

小碎斑鱼蛉幼虫资源成分分析及价值评价^{*}

王付彬^{**} 刘玉升^{***}

(山东农业大学植物保护学院环境生物与昆虫资源研究所 泰安 271018)

摘 要 针对小碎斑鱼蛉 *Neochauliodes sparsus* (Liu et Yang) 幼虫,进行了资源成分测定、分析。结果表明:小碎斑鱼蛉幼虫干物质中蛋白质、氨基酸、脂肪、糖类及灰分含量分别为 67.69%、56.02%、10.4%、1.59%、7.05%,含有 18 种氨基酸,包括 8 种人体必需氨基酸,其必需氨基酸占总氨基酸含量的 45.32%,必需氨基酸与非必需氨基酸含量的比值为 82.89%,第一限制性氨基酸为色氨酸;此外,还含有 Ca、P、Fe、Zn 等多种矿物质和微量元素。在分析了小碎斑鱼蛉幼虫资源成分的基础上,对其开发利用价值进行了评价。

关键词 小碎斑鱼蛉,幼虫,资源成分,营养价值

Analysis and evaluation of resource components of *Neochauliodes sparsus* larvae

WANG Fu-Bin^{**} LIU Yu-Sheng^{***}

(Institute of Environmental Biology and Insect Resources, College of Plant Protection,
Shandong Agriculture University, Taian 271018, China)

Abstract The nutritional composition of *Neochauliodes sparsus* (Liu et Yang) larvae was analyzed. Protein, amino acid, fat, sugar and ash content were respectively 67.69%, 56.02%, 10.4%, 1.59% and 7.05% of dry samples. Furthermore, sampled insects contained 18 essential amino acids, including 8 human essential amino acids, and essential amino acids comprised 45.32% of the total amino acids. The ratio of essential to nonessential amino acids was 82.89%. TRY was the first limiting amino acid in larvae protein. In addition, larvae contained abundant minerals and trace elements, including Ca, P, Fe and Zn. Based on these data, the potential for utilization of *N. sparsus* larvae was evaluated.

Key words *Neochauliodes sparsus* larvae, resource components, value

小碎斑鱼蛉 *Neochauliodes sparsus* (Liu et Yang, 2005) 在分类学上隶属于广翅目 Megaloptera, 齿蛉科 Corydalidae, 斑鱼蛉属 *Neochauliodes* (Liu and Yang 2005), 在泰山各个溪流中均有发生, 且密度较大(王付彬和刘玉升 2010)。

广翅目幼虫俗称爬沙虫, 被誉为虫参, 是一种珍稀的食用、药用昆虫。在四川省攀枝花市, 爬沙虫已成为当地一种特色名吃。在云南、贵州等省山区的少数民族聚居地, 人们也有烹饪广翅目幼虫的习俗(杨定和刘星月 2010)。

小碎斑鱼蛉幼虫与水环境之间关系密切, 对生存环境质量要求较高, 对水质、温度、湿度、含氧

量、食物和光照等要求严格, 属一般耐污类群(斑鱼蛉属耐污值为 4.0(王备新和杨莲芳, 2004)), 是较为理想的水体评价指示生物。但是目前尚未见对其资源成分及价值评价的报道。本文对小碎斑鱼蛉幼虫进行了资源成分测定、分析及价值评价, 以期更好地为小碎斑鱼蛉幼虫的资源化利用提供科学的依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

小碎斑鱼蛉幼虫采自泰山南麓的桃花峪、櫻桃园山庄、天外村、红门、艾洼及大津口附近溪流。

^{*} 资助项目: 科技部项目(2005DKA21105)、泰安市大学生科技创新行动计划项目(2009D2005)。

^{**} E-mail: fbw2007@163.com

^{***} 通讯作者, E-mail: ysl@sdau.edu.cn

收稿日期: 2010-05-12, 接受日期: 2010-07-16

将其速冻致死,然后置于 55 ℃ 恒温箱中烘至恒重,用样品粉碎机磨成粉状供分析用。

1.2 测定方法

1.2.1 水分测定 采用直接干燥法(参照 GB / T 5009.3-2003),将幼虫用乙醚熏致昏迷,放入培养皿中,称其鲜重并记录。将培养皿置真空干燥箱 105 ℃ 烘干 3 h,取出于干燥器中降至室温(约 0.5 h),称干重,重复上述操作,直至恒重。

1.2.2 粗灰分测定 采用重量法(参照 GB / T 5009.4-2003),准确称取 3 g 试样,在 550 ℃ 灼烧至完全灰化,所得残渣用质量百分率来表示。

1.2.3 粗蛋白测定 采用凯氏半微量定氮法(参照 GB / T 5009.5-2003),称取 2 g 试样,移入干燥的 100 mL 定氮瓶中,在催化剂存在下,用硫酸破坏有机物,使含氮物转化成硫酸铵,再加入氢氧化钠并蒸馏使氨逸出,用硼酸吸收后,用盐酸滴定测出氮含量,乘以氮与蛋白质的换算系数 6.25 计算粗蛋白质量。

1.2.4 粗脂肪测定 采用索氏提取法(参照 GB / T 5009.6-2003),称取 5 g 试样,移入滤纸筒内,在索氏(soxhlet)脂肪提取器中用乙醚提取试样,抽提 12 h 后,称提取物的重量。

1.2.5 总糖测定 采用费林试剂滴定法(参照 GB / T 6194-1986),取制备好的待测液 100 mL 于 200 mL 容量瓶中。在 80 ℃ 水浴加热 10 min,经冷却、中和后,用水定容。分别取费林试剂甲、乙各 5.00 mL,于 250 mL 锥形瓶中,进行预测和准确测定。

1.2.6 氨基酸测定 参照 GB / T 5009.124-2003,准确称量 20 mg 试样,加入盐酸水解成为游离氨基酸,经氨基酸分析仪(英国安玛西亚 Biochrom30)的离子交换柱分离后,与茚三酮溶液产生颜色反应,再通过分光光度计(上海精密仪器 752 型)比色测定氨基酸含量。

1.2.7 Ca 的测定 采用原子吸收分光光度法(参照 GB / T 5009.92-2003),准确称量 1.5 g 试样,经消化处理后,导入原子吸收分光光度计中,再经火焰原子化后进行测定。

1.2.8 P 的测定 采用分光光度法(参照 GB / T 5009.87-2003),准确称量 0.5 g 试样于 100 mL 凯氏烧瓶中,配成试样测定液,在分光光度计 660 nm 波长处测定吸光度,以测出的吸光度在标

准曲线上查得试样液中的磷含量。

1.2.9 Zn 的测定 采用原子吸收分光光度法(参照 GB / T 5009.14-2003),准确称量 10 g 试样,经处理后,导入原子吸收分光光度计中,再经火焰原子化后进行测定。

1.2.10 Fe 的测定 采用原子吸收分光光度法(参照 GB / T 5009.90-2003),准确称量 1.5 g 试样,经消化处理后,导入原子吸收分光光度计中,再经火焰原子化后进行测定。

1.3 氨基酸质量评价

氨基酸分(AAS)、化学分(CS)、必需氨基酸指数(EAAI)按下列公式计算(范文询等,1984)。

$AAS = \text{试验蛋白质氨基酸含量}(\text{mg/g 蛋白质}) / \text{FAO 评分模式氨基酸含量}(\text{mg/g 蛋白质})$,

$CS = \text{试验蛋白质氨基酸含量}(\text{mg/g 蛋白质}) / \text{鸡蛋蛋白质氨基酸含量}(\text{mg/g 蛋白质})$,

$EAAI = (\text{赖氨酸}^T / \text{赖氨酸}^S \times 100 \times \text{色氨酸}^T / \text{色氨酸}^S \times 100 \cdots \times \text{苏氨酸}^T / \text{苏氨酸}^S \times 100)^{(-1/n)}$,

式中:n 为比较的氨基酸数,T 为试验蛋白质,S 为鸡蛋蛋白质。

2 结果与分析

2.1 小碎斑鱼蛉幼虫含水量

实验测定小碎斑鱼蛉幼虫体内的含水量为 76.68%,是体内的主要组分。小碎斑鱼蛉幼虫属于大型底栖水生昆虫,体内含水量比陆生昆虫要高。

2.2 小碎斑鱼蛉幼虫主要营养成分

小碎斑鱼蛉幼虫的主要营养成分测试结果见表 1。由表 1 可知,小碎斑鱼蛉幼虫体内干物质中蛋白质含量很高,为 67.69%;脂肪含量较低,为 10.4%;总糖含量很低,为 1.59%;灰分含量为 7.05%。

表 1 小碎斑鱼蛉幼虫主要营养成分含量
(g/100g 干质量)

Table 1 Main nutrient contents in larvae of *N. sparsus* (g/100g dry wt)

营养成分 Nutrition	蛋白质 Protein	脂肪 Fat	总糖 Sugar	灰分 Ash
含量 Content (%)	67.69	10.4	1.59	7.05

由表 1 中的数据分析还可以看出:小碎斑鱼蛉幼虫体内蛋白质和脂肪含量和值为 78.09%。

将小碎斑鱼蛉幼虫与其它蛋白质源比较,其蛋白质含量明显高于其它蛋白质源,详见表 2。

2.3 蛋白质与脂肪含量的比值

昆虫体内蛋白质与脂肪含量的比值(P/G)一般大于 1,即蛋白质含量要高于脂肪含量,通常把 $P/G \geq 2$ 的昆虫称为高蛋白昆虫,把 $P/G < 2$ 的昆虫称为高脂肪昆虫。小碎斑鱼蛉幼虫 P/G 比值高达 6.51,为高蛋白昆虫。

表 2 小碎斑鱼蛉幼虫与其它蛋白质源蛋白质量的比较
Table 2 Comparison with protein between *N. sparsus* larvae and other protein sources

名称 Name	小碎斑鱼 蛉幼虫 <i>N. sparsus</i> larvae	黄粉虫 <i>Tenebrio</i> <i>molitor</i>	豆天蛾 幼虫 <i>Clanis</i> <i>bilineata</i> larvae	洋虫幼虫 <i>Palembus</i> <i>dermestoides</i> larvae	猪肉 Pork	鸡蛋 Eggs	牛奶 Milk
蛋白质 含量 Protein content(%)	67.69	59.70	65.50	54.94	21.42	48.83	28.04

注:食物蛋白质含量来源于参考文献(周蕊和陈力,2006;杨兆芬等,1999;吕飞等,2006)。

The protein content of foods from references (Zhou and Chen, 2006; Yang *et al.*, 1999; Lv *et al.*, 2006).

2.4 氨基酸含量

采用氨基酸自动分析仪,对小碎斑鱼蛉幼虫的氨基酸种类及其含量进行了测定、分析,结果见表 3。小碎斑鱼蛉幼虫的氨基酸种类及含量丰富,含有 18 种氨基酸,并且总氨基酸和必需氨基酸分别占虫体干重的 56.02% 和 21.27%,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值为 82.89%,必需氨基酸与总氨基酸的比值为 45.32%。

2.5 氨基酸质量评价

衡量一种蛋白质的优劣,不仅要看其必需氨基酸的数量,而且还要看它们相互之间的比例是否保持平衡。蛋白质的必需氨基酸评分,包括氨基酸分(AAS)、化学分(CS)和必需氨基酸指数,它们是进一步评价其氨基酸质量优劣的重要指标。小碎斑鱼蛉幼虫蛋白的氨基酸分和化学分详见表 4。由表 4 可知,小碎斑鱼蛉幼虫蛋白中芳香族氨基酸(苯丙氨酸+酪氨酸)的评分最高,其氨基酸分(AAS)和化学分(CS)分别为 142 和 89;色氨酸的评分最低,其氨基酸分(AAS)和化学分(CS)仅分别为 58 和 36,是小碎斑鱼蛉幼虫蛋白的第一限制性氨基酸。

另外,通过计算求得小碎斑鱼蛉幼虫蛋白的必需氨基酸指数(EAAI)为 95.78(表 5)。小碎斑鱼蛉幼虫蛋白是优质蛋白源,其必需氨基酸指数仅次于中华稻蝗,数值较高。这也进一步表明,虽然小碎斑鱼蛉幼虫的必需氨基酸含量较高,但其氨基酸组成不太平衡,有必要进一步强化,特别是针对第一限制性氨基酸色氨酸进行强化,才能提高其氨基酸的利用率。

表 3 小碎斑鱼蛉幼虫氨基酸含量(g/100g 干质量)

Table 3 The amino acids of *N. sparsus* larvae(g/100g dry wt)

序号 No.	名称 Name	含量 Content
1	谷氨酸 Glu	7.13
2	天冬氨酸 Asp	5.09
3	* 赖氨酸 Lys	4.16
4	丙氨酸 Ala	4.15
5	* 亮氨酸 Leu	4.15
6	精氨酸 Arg	4.05
7	* 缬氨酸 Val	3.56
8	** 酪氨酸 Tyr	3.42
9	脯氨酸 Pro	2.75
10	甘氨酸 Gly	2.69
11	* 异亮氨酸 Ile	2.66
12	* 苏氨酸 Thr	2.55
13	组氨酸 His	2.39
14	丝氨酸 Ser	2.38
15	* 苯丙氨酸 Phe	2.36
16	* 蛋氨酸 Met	1.44
17	** 胱氨酸 Cys	0.70
18	* 色氨酸 Try	0.39
19	氮	1.05
20	● 必需氨基酸 EAA	25.39
21	非必需氨基酸 NEAA	30.63
22	总氨基酸 TAA	56.02
23	● 必需氨基酸 / 非必需氨基酸 EAA / NEAA (%)	82.89
24	● 必需氨基酸 / 总氨基酸 EAA / TAA (%)	45.32

注:带*者为必需氨基酸,带**者为半必需氨基酸,●包括酪氨酸和胱氨酸在内。

* indicates essential amino acids, ** indicates semi-essential amino acid, ● indicates including Tyr and Cys.

2.6 矿物质和微量元素

为更为全面地评价小碎斑鱼蛉幼虫的营养价值,本实验采用原子吸收光谱法和分光光度法对 Ca、Zn、Fe 和 P 含量进行了分析,结果见表 6。由表 6 可知,小碎斑鱼蛉幼虫体内 P 含量非常高,高达 1%,说明 P 对小碎斑鱼蛉幼虫生命活动

有十分重要的作用;Ca、Zn、Fe 含量也较高,这表明小碎斑鱼蛉幼虫的矿物质营养价值较高。

表 4 小碎斑鱼蛉幼虫蛋白与 FAO 推荐模式蛋白及全鸡蛋蛋白含量的比较 (mg/g 蛋白质)

Table 4 Comparison with protein content between *N. sparsus* larvae and FAO model and eggs (mg / g protein)

必需氨基酸名称 The essential aminoacids name	* FAO 模式 * FAO model	* 全鸡蛋 * Eggs	必需氨基酸 EAA	氨基酸分 AAS	化学分 CS
异亮氨酸 Ile	40	52.4	39.2	98	75
亮氨酸 Leu	70	84.1	61.3	88	73
赖氨酸 Lys	55	64.9	61.4	112	95
蛋氨酸 + 胱氨酸 Met + Cys	35	62.7	31.6	90	50
苯丙氨酸 + 酪氨酸 Phe + Tyr	60	95.5	85.4	142	89
苏氨酸 Thr	40	53.9	37.7	94	70
缬氨酸 Val	50	57.6	52.6	105	91
色氨酸 Try	10	16.2	5.8	58	36
总氨基酸 TAA	360	487.7	375	-	-

注:带* 蛋白质模式的氨基酸含量来源于参考文献(乔太生等,1992)。
* indicates amino acids in the protein patterns from reference (Qiao *et al.*, 1992).

3 结论与讨论

近年来,随着人民生活水平的不断提高,越来越多的人已经意识到昆虫食品所具有的独特的营

养价值和保健作用,昆虫开始作为一种特殊的食品正逐步被社会所接受。昆虫的食疗也早在明代李时珍的《本草纲目》中就有具体记载(何洪英等,2002)。

通过系统分析小碎斑鱼蛉幼虫营养成分,表明小碎斑鱼蛉幼虫蛋白质含量很高,脂肪含量较低,总糖含量低,矿物质丰富,具有较高的营养价值。其体内蛋白质和脂肪含量和值为 78.09%,也符合两者含量的和值接近于一个恒值(75.93 ± 2.64)% (文礼章,1998)的规律。小碎斑鱼蛉幼虫蛋白质中含有 18 种氨基酸,属于含完全氨基酸的蛋白质,并且赖氨酸、缬氨酸和苯丙-酪氨酸含量较高,其必需氨基酸与非必需氨基酸的比值高达 82.89%,必需氨基酸与总氨基酸的比值达 45.32%,研究表明,必需氨基酸与非必需氨基酸在总氨基酸中所占的比例,通常是初步评价一种蛋白质质量的重要指标之一。据 FAO/WHO 推荐,质量较好的蛋白质,其必需氨基酸与总氨基酸的比值(EAA/TAA)在 40% 左右,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(EAA/NEAA)在 60% 以上(叶兴乾等,1998)。由此可判断,小碎斑鱼蛉幼虫是一种优质的蛋白源。加之又具有重要的药用价值,因此其资源化利用前景良好。

表 5 小碎斑鱼蛉幼虫与其它 13 种食物 EAAI 比较

Table 5 The EAAI comparison between *N. sparsus* larvae and other 13 foods

名称 Name	小碎斑鱼蛉幼虫 <i>N. sparsus</i> larvae	中华稻蝗 <i>Oxya chinensis</i>	蚱蜢 <i>Cryptotympana atrata</i>	柞蚕蛹 <i>Antheraea pernyi</i>	黄粉虫 <i>Tenebrio molitor</i>	黄蚂蚁 <i>Monomorium pharaonis</i>	大豆 <i>Glycine max</i>
必需氨基酸指数 EAAI	95.78	99.05	89.68	86.05	80.27	74.21	80.55
名称 Name	瘦猪肉 Lean pork	瘦肉鸡肉 Lean chicken	瘦牛肉 Lean beef	白鲢鱼 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	鲤鱼 <i>Cyprinus carpio</i>	虹鳟鱼 <i>Oncorhynchus mykiss</i>
必需氨基酸指数 EAAI	86.29	85.54	89.02	88.42	88.48	80.88	89.25

注:13 种食物 EAAI 来源于参考文献(乔太生等,1992)。
The 13 food EAAI from reference (Qiao *et al.*, 1992).

表 6 小碎斑鱼蛉幼虫的矿物质含量

Table 6 The mineral content of *N. sparsus* larvae

元素名称 Element Name	Ca	P	Zn	Fe
含量 Content (mg/100g)	114	1 000	11.1	20.8

目前,对小碎斑鱼蛉的研究和开发利用还处

于初级阶段,很多重要领域甚至尚未涉及,有待于进一步的研究。如:(1)小碎斑鱼蛉幼虫资源成分研究:由于受实验条件限制,作者未能测试小碎斑鱼蛉幼虫的脂肪酸、维生素及其它矿质元素,下一步将对这些资源成分进行研究。(2)小碎斑鱼蛉生命表生物学研究:生物学是其生产学、资源开发利用的基础。广翅目昆虫的生命周期通常为 1~2

年,鱼蛉亚科昆虫在寒冷或者季节性干旱的溪流中,其生存期甚至高达5年(Matthew and Vincent, 2008),而且对于在研究过程中保障其充足食物的摄取等条件要求较为苛刻,基于此,小碎斑鱼蛉生物学研究尚为空白。(3)小碎斑鱼蛉幼虫作为水质评价的指示生物研究:水生大型底栖无脊椎动物在水生系统的物质循环和能量流动中具有不可替代的作用;又由于其具有生命周期较长、行动缓慢、分布广泛、形体较易辨认等优势,已越来越广泛地被用于生物监测和生态评价(任淑智,1991)。小碎斑鱼蛉幼虫极其符合该标准,如作为水质评价的指示生物对象,其研究潜力巨大。(4)小碎斑鱼蛉的人工生产饲养和繁育方面:昆虫必须给予最优的生活环境(水质、温度、湿度、食物、光照和通风等),使其具有最大生物生长量,才能获得最佳经济效益。由于小碎斑鱼蛉幼虫是水生昆虫,对水质、温度、湿度、含氧量、食物和光照等要求严格,所以要在生产饲养和繁育技术上进一步完善,同时开发自然饵料及研制合理的人工饲料,达到低成本、高效率的目的。(5)小碎斑鱼蛉幼虫保健食品的开发:作为药用昆虫深入研究其临床药效及药理作用,进一步开发出有益于人们身心健康的滋补保健品。

参考文献(References)

范文询,李泽英,赵颐和,1984.蛋白质食物的营养评价.北京:人民出版社.42—44.
何洪英,李华均,杨坚,董华荣,2002.食用资源昆虫的利用

及研究进展.食品科技,(7):29—31.

Liu XY, Yang D, 2005. Notes on the genus *Neochauiodes* Weele (Megaloptera: Corydalidae) from Henan, China, *Entomological Science* 8: 293—300.

吕飞,刘玉升,王振鹏,张秀波,2006.豆天蛾生产与综合利用的研究进展.华东昆虫学报,15(3):192—195.

Matthew RC, Vincent HR, 2008. Global diversity of dobsonflies, fishflies, and alderflies (Megaloptera; Insecta) and spongillafly, nevrorthids, and osmylids (Neuroptera; Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia* 595:409—417.

乔太生,康华澄,刘景晔,李力,1992.中华稻蝗的营养成分分析及其蛋白质评价.昆虫知识,29(2):113—117.

任淑智,1991.北京地区河流中大型大型底栖无脊椎动物与水质关系的研究.环境科学学报,11(1):31—46.

王备新,杨莲芳,2004.我国东部底栖无脊椎动物主要分类单元耐污值.生态学报,24(12):2768—2775.

王付彬,刘玉升,2010.泰山广翅目昆虫记述.山东农业大学学报(自然科学版),41(1):77—79.

文礼章,1998.墨西哥食用昆虫的营养成分.昆虫知识,35(1):58—61.

杨定,刘星月,2010.中国动物志,昆虫纲,第五十一卷,广翅目.北京:科学出版社.93.

杨兆芬,林跃鑫,陈寅山,吴小楠,1999.黄粉虫幼虫营养成分分析和保健功能的实验研究.昆虫知识,36(2):97—100.

叶兴乾,胡萃,王向,1998.六种鳞翅目昆虫的食用营养成分分析.营养学报,20(2):224—228.

周蕊,陈力,2006.洋虫营养成分分析.昆虫知识,43(5):684—687.