻酸

(2.55%),剩余几种(十五烷酸、肉豆蔻酸、十七烷酸、花生酸、二十碳一烯酸、二十碳二烯酸和EPA)含量较少。

3 讨论

3.1 不同棘胸蛙蛋白质和脂肪含量比较 在饲料工业中,人们常以养殖动物的肌肉氨基酸组成作为其氨基酸需求依据来配制饲料,金线棘胸蛙的氨基酸组成模式不同于粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙,粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙氨基酸组成模式相似,因此,在棘胸蛙的配合饲料研发中有必要对金线棘胸蛙的原料作出针对性的调整。

n-3系列等不饱和脂肪酸,尤其是EPA和DHA,对人类的健康有重要的营养作用,具有降低血脂含量、减少脂肪在血管壁的沉积以及提高血管韧性的作用,从而可以降低心血管疾病的发生;通过各种途径抑制炎症的发生,能抑制体外培养的乳腺、前列腺和结肠癌细胞增生,促进细胞凋亡;同时还具有抗衰老、促进大脑健康发育等功能。脂肪源质量的好坏很大程度上取决于脂肪酸的不饱和度、EPA和DHA的含

量。分析可知,金线棘胸蛙脂肪酸总量低,粗皮棘胸蛙 EPA 和 DHA 含量最高,具有更高的药用价值。

表 4 不同棘胸蛙脂肪酸含量(以甲酯计)

Table 4 Fatty acid content of different *Rana spinosa* (calculated by methyl ester)

样本 Sample	十五烷酸 Pentadecanoic acid	肉豆蔻酸 Myristic acid	棕榈酸 Palmitic acid	棕榈油酸 Palmitoleic acid	十七烷酸 Heptadecanoic acid	十七碳一烯酸 Heptadecamonoenoic acid	硬脂酸 Stearic acid
金线棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with golden thread	0.16	1.58	20.52	4.29	0.36	0.19	5.46
粗皮棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with rough-skinned	0.13	0.49	8.88	3.34	0.69	—	2.63
细皮棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with thin-skinned	0.15	0.69	8.92	4.14	0.42	—	3.06

样本 Sample	油酸 Oleic acid	亚油酸 Linoleic acid	亚麻酸 Linolenic acid	十九碳一烯酸 19 carbomonoenoic acid	花生酸 Arachidic acid	二十碳一烯酸 C20:1
金线棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with golden thread	43.58	6.33	—	0.46	—	0.62
粗皮棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with rough-skinned	26.33	39.07	2.96	0.11	—	0.56
细皮棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with thin-skinned	30.07	35.51	2.55	—	0.29	0.11

样本 Sample	二十碳二烯酸 eicosadienoic acid	二十碳三烯酸 Carbonium	二十碳五烯酸 EPA	二十二碳六烯酸 DHA	不饱和脂肪酸 Unsaturated fatty acid	总脂肪酸 Total fatty acids
金线棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with golden thread	—	—	0.23	0.26	55.96	84.04
粗皮棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with rough-skinned	—	0.30	1.77	3.45	77.89	90.71
细皮棘胸蛙 <i>Rana spinosa</i> with thin-skinned	0.52	—	0.96	2.71	76.86	90.10

3.2 不同棘胸蛙矿物质元素组成与含量比较 矿物质元素与生物体的各项生理机能密切相关,特别是微量元素,参与了多种酶活性中心的构成,对核酸、蛋白质的合成和免疫都有直接或间接的作用。该试验检测了棘胸蛙 Zn、Ca、Fe、Mg、Mn、P、Se、Sr 这 8 种矿物质元素的含量。Zn 与人体 200 多种酶的合成密切相关,对婴幼儿的发育也具有重要作用^[11];Ca 与生物的骨代谢紧密相关^[12];Mg 是许多酶的激活剂,对人心血管疾病预防具有重要作用,缺 Mg 表现为肌肉痉挛,严重时会导致精神问题^[13];Fe、Mn、Se 等在抗癌、防癌、延年益寿等方面起着重要作用^[14];P 是生物体糖代谢、糖酵解等生命活动不可或缺的重要元素^[15]。该研究中,金线棘胸蛙的 Ca、P 含量明显高于粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙,粗皮棘胸蛙 Ca、P 的含量较细皮棘胸蛙更高,推测可能与不同种生境有关,物种为适应生境而发生相应变化。对于理化性质相似的元素,其生物学功能之间可能会发生相互拮抗,通常表现为 Zn/Fe 大于 1^[16]。该试验中金线棘胸蛙、粗皮棘胸蛙、细皮棘胸蛙的 Zn/Fe 分别为 1.52、0.04 和 0.05,由此可知,粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙的 Zn 和 Fe 含量较金线棘胸蛙更为合理。

3.3 不同棘胸蛙氨基酸组成与含量及营养价值评价 蛋白质的质量主要取决于氨基酸种类与含量,其对蛙类生长发育及品质至关重要,是决定其营养价值的主要因素。优质的蛋白质不仅所含必需氨基酸种类要齐全,而且其占比也要适宜^[17]。FAO/WHO 标准模式显示,蛋白质的必需氨基酸/非必需氨基酸在 0.6 以上为优质蛋白^[18]。该试验中,金线棘胸蛙、粗皮棘胸蛙、细皮棘胸蛙必需氨基酸/非必需氨基酸分别为 0.58、0.69 和 0.68,粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙属于优质蛋白。

肉质的鲜美程度主要取决于食物中鲜味氨基酸的种类和含量^[19],金线棘胸蛙、粗皮棘胸蛙、细皮棘胸蛙的鲜味氨基酸占总氨基酸的比例分别为 39.87%、37.19%和 38.00%,都

较为接近,均高于牛蛙^[20],低于虎纹蛙^[21]、黑斑蛙^[22]。

3.4 不同棘胸蛙脂肪酸组成与含量比较 脂肪酸是人们日常饮食中重要组成部分。研究表明,单不饱和脂肪酸在降低血压、血脂及预防冠心病等方面具有重要意义,同时可以降低血浆中总胆固醇和低密度脂蛋白的含量以及动脉粥样硬化的发生率;而多不饱和脂肪酸尤其是 n-3 系列,在改善血液循环、提高记忆力和思维能力、抗癌等方面起着重要作用^[23-24]。该研究中金线棘胸蛙共测出 13 种脂肪酸,粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙均检测出 14 种脂肪酸。与其他蛙类相比,粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙不饱和脂肪含量高于牛蛙^[20]、雷山髭蟾^[25]、虎纹蛙^[21]和不同季节棘胸蛙^[5],金线棘胸蛙含量较低,但高于秋季棘胸蛙^[5]的不饱和脂肪酸含量。这说明不同蛙类之间脂肪酸含量差距很大,同时不同棘胸蛙之间可能由于季节、生境等其他因素其脂肪酸组成及含量也有差异。

4 结论

3 种棘胸蛙中,金线棘胸蛙高蛋白、低脂肪。检测到的脂肪酸种类中以金线棘胸蛙最少,其不饱和脂肪酸含量也低于粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙。粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙肌肉中 Zn/Fe 比金线棘胸蛙更为合理。金线棘胸蛙必需氨基酸和鲜味氨基酸含量最高,肉质更为鲜美,营养丰富;根据 FAO/WHO 标准模式,粗皮棘胸蛙必需氨基酸/非必需氨基酸与细皮棘胸蛙相近,但金线棘胸蛙蛋白质质量较粗皮棘胸蛙和细皮棘胸蛙稍差。

参考文献

- [1] 舒妙安.棘胸蛙肌肉营养成分的分析(I)一般营养成分的含量及脂肪酸的组成[J].浙江大学学报(理学版),2000,27(4):433-437.
- [2] 舒妙安.棘胸蛙肌肉营养成分的分析Ⅱ.氨基酸及矿物元素的组成[J].浙江大学学报(理学版),2000,27(5):553-559.
- [3] 毛剑婷,刘泽鹏,张盼,等.不同饲料对棘胸蛙蝌蚪生长发育及变态率的影响[J].浙江农业科学,2017,58(9):1610-1612,1615.

续表 2

序号 No.	技术模式 Technical mode	技术名称 Technical name	目标 Target	技术要点 Technical points	调整对象 Adjusted objects	示范地点 Demonstration site
8		高密度油松人工水源涵养林密度调控配套技术	林木密度达到最优化,提高林地的蓄水能力	密度调控、伴生树种块状混交补植	阴坡低海拔地区所营造的高密度油松人工林	互助县
9	改善入河水质的河岸防护林配置	河溪生态缓冲带植被配置技术	消减进入河溪的 N、P 含量	植物缓冲带配置	临近河溪、河流两侧生态缓冲带	互助县
10	提升景区绿色廊道景观风景林配置	游憩景观型林分定向调控与优化配置技术	林分景观功能提升	配置花灌木	祁连山区旅游景区的水源涵养林林缘荒地	祁连县

5 效益分析

5.1 社会经济效益 通过项目实施,在水源涵养林建设中建立近自然林改造的理念;引导农牧民在生产、生活及旅游中提高对生物多样性保护的意识,减少对生物的破坏,改善生物环境;有利于树立民众尊重自然、保护自然、顺应自然的科学观,营造全社会关心支持饮水水源林保护的良好氛围,形成全社会共建生态文明的格局,最终实现人与自然和谐发展。在水源涵养林为导向的近自然林改造中,建立的景观格局营建模式,可为当地旅游业的提质增效奠定基础,为旅游业持续稳定的发展建立技术支撑。在项目实施过程中,需要聘用当地农牧民参加野外调查和植被补植建植工作,直接增加农牧民的可支配收入^[11]。

5.2 生态效益 该项目研究坚持以水源涵养和生物多样性保护为核心的生态功能定位,所形成的优化组合构建的各类低效人工水源涵养林结构调控应用技术模式与运作方式,可为祁连山地区未来的水源涵养林近自然可持续经营提供可借鉴的参考依据和示范案例。通过项目实施,试验示范区水源涵养功能得到明显提高,植物资源种类和遗传多样性明显

提高^[12]。

参考文献

- [1] 秦三排.探究祁连山林业资源对生态系统的保护作用[J].种子科技,2020,38(15):123,125.
- [2] 刘明龙.祁连山保护区森林生态系统现状与保护对策分析[J].农业与技术,2020,40(24):87-89.
- [3] 陈晓东.近自然营林本土化探索与实践:以“山西森林可持续经营技术示范林场建设项目”为例[J].绿色科技,2021,23(9):132-136.
- [4] 王天一.近自然森林经营和传统森林抚育的差异[J].农村实用技术,2020(11):139-140.
- [5] 张金屯.数量生态学[M].2版.北京:科学出版社,2011.
- [6] 谭桂英,彭文辉,向海英,等.龙山县近自然森林经营的实践与思考探究[J].南方农业,2020,14(29):56-57.
- [7] 徐文煦,刘长乐,赵眉芳,等.以近自然森林经营为目标的天然次生林间伐木选择策略研究[J].林业科技,2019,44(5):33-36.
- [8] 张二亮.森林近自然经营探析[J].现代农业科技,2019(9):143-144.
- [9] 蔡群.黄山市人工林现状及近自然经营探讨[J].绿色科技,2019(7):63-64.
- [10] 梅立新.“近自然林业”经营理念在森林可持续经营中的应用分析[J].新农业,2019(1):27-28.
- [11] 王卫斌,张劲峰,杨德军.云南森林及近自然森林经营关键技术应用[J].西部林业科学,2018,47(6):1-6.
- [12] 贺志龙,张芸香,郭晋平.我国近自然森林经营技术与效果评价研究进展[J].山西农业科学,2017,45(9):1566-1570,1582.
- [13] 谢永广,张进,王怀昕,等.不同营养水平与投喂频率对棘胸蛙蝌蚪生长的影响[J].水产养殖,2020,41(12):27-32.
- [14] 刘芳彬,王伟,黄永春,等.棘胸蛙肌肉营养成分季节变化分析与评价[J].食品工业科技,2022,43(9):365-371.
- [15] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中多元素的测定:GB 5009.268—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [16] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定:GB 5009.5—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [17] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中脂肪的测定:GB 5009.6—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [18] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定:GB 5009.168—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [19] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定:GB 5009.124—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [20] 何志刚,王冬武,徐永福,等.黑斑蛙肌肉营养成分分析及评价[J].中国饲料,2018(17):74-77.
- [21] 耿宝荣,戴聪杰.虎纹蛙蛙肉和蛙皮的营养成分分析及评价[J].营养学报,2004,26(5):403-405.
- [22] 张璐,彭卫正,文小丽,等.牛蛙肌肉常规营养成分与氨基酸和脂肪酸含量的研究[J].饲料工业,2007,28(18):23-24.
- [23] 王灵钧.84味常用跌打损伤中草药锌含量特征研究[D].太原:山西大学,2011.
- [24] 夏维波,谢建建,刘建民,等.补钙和维生素 D 对骨骼健康的必要性[J].中华内分泌代谢杂志,2018,34(3):202-206.
- [25] 王苗苗,罗庆华,王海磊,等.张家界大鲵肌肉中矿物质元素的测定及评价[J].江苏农业科学,2014,42(5):238-239,312.
- [26] 夏明明.不同地区虎纹蛙肉质特性的比较研究[D].金华:浙江师范大学,2010.
- [27] TAKEDA E, YAMAMOTO H, YAMANAKA-OKUMURA H, et al. Dietary phosphorus in bone health and quality of life[J]. Nutrition reviews, 2012, 70(6):311-321.
- [28] SOLOMON S, MILLS M, HEIDT L E, et al. On the evaluation of ozone depletion potentials[J]. Journal of geophysical research: Atmospheres, 1992, 97(D1):825-842.
- [29] 王磊,陈再忠,冷向军,等.野生及人工养殖七彩神仙鱼肌肉成分的比较[J].上海海洋大学学报,2016,25(5):719-725.
- [30] Joint WHO FAO/UNU Expert Consultation. Protein and amino acid requirements in human nutrition[J]. World health organization technical report series, 2007(935):1-265.
- [31] 颜静,刘继,熊亚波,等.川明参不同部位主要营养成分及氨基酸组成分析[J].食品科学,2015,36(1):240-244.
- [32] 贺延琴,黄岩安,蔡昌兰.n-3 多不饱和脂肪酸的抗癌功效及其生物学机制的研究进展[J].现代肿瘤医学,2018,26(24):4025-4028.
- [33] 黄国欣,张养东,郑楠,等.ω-3 多不饱和脂肪酸对奶牛生理功能的影响及其调控机制的研究进展[J].动物营养学报,2019,31(1):32-41.
- [34] 孟立霞.雷山髭蟾脂肪和矿物质元素含量研究[J].遵义师范学院学报,2021,23(1):85-88.

(上接第 77 页)