

双斑蟋营养成分分析及评价

何 钊,孙 龙,王成业,冯 颖,赵 敏*

(中国林业科学研究院资源昆虫研究所 国家林业局资源昆虫培育与利用重点实验室,云南 昆明 650224)

摘要: 由于具有较好的营养价值以及较高的食物转化效率,食用昆虫特别是蟋蟀受到普遍关注。在双斑蟋(*Gryllus bimaculatus*, GB)营养成分测定的基础上,对比家蟋(*Acheta domesticus*, AD)和黑蟋(*Gryllus testaceus*, GT)的营养及含量,分析了双斑蟋的使用价值。结果显示:双斑蟋水分含量71.0%、粗蛋白含量58.60%(干重)、粗脂肪含量28.90%(干重)、粗纤维含量7.23%(干重)、灰分4.93%(干重);蛋白含量与黑蟋相当而高于家蟋,粗脂肪和灰分含量要高于家蟋和黑蟋;双斑蟋含有17种氨基酸,总氨基酸含量51.03%(干重),必需氨基酸含量24.76%(干重)、占总氨基酸的48.3%,氨基酸含量低于其他两种蟋蟀;双斑蟋中常量元素含量最高的为钾(6 416 mg/kg,干重)、含量最低的是钙(92 mg/kg,干重),微量元素中锌含量较高(241 mg/kg,干重);双斑蟋油脂中不饱和脂肪酸的相对含量为65.33%,以亚油酸(37.05%)和油酸(25.86%)为主、饱和脂肪酸以棕榈酸(25.44%)和硬脂酸(8.74%)为主。双斑蟋的脂肪酸组成、含量与家蟋相近,而与黑蟋的脂肪酸组成差别较大,三种蟋蟀中含量最高的饱和脂肪酸为棕榈酸,而含量最高的不饱和酸为亚油酸。结果表明,双斑蟋的必需氨基酸组成符合FAO/WHO推荐的氨基酸构成比例的蛋白条件,具有较高的营养价值和食用价值。

关键词: 双斑蟋;营养成分;氨基酸组成;食用昆虫

中图分类号: Q 965

文献标志码: A

文章编号: 2096-3491(2021)03-0303-06

Nutritional composition analysis and evaluation of the two-spotted cricket *Gryllus bimaculatus* (Orthoptera: Gryllidae)

HE Zhao, SUN Long, WANG Chengye, FENG Ying, ZHAO Min*

(Key Laboratory of Cultivation and Utilization of Resource Insects, Research Institute of Resource Insects, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: Edible insects, particularly crickets, are becoming popular due to their nutritional value and efficiency in food conversion. By analyzing the nutritional components of two-spotted cricket, its nutritional value was evaluated to provide basis for its food supplement. The moisture content of two-spotted cricket was 71.0%, and food nutrients identified on dry weight were: 58.60% protein, 28.90% fat, 7.23% crude fiber, and 4.93% ash. The protein content was equivalent to black cricket (GT) but higher than house cricket (AD), while the contents of ash and crude fiber were higher than two others. 17 kinds of amino acids were found in the two-spots cricket, and total amino acid content was 51.03%, including 24.76% essential amino acid, the proportion of essential to total amino acid was 48.3%. The content of total amino acid was lower than AD and GT. Minerals included potassium (6 416 mg/kg, DW), Calcium (92 mg/kg, DW), Zinc (241 mg/kg, DW). Unsaturated fatty acid content was 65.33%, the percentages of oleic acid, linoleic acid, palmitic acid and stearic acid were 25.86%, 37.05%, 25.44% and 8.74% respectively. The fatty acid composition and content of two-spotted crickets were similar to AD, but were different to GT. Essential amino acids of two-

收稿日期: 2021-01-29 修回日期: 2021-04-13 接受日期: 2021-06-15

作者简介: 何钊(1976-),男,博士,研究方向为资源昆虫。E-mail: zhe999@hotmail.com

*通讯联系人: 赵敏(1980-),男,博士,副研究员,主要从事食药昆虫研究。E-mail: mzhao@139.com

基金项目: 浙江省中国林科院省院合作项目(2019SY02)

引用格式: 何钊,孙龙,王成业,等. 双斑蟋营养成分分析及评价[J]. 生物资源, 2021, 43(3): 303-308.

He Z, Sun L, Wang C Y, et al. Nutritional composition analysis and evaluation of the two-spotted cricket *Gryllus bimaculatus* (Orthoptera: Gryllidae) [J]. Biotic Resources, 2021, 43(3): 303-308.

spotted cricket were in accord with the ideal protein pattern established by WHO/FAO, and it has high nutritional value and edible value.

Key words: *Gryllus bimaculatus*; nutritional components; amino acids composition; edible insects

0 引言

食用昆虫的现象在全世界尤其是发展中国家广泛存在,该现象在我国历史悠久,不同地区、不同民族的人们有不同程度的食用昆虫的习惯^[1,2]。据统计,目前全世界可食用昆虫种类已达2 000种左右,其中我国大陆地区食用昆虫数量大约为324种^[1,2]。食用昆虫营养丰富,蛋白质和氨基酸含量高,还含有人体必需的矿物元素、维生素等,是一类具有开发利用价值的生物资源^[2,3]。食用昆虫具有可食用种类多、种群数量大、繁殖力强、适应性广、可人工培育等特点,食物转化率高而温室气体排放相对较少,还可以用低成本的食品副产品、过期食品甚至有机废弃物饲养^[4,5],已在全世界范围内引起积极关注。2014年世界粮食和农业组织(FAO)在荷兰发起并召开“Insects to Feed World”专题国际会议,探讨并建议在世界范围内将昆虫作为蛋白质和其他营养素替代的可行性^[6]。预计到2022年,食用昆虫相关的产值将达到10.7亿美元,其中蟋蟀及其相关产品研究较多,蟋蟀类昆虫产值具有更快增长率^[7]。

蟋蟀隶属于直翅目(Orthoptera)蟋蟀总科(Grylloidea)蟋蟀科(Gryllidae),广泛分布于世界各地,全世界已知约1 200种,我国有120余种,为杂食性昆虫^[8]。虽然人工饲养过的昆虫有数百种,但仅有较少一些品种能够进行大规模生产以用于食用和饲用,如黄粉虫(*Tenebrio molitor*)、蟋蟀(*Acheta domestica*)、大麦虫(*Zophobas morio*)及黑水虻(*Hermetia illucens*)等^[5]。蟋蟀已经在一些国家开展大规模人工养殖,并形成一定产业链^[9~11],如泰国从1997年开始人工饲养蟋蟀,到2010年全国的年产量有7 500吨^[12]。目前,常见人工饲养种类主要有家蟋(*Acheta domesticus*, AD)、双斑蟋(*Gryllus bimaculatus*, GB)和黑蟋(*Gryllus testaceus*, GT)^[13,14]。本文对双斑蟋的营养成分进行测定,以评价其营养价值,为合理利用双斑蟋提供一定依据。

1 材料与方法

1.1 研究材料

双斑蟋若虫的新鲜样品由云南村阳商贸有限公司提供,并由中国林科院资源昆虫所鉴定。双斑蟋样品饲养生活周期为5~7周,空腹两天后直接—20℃冷冻处死,备用。

1.2 仪器与设备

XMTD-8222烘箱(上海精宏实验设备有限公司);KLS05/11箱式马弗炉(德国Thermconcept公司);Kjeltec2300自动凯氏定氮仪(瑞典FOSS公司);Biochrom30+系列全自动氨基酸分析仪(英国Biochrom公司);SW-4微波消解仪(德国Berghof公司);iCAP Q ICP-MS电感耦合等离子质谱仪(美国Thermo Fisher公司);iCE3500原子吸收光谱仪(美国Thermo Fisher公司)。

1.3 研究方法

1.3.1 营养成分含量测定

样品(除水分测定用)冷冻干燥后粉碎至20目,置于4℃冰箱中备用;110℃恒重测定水分含量、粗蛋白含量采用凯氏定氮法、索氏提取法测定粗脂肪含量、灼烧法测定灰分含量。酸水解后在氨基酸分析仪上测定17种氨基酸的含量;微波消解法处理样品,原子吸收法测定K、Ca、Na、Mg、Zn、Fe、Cu元素含量;其余元素采用电感耦合等离子体发射光谱法测定。脂肪酸成分采用甲酯化衍生后由气相色谱测定,通过脂肪酸甲酯标准品的相对保留时间进行定性,面积归一化法测定相对含量^[15],实验重复3次,取平均值。

1.3.2 氨基酸评价方法

计算双斑蟋的氨基酸总量(TAA)、必需氨基酸总量(EAA)、非必需氨基酸总量(NEAA)、必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(EAA/NEAA)、必需氨基酸与总氨基酸的比值(EAA/TAA)。依据联合国粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)在1991年推荐的成人食物中蛋白质必需氨基酸模式进行氨基酸评分^[16],另以鸡蛋全蛋白必需氨基酸评分模式进行化学评分^[17]。

氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)、必需氨基酸指数(EAAI)计算公式如下:

$$\text{AAS}(\%) = \frac{\text{实验蛋白质氨基酸含量}(\text{mg/g})}{\text{FAO评分模式氨基酸含量}(\text{mg/g})} \times 100\%$$

$$\text{CS} = \frac{\text{实验蛋白质氨基酸含量}(\text{mg/g})}{\text{鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量}(\text{mg/g})}$$

$$\text{EAAI} = \sqrt[n]{a/ae \times b/be \times \dots \times h/he}$$

式中, n : 比较的必需氨基酸个数; $a, b, c, \dots, h$: 实验蛋白质的必需氨基酸含量(mg/g蛋白); $ae, be, ce, \dots, he$: 模式蛋白中必需氨基酸含量(mg/g蛋白)

1.3.3 数据处理

数据采用 Microsoft Excel 2016 分析处理。

2 结果与分析

2.1 基本营养成分

双斑蟋的基本营养成分如表1所示。其中双斑蟋粗蛋白含量为58.6%，粗脂肪含量为28.9%，灰分含量为4.93%，即双斑蟋中营养成分以蛋白和脂肪为主，两者合计占干重的80%以上。

表1 双斑蟋、家蟋和黑蟋主要营养成分分析
Table 1 Nutritional components of crickets

蟋蟀种类	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	灰分
双斑蟋(GB)	71.0	58.6	28.9	7.23	4.93
家蟋(AD) ^[18]	67.7	47.1	25.8	5.50	3.80
黑蟋(GT) ^[19]	—	58.3	10.3	8.50	2.96

2.2 氨基酸成分

在双斑蟋中检测出17种氨基酸(如表2所示)，包含全部的人体必需氨基酸。总氨基酸含量为

51.03%(干重)，其中必需氨基酸含量为24.63%(干重)，占总氨基酸含量的48.3%；必需氨基酸(EAA)与非必需氨基酸(NEAA)比值为94.2%。根据FAO/WHO提出的理想蛋白模式，质量较好的蛋白质EAA/TAA在40%左右，EAA/NEAA在60%以上^[20]，这三种蟋蟀的氨基酸组成均达到该要求，表明双斑蟋同其余二种蟋蟀均具有较为合理的氨基酸配比，是理想的蛋白质来源。

2.3 蛋白质的质量评价

双斑蟋的营养价值评定根据FAO/WHO 1991年建议的氨基酸评分标准模式和鸡蛋的全蛋白模式进行比较^[16]，进行氨基酸评分(AAS)和化学评分(CS)分析(表3)。

由表3可知，根据AAS，双斑蟋与其余两种蟋蟀均满足FAO/WHO^[16]推荐的成人所需氨基酸构成比例，且表现为氨基酸过剩，是优质的蛋白质来源。

依据化学评分(CS)，双斑蟋氨基酸组成比鸡蛋氨基酸组成略有欠缺，亮氨酸、赖氨酸及缬氨酸均低于鸡蛋的全蛋白模式，第一限制氨基酸是缬氨酸，这与其余两种蟋蟀表现略有不同，家蟋和黑蟋的第一

表2 双斑蟋、家蟋和黑蟋氨基酸含量比较
Table 2 The contents of 17 amino acids in crickets

氨基酸种类	双斑蟋(GB)	黑蟋(AD) ^[19]	家蟋(GT) ^[18]
胱氨酸(cystine)	2.61	1.01	1.45
蛋氨酸(methionine)	3.51	5.52	—
异亮氨酸(isoleucin)	3.38	3.08	2.09
亮氨酸(leucine)	4.04	5.52	3.83
赖氨酸(lysine)	3.72	4.78	3.08
苯丙氨酸(phenylalanin)	4.36	2.86	5.34
苏氨酸(threonine)	3.17	2.75	2.03
酪氨酸(tyrosine)	4.37	3.94	—
缬氨酸(valin)	2.58	4.42	3.19
组氨酸(histidine)	4.14	1.94	1.22
丙氨酸(alanine)	2.42	5.54	4.70
精氨酸(arginine)	4.88	3.67	2.21
天冬氨酸(asparagine)	3.51	6.29	4.76
谷氨酸(glutamic acid)	3.69	9.07	7.37
甘氨酸(glycine)	1.93	3.61	2.96
脯氨酸(proline)	3.13	4.50	3.13
丝氨酸(serine)	2.57	3.72	2.21
必需氨基酸总量(EAA)	24.63	35.82	25.52
非必需氨基酸总量(NEAA)	26.27	36.40	27.34
总氨基酸含量(TAA)	51.03	72.22	52.86
必需氨基酸/总氨基酸(EAA/TAA)	48.3	49.6	48.3
必需氨基酸/非必需氨基酸(EAA/NEAA)	93.8	98.4	93.3

表3 双斑蟋、家蟋和黑蟋氨基酸评分与化学评分比较
Table 3 Amino acid scores and chemical scores in crickets

氨基酸种类	氨基酸评分(AAS)			化学评分(AAS)		
	双斑蟋	黑蟋	家蟋	双斑蟋	黑蟋	家蟋
蛋氨酸+胱氨酸(methionine+cystine)	4.75	2.29	1.18	1.83	0.88	0.46
异亮氨酸(isoleucin)	1.92	1.76	1.43	1.07	0.98	0.80
亮氨酸(leucine)	1.17	1.60	1.12	0.80	1.10	0.77
赖氨酸(lysine)	1.41	1.82	1.36	0.91	1.17	0.87
苯丙氨酸+酪氨酸(phenylalanin+tyrosine)	3.92	3.29	3.16	1.60	1.25	1.20
苏氨酸(threonine)	2.35	2.05	1.70	1.06	0.92	0.76
缬氨酸(valin)	1.13	1.94	1.49	0.67	1.15	0.88
组氨酸(histidine)	4.71	2.22	2.27	2.94	1.39	1.42
EAAI	2.57	2.40	1.73	1.25	1.16	0.83

限制氨基酸均为(蛋氨酸+胱氨酸)。

必需氨基酸指数(EAAI)所体现的不是单独的必需氨基酸,而是同时考虑样品蛋白质中所有必需氨基酸相对标准蛋白中必需氨基酸的比率。从结果看双斑蟋的EAAI值高于其他两种蟋蟀,可以认为双斑蟋的蛋白营养价值是这三种蟋蟀中最高的。

2.4 矿物元素含量

双斑蟋中矿物元素含量差异较大(表4),常量元素中钾含量最高(6 416 mg/kg),而钙含量较低(920 mg/kg),其余钠(2 769 mg/kg)和镁(711 mg/kg)元素含量适中;微量元素中锌含量较高(241 mg/kg),其余元素适中;而重金属元素中砷(0.128 mg/kg)、铅(0.179 mg/kg)含量相对较高,其余重金属元素含量都较低,但所有重金属元素含量符合《GB 2762—2017 食品中污染物限量》标准中的要求。

表4 双斑蟋元素含量
Table 4 The contents of elements in GB

元素	含量	元素	含量	元素	含量
钾(K)	6 416	镁(Mg)	711	汞(Hg)	0.002
钙(Ca)	920	锌(Zn)	241	铜(Cu)	27
钠(Na)	2 769	铁(Fe)	67	硒(Se)	0.49
铬(Cr)	0.058	砷(As)	0.128	铅(Pb)	0.179
镍(Ni)	0.29	镉(Cd)	0.042		
铝(Al)	178	锰(Mn)	29		

2.5 油脂中脂肪酸种类和相对含量

双斑蟋油脂中脂肪酸种类(图1)主要为棕榈酸(C16:0)、亚油酸(C18:2)、油酸(C18:1)、硬脂酸(C16:0)及少量的亚麻酸(C16:3)、棕榈油酸(C16:1)和花生酸(C20:0),其中不饱和脂肪酸占全部脂肪酸的65.33%。饱和脂肪酸中以棕榈酸为主

(25.44%),其次为硬脂酸(8.71%),含有微量的花生酸。双斑蟋的脂肪酸组成、含量与家蟋相近,而与黑蟋的脂肪酸组成差别较大,黑蟋中饱和脂肪酸含量仅占13.71%,不饱和脂肪酸含量在80%以上,其中亚麻酸(C18:3)占到10%以上,而在家蟋和双斑蟋中该脂肪酸仅略高于1%。三种蟋蟀中含量最高的饱和脂肪酸为棕榈酸,而含量最高的不饱和酸为亚油酸(表5)。

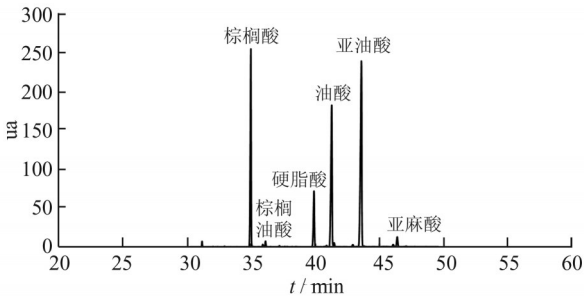


图1 双斑蟋油脂脂肪酸甲脂气相色谱图
Fig. 1 Gas chromatography determination of fatty acid profile of GB

3 结论与讨论

食用昆虫不仅营养丰富,还由于独特的风味和口感,使得世界上越来越多的人开始尝试食用昆虫。大部分昆虫的蛋白含量都较高,蟋蟀所属的同翅目昆虫蛋白含量在40%~80%之间,平均在60%左右^[23],如蝗虫的蛋白含量略高于蟋蟀,为60%~70%左右^[24],但其脂肪含量较低(4.8%~6.8%),粗纤维含量也较蟋蟀高(7.0%~9.2%)^[23]。黄粉虫是另一种常见人工饲养昆虫,其蛋白含量和蟋蟀相当(44.8%~50.1%),脂肪含量(39.1%~40.5%)和粗纤维含量(13.8%~18.8%)高于蟋蟀^[23];大麦虫

表5 双斑蟋、家蟋和黑蟋油脂中脂肪酸种类及相对含量
Table 5 The fatty acid compositions of crickets

脂肪酸	相对含量			%
	双斑蟋	家蟋 ^[21, 22]	黑蟋 ^[19]	
月桂酸(C12:0)	—	—	0.53	
肉豆蔻酸(C14:0)	—	0.83	0.39	
棕榈酸(C16:0)	25.44	27.5	10.17	
棕榈油酸(C16:1)	0.68	1.14	3.11	
硬脂酸(C18:0)	8.74	10.14	2.62	
油酸(C18:1)	25.86	21.98	29.58	
亚油酸(C18:2)	37.05	29.50	37.81	
花生酸(C20:0)	0.48	0.57	—	
亚麻酸(C18:3)	1.73	1.48	10.11	
饱和脂肪酸	34.67	39.04	13.71	
不饱和脂肪酸	65.33	54.10	80.61	

也是人工饲养昆虫,含粗脂肪 38.99%,略高于蟋蟀、含粗蛋白 49.51%,与蟋蟀相当,而灰分含量 2.13%,略低于蟋蟀^[18,25]。

双斑蟋的营养组成中具有蛋白含量较高、灰分含量低的特点。与家蟋和黑蟋相比,双斑蟋的蛋白含量与黑蟋相当,高于家蟋;但粗脂肪和灰分要高于家蟋和黑蟋,黑蟋的粗脂肪含量要比双斑蟋和家蟋低一半。双斑蟋的氨基酸含量低于其他两种蟋蟀,鲜味氨基酸谷氨酸、天冬氨酸含量也远低于黑蟋和家蟋,在口味和鲜美程度上会低于其他两种蟋蟀。双斑蟋的脂肪酸组成、含量与家蟋相近,而与黑蟋的脂肪酸组成差别较大,黑蟋中饱和脂肪酸含量仅占 13.71%,不饱和脂肪酸含量在 80% 以上,其中亚麻酸(C18:3)占到 10% 以上,而在家蟋和双斑蟋中该脂肪酸仅略高于 1%。三种蟋蟀中含量最高的饱和脂肪酸为棕榈酸,而含量最高的不饱和酸为亚油酸。根据实验结果,双斑蟋具有较高的营养价值和食用价值,有一定的开发价值。

参考文献

- [1] van Huis A. Potential of insects as food and feed in assuring food security [J]. *Annu Rev Entomol*, 2013, 58: 563-583.
- [2] Feng Y, Chen X M, Zhao M, *et al.* Edible insects in China: utilization and prospects [J]. *Insect Sci*, 2018, 25 (2): 184-198.
- [3] Nowak V, Persijn D, Rittenschober D, *et al.* Review of food composition data for edible insects [J]. *Food Chem*, 2016, 193: 39-46.
- [4] van Huis A, Itterbeeck J, Klunder H, *et al.* Edible insects - future prospects for food and feed security [C]. ROME: food and agriculture organization of the united nations: 2013:2.
- [5] Kulma M, Kouřimská L, Plachý V, *et al.* Effect of sex on the nutritional value of house cricket, *Acheta domestica* L [J]. *Food Chem*, 2019, 272: 267-272.
- [6] van Huis A, Dicke M, van Loon J J A. Insects to feed the world [J]. *J Insects Food Feed*, 2015, 1(1): 3-5.
- [7] Fernandez-Cassi X, Supeanu A, Vaga M, *et al.* The house cricket (*Acheta domesticus*) as a novel food: a risk profile [J]. *J Insects Food Feed*, 2019, 5(2): 137-157.
- [8] 徐伟, 黄褐油葫芦(*Teleogryllus derelictus*)虫体营养价值的研究 [D]. 长春: 吉林农业大学, 2003.
Xu W. A study on the nutritional value of *Teleogryllus derelictus* [D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2003: 44
- [9] van Huis A. Edible insects contributing to food security? [J]. *Agriculture Food Security*, 2015, 4(1): 20.
- [10] Halloran A, Vantomme P, Hanboonsong Y, *et al.* Regulating edible insects: the challenge of addressing food security, nature conservation, and the erosion of traditional food culture [J]. *Food Secur*, 2015, 7(3): 739-746.
- [11] Ayieko M A, Ogola H J, Ayieko I A. Introducing rearing crickets (gryllids) at household levels: adoption, processing and nutritional values [J]. *J Insects Food Feed*, 2016, 2(3): 203-211.
- [12] Halloran A, Roos N, Flore R, *et al.* The development of the edible cricket industry in Thailand [J]. *J Insects Food Feed*, 2016, 2(2): 91-100.
- [13] Halloran A, Roos N, Hanboonsong Y. Cricket farming as a livelihood strategy in Thailand [J]. *Geogr J*, 2017,

- 183(1): 112-124.
- [14] Halloran A, MegidoCaparros R, Oloo J, *et al.* Comparative aspects of cricket farming in Thailand, Cambodia, Lao People's Democratic Republic, Democratic Republic of the Congo and Kenya [J]. *J Insects Food Feed*, 2018, 4(2): 101-114.
- [15] 何钊, 赵敏, 孙龙, 等. 三种食物喂养的黑水虻幼虫营养测定与比较[J]. *生物资源*, 2018, 40(3): 240-245.
He Z, Zhao M, Sun L, *et al.* Analysis and comparison of nutrient composition of black soldier fly larvae fed with three organic substrates [J]. *Biotic Resources*, 2018, 40(3): 240-245.
- [16] WHO/FAO/UNU. Protein and amino acid requirements in human nutrition [R]. Singapore, World Health Organization 2002:241-247.
- [17] 李杨梅, 贺稚非, 任灿, 等. 四川白兔的氨基酸组成分析及营养价值评价[J]. *食品与发酵工业*, 2017, 43(3): 217-223.
Li Y M, He Z F, Ren C, *et al.* Analysis of amino acid composition in different ages of Sichuan white rabbit and their nutrition evaluation [J]. *Food Ferment Ind*, 2017, 43(3): 217-223.
- [18] Yi L Y, Lakemond C M M, Sagis L M C, *et al.* Extraction and characterization of protein fractions from five insect species [J]. *Food Chem*, 2013, 141(4): 3341-3348.
- [19] Wang D, Bai Y, Li J, *et al.* Nutritional value of the field cricket (*Gryllus testaceus* Walker) [J]. *Insect Sci*, 2004, 11(4): 275-283.
- [20] 蒋筠雅, 赵敏, 何钊, 等. 六种食用蜻蜓稚虫营养成分分析和评价[J]. *生物资源*, 2017, 39(5): 352-359.
Jiang Y Y, Zhao M, He Z, *et al.* Nutrition composition and evaluation of six edible dragonfly naiads [J]. *Biotic Resources*, 2017, 39(5): 352-359.
- [21] Laroche M, Perreault V, Marciniak A, *et al.* Comparison of conventional and sustainable lipid extraction methods for the production of oil and protein isolate from edible insect meal [J]. *Foods*, 2019, 8(11): 572.
- [22] Finke M D. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores [J]. *Zoo Biol*, 2002, 21(3): 269-285.
- [23] Rumpold B A, Schlüter O K. Nutritional composition and safety aspects of edible insects [J]. *Mol Nutr Food Res*, 2013, 57(5): 802-823.
- [24] Raheem D, Raposo A, Oluwole O B, *et al.* Entomophagy: nutritional, ecological, safety and legislation aspects [J]. *Food Res Int*, 2019, 126: 108672.
- [25] 何伟灵, 容庭, 刘志昌, 等. 大麦虫幼虫营养成分分析[J]. *广东农业科学*, 2014, 41(6): 122-126.
He W L, Rong T, Liu Z C, *et al.* Analysis of nutritive composition in *Zophobas morio* larvae [J]. *Guangdong Agric Sci*, 2014, 41(6): 122-126.

□

(编辑: 杨晓翠)