

# 大螟的营养价值分析<sup>\*</sup>

黄琼<sup>1</sup>,周祖基<sup>1</sup>,周定刚<sup>2</sup>,胡杰<sup>2</sup>,杨伟<sup>1</sup>,杨春平<sup>1</sup>

(四川农业大学 1 森林保护学重点实验室, 2 以济管理学院, 3 动物科技学院, 四川雅安 625014)

**[摘要]** 从害虫开发利用的角度出发,对大螟 *Sesamia inferens* (Walker) 幼虫的蛋白质、氨基酸、脂肪酸、矿物质等营养成分进行了分析测试。结果表明,大螟幼虫具有较高的营养价值。虫体的蛋白质、脂肪、总糖、胆固醇及灰分含量分别为 146.0, 119.1, 2.0, 0.4 和 23.1 g/kg; 含有 17 种氨基酸, 包括 7 种人体必需氨基酸, 总氨基酸含量为 94.7 g/kg, 必需氨基酸占总氨基酸的 42.6%, 必需氨基酸与非必需氨基酸的比值为 74.1%, 符合 FAO 推荐的理想蛋白模式, 其第一限制性氨基酸为含硫氨基酸, 即蛋氨酸和胱氨酸, 第二限制性氨基酸为亮氨酸; 大螟幼虫油脂的不饱和脂肪酸含量为 597.9 g/kg, 高于大多数动物性油脂及畜肉类食品, 其中单不饱和脂肪酸尤其丰富, 含量高达 580.1 g/kg, 而必需脂肪酸含量相对较低, 为 17.8 g/kg; 大螟幼虫还含有 K、Ca、Mg、Fe、Zn、Cu、Mn、Co 等多种矿物质和微量元素。

**[关键词]** 大螟; 营养成分; 营养价值

**[中图分类号]** R151.3

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-9387(2007)05-0081-06

## Analysis of nutrition value of *Sesamia inferens* (Walker)

HUANG Qiong<sup>1</sup>, ZHOU Zu-ji<sup>1</sup>, ZHOU Ding-gang<sup>2</sup>,  
HU Jie<sup>2</sup>, YANG Wei<sup>1</sup>, YANG Chun-ping<sup>1</sup>

(1 The Provincial Key Laboratory of Forest Protection, 2 College of Economics and Management, 3 Animal Science and Technology College, Sichuan Agriculture University, Ya'an, Sichuan 625014, China)

**Abstract:** The primary nutritional components analysis of *Sesamia inferens* (Walker) larva showed that the larvae were of good nutrition value. The contents of protein, fat, carbohydrate, cholesterol and ash were 146.0, 119.1, 2.0, 0.4 and 23.1 g/kg in the fresh larvae, respectively. The larva contained seventeen amino acids, and seven essential amino acids to human. The content of total amino acids was 94.7 g/kg, and the essential amino acids were 42.6% of the total amino acids while the percentage of essential amino acids content to the nonessential amino acids was 74.1%. The essential amino acid pattern of *S. inferens* larva met the standard protein pattern recommended by FAO. The first limiting amino acid of the larva protein was the amino acid containing sulfur (Met + Cys), and the second limiting amino acid was leu. The content of unsaturated fatty acids of the insect was 597.9 g/kg, higher than that of most animal lipid and livestock meat. In the insect fat, the content of monounsaturated fatty acids was as higher as 580.1 g/kg. In addition, *S. inferens* (Walker) larva contained many kinds of valuable minerals, and trace elements, such as K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn and Co.

**Key words:** *Sesamia inferens* (Walker); nutritional component; nutrition value

大螟 *Sesamia inferens* (Walker) 广泛分布于 东南亚以及我国南方稻区和玉米主栽区, 是水稻和

\* [收稿日期] 2006-03-31  
[基金项目] 四川省林业厅重点科研项目(川林计 1999-389)  
[作者简介] 黄琼(1971-), 女, 四川南充人, 讲师, 在读博士, 主要从事害虫防治及资源昆虫开发利用研究。  
E-mail: huangqiong201115@sina.com

玉米的重要钻蛀性害虫,以幼虫蛀食水稻和玉米的生长点、茎秆和穗,造成枯心、茎秆倒折、白穗或烂苞等,危害严重时对水稻和玉米的丰产构成威胁<sup>[1-3]</sup>。有关大螟的营养组成尚未见报道。本研究从害虫开发利用的角度出发,对大螟幼虫的蛋白质、氨基酸、脂肪酸、矿物质等营养成分进行测定、分析,以期为大螟的开发利用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料来源

待玉米采收后,从四川农业大学教学科研园区玉米地的残留玉米秸秆中,人工剖查、采集大螟 *Sesamia inferens* (Walker) 老熟幼虫,带回实验室,置于 8~10 冰箱中贮藏 7~10 d,待其虫粪排尽后取出,立即用沸水(去离子水)煮 5 min,再用组织捣碎机(JJ-2 型,上海洪纪仪器设备有限公司)匀浆,备用。

### 1.2 测定方法

1.2.1 水分 将样品在 105 下常压烘干至恒重,计算样本鲜重与烘干恒重之差,即可求得样本中的水分含量<sup>[4]</sup>。重复 10 个样本。

1.2.2 灰分与矿物质 灰分测定采用高温灼烧氧化法<sup>[4]</sup>。矿物质测定采用原子吸收光谱法<sup>[4]</sup>。分析仪器为 AA-646 型原子吸收光谱仪(日本 Shimadzu 公司)。样品前处理采用干消化法:准确称取 105 下烘干样品 1 000.0 mg,置于坩埚中加热,使样品充分炭化至无黑烟冒出,再移入高温(500~550)电炉中灼烧灰化,直至残灰呈灰白色;待残渣冷却后,加入相应的酸溶解,然后移入容量瓶,并用去离子水定容到刻度,作为待测液。灰分测定重复 10 个样本,矿物质测定重复 5 个样本。

1.2.3 脂肪、胆固醇和脂肪酸 脂肪测定采用索氏抽提法<sup>[4]</sup>。样品预处理:准确称取 5 000.0 mg 供试虫浆,于 105 下烘至恒重,再将烘干样品自然冷却,并研磨成粉状,供抽提用。

胆固醇测定采用邻苯二甲醛比色法<sup>[5]</sup>,分析仪器为 721A 型分光光度计(无锡新龙科技有限公司)。样品前处理:取 3~4 滴抽提油脂,置于 25 mL 试管中,准确记录其重量。再加入 4 mL 无水乙醇、0.5 mL 50% KOH 溶液,在 65 恒温水浴皂化 1 h,皂化时每隔 20~30 min 振摇 1 次,使皂化完全。

$AAS = \text{试验蛋白质中氨基酸含量}(\text{g}/\text{kg}) / \text{FAO 蛋白模式氨基酸含量}(\text{g}/\text{kg}) \times 100,$

$CS = \text{试验蛋白质中氨基酸含量}(\text{g}/\text{kg}) / \text{鸡蛋蛋白质氨基酸含量}(\text{g}/\text{kg}) \times 100,$

$EAA = \sqrt[n]{(b_1/a_1) \times 100 \times (b_2/a_2) \times 100 \times (b_3/a_3) \times 100 \times \dots \times (b_n/a_n) \times 100}.$

待皂化样品冷却后,加入 3 mL 5% NaCl 溶液和 10 mL 石油醚,盖紧玻塞,在电动振荡器上振摇 2 min,静置分层(一般约需 1 h 以上),取上层石油醚液为待测液进行比色测定。根据比色结果,先计算出脂肪中的胆固醇含量,然后再据此推算虫体中的胆固醇含量。

脂肪酸测定采用气相色谱法<sup>[4]</sup>。样品前处理:取少量油脂样品(约 2 滴)置于 10 mL 刻度离心管中,加乙醚 2 mL 溶解,再加 0.8 mol/L KOH-CH<sub>3</sub>OH 溶液 2 mL,摇匀后在室温下静置 15~20 min,加饱和食盐水 4~5 mL,静置分层,取上清液进行气相色谱测定。分析仪器为带有程序升温装置及氢火焰离子化检测器的 103 型气相色谱仪(上海分析仪器厂),CDMC-1B 型色谱数据处理机(上海计算技术研究所生产);色谱柱为长 2 m,内径 3 mm 的不锈钢柱,其内填充 10% 丁二酸二乙二醇聚酯固定液(DEGS)/60~80 目的络姆沙伯 W 酸洗硅烷化担体 Chromosorb(AW),使用前在 220 下通载气老化 6 h。分析条件:柱温 190,气化室温度 240,检测器温度 200,载气(N<sub>2</sub>)流量 15 mL/min,氢气流量 50 mL/min,空气流量 250 mL/min,进样量 2 μL,衰减 1/32。脂肪和胆固醇测定各重复 10 个样本,脂肪酸测定重复 5 个样本。

1.2.4 蛋白质、氨基酸含量测定及其质量评价 蛋白质含量测定采用凯氏定氮法<sup>[4]</sup>。样品前处理:准确称取 5 000.0 mg 供试虫浆,置于 500 mL 凯氏烧瓶中,加入 0.2 g 硫酸铜、0.3 g 硫酸钾及 20 mL 浓硫酸,放置过夜后小心加热,待内容物全部炭化,泡沫完全停止后加强火力,保持瓶内液体微沸,至液体呈蓝绿色透明,冷却后,用约 10 mL 蒸馏水冲洗瓶壁并混匀,继续加热至液体呈蓝绿色透明,放冷后,加 20 mL 蒸馏水混匀,待完全冷却后,移入 100 mL 容量瓶中,用少量水清洗定氮瓶,洗液一并加入容量瓶中,加水定容至刻度,混匀后供定氮用。氨基酸含量测定采用 PICO-TAG 氨基酸分析法<sup>[5]</sup>,分析仪器为美国 WATERS 公司 PICO-TAG 氨基酸分析仪。

蛋白质测定重复 10 个样本,氨基酸测定重复 5 个样本。最后根据氨基酸分析结果,计算氨基酸分(AAS)、化学分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)<sup>[6]</sup>,用以评价供试昆虫蛋白质及其氨基酸质量。

式中:  $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$  为试验蛋白质中各种必需氨基酸含量(g/kg);  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  为标准蛋白质(FAO 评分模式)中相应必需氨基酸含量(g/kg);  $n$  为参与计算的必需氨基酸个数。

1.2.5 总糖 总糖含量测定采用蒽酮比色法<sup>[7]</sup>。样品前处理:准确称取 5 000.0 mg 供试虫浆,加入最终浓度为 0.6 mol/L 的高氯酸溶液,离心(4 000 r/min, 15 min)除去蛋白沉淀,取上清液供测定用。重复 10 个样本。

1.3 数据处理

运用 SPSS11.0 统计分析软件的 Compare Means 之 Means 过程<sup>[8]</sup>,对测试所得数据进行统计分析,求得供试大螟幼虫样品中各种营养成分含量

的统计平均值。

1.4 大螟幼虫与常见畜禽、鱼类食品的营养成分比较 参与比较的畜禽、鱼类食品营养成分含量引用《食物成分表(全国代表值)》<sup>[9]</sup>的相应数据。

2 结果与分析

2.1 大螟幼虫的主要营养成分含量

由表 1 可见,大螟幼虫的水分含量高于猪肉和鸭肉,低于鸡蛋、鲇鱼和对虾,与牛肉、羊肉及鸡肉接近;蛋白质含量高于猪肉和鸡蛋,与鸭肉接近;脂肪含量低于猪肉、牛肉、羊肉及鸭肉,高于鸡肉、鸡蛋及鲇鱼;总糖含量与鸭肉相当;胆固醇含量低于所有参比食物;灰分含量高于所有参比食物。

表 1 大螟 *Sesamia inferens* 幼虫与畜禽类及鱼类的主要营养成分比较

Table 1 Comparison of the nutritional components between *Sesamia inferens* larvae and livestock, poultry and fish g/kg

样品 Name of sample	水分 Moisture	蛋白质 Protein	脂肪 Fat	总糖 Sugar	胆固醇 Cholesterol	灰分 Ash
大螟幼虫 <i>S. inferens</i> larva	683.4 ±1.5	146.0 ±0.3	119.1 ±0.3	2.0 ±0.0	0.4 ±0.0	23.1 ±0.1
*牛肉 Beef	681.1	181.1	134.1	0	0.8	11.0
*羊肉 Mutton	669.2	190.2	141.2	0	0.9	12.3
*猪肉 Pork	468.1	132.0	370.0	24.1	0.8	6.2
*鸡肉 Chicken	690.0	193.2	94.3	13.2	1.1	10.1
*鸭肉 Duck	639.1	155.0	197.2	2.0	0.9	7.1
*鸡蛋 Egg	758.0	127.3	90.3	15.1	5.9	10.0
*鲇鱼 Catfish	780.1	173.4	37.0	0	1.6	11.2
*对虾 Prawn	765.3	186.1	8.3	28.0	1.9	13.0

注:带 \* 食物的营养成分含量来源于参考文献[9]。

Note: Food with \* indicates content of the nutritional components from reference[9].

2.2 大螟幼虫的氨基酸含量

由表 2 可知,大螟幼虫含有 17 种氨基酸,其中包括 7 种人体必需氨基酸(色氨酸未测),其总氨基酸(TAA)、必需氨基酸(EAA)和非必需氨基酸含量分别为 94.7,40.3 和 54.4 g/kg;必需氨基酸与总氨

基酸的比值(EAA/ TAA)为 42.6%,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(EAA/ NEAA)为 74.1%。据 FAO/ WHO 标准,蛋白质比较理想的 EAA/ TAA 为 40%左右,EAA/ NEAA 在 60%以上<sup>[6]</sup>。因此,大螟幼虫属于比较理想的蛋白源。

表 2 大螟 *Sesamia inferens* 幼虫的氨基酸含量

Table 2 Amino acids content of *Sesamia inferens* larvae

氨基酸 Amino acid	大螟幼虫 <i>S. inferens</i> larvae	氨基酸 Amino acid	大螟幼虫 <i>S. inferens</i> larvae
* 赖氨酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) Lys	6.2 ±0.0	* 缬氨酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) Val	5.3 ±0.0
天冬氨酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) Asp	8.8 ±0.1	* 蛋氨酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) Met	2.2 ±0.0
谷氨酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) Glu	12.9 ±0.2	* * 胱氨酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) Cys	-
丝氨酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) Ser	7.9 ±0.1	* 异亮氨酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) Ile	4.1 ±0.0
甘氨酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) Gly	5.4 ±0.0	* 亮氨酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) Leu	6.9 ±0.1
组氨酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) His	3.2 ±0.0	* 苯丙氨酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) Phe	4.2 ±0.1
精氨酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) Arg	5.2 ±0.1	必需氨基酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) EAA	40.3 ±0.1
* 苏氨酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) Thr	4.8 ±0.1	非必需氨基酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) NEAA	54.4 ±0.1
丙氨酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) Ala	5.8 ±0.2	总氨基酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) TAA	94.7 ±0.1
脯氨酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) Pro	5.2 ±0.0	必需氨基酸/ 非必需氨基酸/ % EAA/ NEAA	74.1 ±0.3
* * 酪氨酸/ (g · kg <sup>-1</sup> ) Tyr	6.6 ±0.2	必需氨基酸/ 总氨基酸/ % EAA/ TAA	42.6 ±0.1

注:色氨酸未测;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;“-”表示未检测到。

Note: Content of tryptophan is not determined; \* means essential amino acids; \* \* quasi-essential amino acids; means including cysteine and tyrosine; “-” not determinable.

### 2.3 大螟幼虫蛋白质的氨基酸质量

分别以 FAO 蛋白模式和全鸡蛋蛋白为标准蛋白,对大螟幼虫蛋白质的必需氨基酸进行评分,结果见表 3。表 3 表明,大螟幼虫蛋白质的必需氨基酸含量以芳香族氨基酸(苯丙氨酸 + 酪氨酸)最丰富(74 g/kg),其次是亮氨酸(47 g/kg)和赖氨酸(42 g/kg),而其余必需氨基酸均偏低,特别是含硫氨基酸(蛋氨酸 + 胱氨酸)最低。大螟幼虫蛋白质的含硫

氨基酸(蛋氨酸 + 胱氨酸)评分(包括氨基酸分和化学分)最低,是该幼虫蛋白的第一限制性氨基酸;亮氨酸的氨基酸评分略高于含硫氨基酸(蛋氨酸 + 胱氨酸),为该幼虫蛋白的第二限制性氨基酸。另外,通过计算求得大螟幼虫蛋白的必需氨基酸指数(EAAI)为 73。由此可见,大螟幼虫蛋白质的必需氨基酸总含量较高,但各种必需氨基酸组成不平衡。

表 3 大螟 *Sesamia inferens* 幼虫蛋白质的必需氨基酸含量、氨基酸分和化学分

Table 3 Essential amino acids content, amino acid score and chemical score of *Sesamia inferens* larvae

必需氨基酸 Essential amino acid	* FAO 蛋白模式 /(g · kg <sup>-1</sup> ) Standard protein pattern recommended by FAO	*全鸡蛋 白/(g · kg <sup>-1</sup> ) Protein pattern of egg	大螟幼虫蛋白 Protein of <i>S. inferens</i> larvae		
			必需氨基酸 /(g · kg <sup>-1</sup> ) Essential amino acid	氨基酸分 Amino acid score	化学分 Chemical score
异亮氨酸 Ile	40	54	28	70	52
亮氨酸 Leu	70	86	47	67 <sup>b</sup>	55
赖氨酸 Lys	55	70	42	76	60
蛋氨酸 + 胱氨酸 Met + Cys	35	57	15	43 <sup>a</sup>	26
苯丙氨酸 + 酪氨酸 Phe + Tyr	60	93	74	123	80
苏氨酸 Thr	40	47	33	83	70
缬氨酸 Val	50	66	36	72	55
总氨基酸 Total amino acid	350	473	275	-	-

注:氨基酸含量为 1 kg 蛋白质中所含氨基酸的克数;带 \* 蛋白质模式的氨基酸含量来源于参考文献[10];a 表示第一限制性氨基酸;b 表示第二限制性氨基酸。

Note: The contents of amino acids were the data of g/kg protein; \* meant data from reference [10]; a. meant the first limiting amino acid; b. indicated the second limiting amino acid.

### 2.4 大螟幼虫的脂肪酸含量

由表 4 可以看出,大螟幼虫的饱和脂肪酸含量低于所有参比的动物性油脂、芝麻油、畜肉类、牛乳和对虾,高于除芝麻油外的植物油、禽肉类和鸡蛋;不饱和脂肪酸含量高于所有参比的动物性油脂、芝麻油、畜肉类、牛乳和对虾,低于除芝麻油外的植物油、禽肉类和鸡蛋;不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸含量的比值(P/S)大于所有参比的动物性油脂、芝麻油、

畜肉类、牛乳和对虾,小于除芝麻油外的植物油、禽肉类和鸡蛋,而与鲑鱼相当。由此可见,大螟幼虫脂肪属于不饱和脂肪酸含量较高的动物源油脂。大螟幼虫的不饱和脂肪酸中,单不饱和脂肪酸含量较高(580.1 g/kg),高于除菜籽油外的所有参比食物,其中以油酸含量最丰富(502.6 g/kg),高于所有参比食物,而其多不饱和脂肪酸和必需脂肪酸(亚油酸和亚麻酸)含量低于所有参比食物。

表 4 大螟 *Sesamia inferens* 幼虫与畜禽类、鱼类食品及食用油的脂肪酸比较

Table 4 Comparison of fatty acids between *Sesamia inferens* larvae and livestock, poultry, fish and edible oil g/kg

样品 Sample	月桂酸 Lauric acid	肉豆蔻酸 Myristic acid	棕榈酸 Palmitic acid	棕榈油酸 Palmitoleic acid	硬脂酸 Stearic acid	油酸 Oleic acid	亚油酸 Linoleic acid	亚麻酸 Linolenic acid	脂肪酸 Fatty acid			P/S	必需脂肪酸 Essential fatty acid
									饱和 Saturated	不饱和 Unsaturated	单不饱和 Monounsaturated		
大螟幼虫 <i>S. inferens</i> larva	-	3.5 ± 0.0	398.6 ± 2	77.5 ± 0.1	微量 Trace	502.6 ± 0.2	17.8 ± 0.0	-	402.1 ± 0.2	597.9 ± 0.3	580.1 ± 0.2	1.5 ± 0.2	17.8 ± 0.0
*牛肉 Beef	-	38.0	264.1	41.1	197.1	368.9	36.0	6.9	519.1	480.9	431.0	0.9	42.9
*羊肉 Mutton	微量 Trace	30.1	239.2	25.0	203.2	351.0	85.9	21.7	492.1	507.9	388.0	1.0	107.6
*猪肉 Pork	5.0	15.1	231.3	25.1	113.2	428.8	102.8	8.9	425.2	574.8	455.9	1.4	111.7
*鸡肉 Chicken	微量 Trace	9.0	248.0	47.2	72.0	365.2	214.9	20.8	337.9	662.1	413.4	2.0	235.7
*鸭肉 Duck	-	6.1	217.1	53.2	62.1	447.1	186.0	8.7	305.3	694.7	500.3	2.3	194.7

续表 4 Continued of Table 4

样 品 Sample	月桂酸 Lauric acid	肉豆蔻酸 Myristic acid	棕榈酸 Palmitic acid	棕榈油酸 Palmitoleic acid	硬脂酸 Stearit acid	油酸 Oleic acid	亚油酸 Linoleic acid	亚麻酸 Linolenic acid	脂肪酸 Fatty acid			P/ S	必需脂 肪酸 Essential fatty acid
									饱和 Saturated	不饱和 Unsaturated	单不饱和 Monounsaturated		
*牛乳 Milk	18.1	85.0	260.2	61.0	132.0	283.7	52.9	20.8	562.7	437.3	346.7	0.8	73.7
*鸡蛋 Egg	3.9	6.1	264.1	41.2	80.1	417.0	142.0	1.0	392.1	607.9	458.2	1.6	143.0
*鲇鱼 Catfish	9.9	14.2	227.2	66.1	56.1	335.7	99.7	6.8	399.7	600.3	450.8	1.5	106.5
*对虾 Prawn	9.8	14.1	264.0	48.0	75.0	208.1	89.8	41.7	431.5	568.5	335.1	1.3	131.5
*猪油 Lard	-	12.3	260.3	23.1	157.2	441.8	89.1	-	432.8	567.2	478.9	1.3	89.1
*牛油 Tallow	1.1	39.1	253.0	34.3	286.1	288.1	18.9	9.8	615.4	384.6	340.4	0.6	28.7
*羊油 Suet	微量 Trace	20.0	182.2	31.0	359.0	332.9	28.7	23.7	615.5	384.5	360.9	0.6	52.4
*菜籽油 Rap oil	-	微量 Trace	40.1	1.1	13.2	202.1	163.0	83.8	164.3	835.7	588.2	5.1	246.8
*花生油 Peanut oil	-	-	125.0	1.2	36.0	404.0	378.9	3.9	209.0	791.0	408.2	3.8	382.8
*芝麻油 Gingili	-	-	98.1	1.0	50.1	380.1	46.2	2.8	568.3	431.7	383.1	0.8	49.0
*玉米油 Mealie oil	-	-	126.0	3.0	13.0	273.9	563.8	5.8	152.5	847.5	276.9	5.6	569.6

注: 脂肪酸含量为 1 kg 脂肪所含各种脂肪酸的克数; P/ S 表示脂肪中不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸含量的比值; - 表示未测出; 带 \* 食物的脂肪酸含量来源于参考文献[9]。

Note: The contents of fatty acids were the data of g/ kg crude fat; P/ S. indicated ratio of content of unsaturated fatty acid to saturated fatty acid;“- ”meant not determinable; \* meant data from reference[9].

2.5 大螟幼虫的矿物质和微量元素含量

由表 5 可知,大螟幼虫含有多种矿物质和微量元素,如 K、Ca、Mg、Fe、Zn、Cu、Mn 和 Co 等。其中各种常量元素,如 Mg 含量以大螟幼虫最高,明显高于所有参比食物,而 K 含量远低于所有参比食物,Ca 含量低于大多数参比食物;人体必需微量元素

(如 Fe、Zn、Cu 等)在大螟幼虫中的含量也较高;同时人体必需的微量元素 Mn,也以大螟幼虫的含量为最高,远高于所有参比食物。说明大螟幼虫的常量及微量元素含量均符合中国营养学会推荐的中国居民膳食矿物质营养素的需要量<sup>[11]</sup>。

表 5 大螟 *Sesamia inferens* 幼虫与畜禽类及鱼类食品的矿物质含量比较

Table 5 Comparison of mineral between *Sesamia inferens* larvae and livestock ,poultry and fish mg/ kg

样 品 Name of sample	Cu	Mn	Zn	Fe	Co	Ca	K	Mg
大螟幼虫 <i>S. inferens</i> larva	7.01 ±0.03	15.10 ±0.02	29.67 ±0.02	22.57 ±0.02	0.28 ±0.00	78.66 ±0.02	274.98 ±0.04	806.02 ±3.15
*牛肉 Beef	1.31	0.31	36.70	32.01	-	80.00	2 110.01	250.00
*羊肉 Mutton	7.50	0.20	32.21	23.02	-	59.97	2 320.10	200.10
*猪肉 Pork	0.61	0.30	20.60	16.00	-	60.00	2 040.20	160.20
*鸡肉 Chicken	0.70	0.32	10.91	14.02	-	90.01	2 510.00	190.00
*鸭肉 Duck	2.11	0.60	13.32	22.01	-	59.98	1 910.30	140.10
*牛乳 Milk	0.62	0.33	10.01	20.00	-	480.10	980.20	140.30
*鸡蛋 Egg	0.91	0.30	5.30	21.02	-	420.02	3 510.01	220.10
*鲇鱼 Catfish	3.40	1.20	23.81	15.01	-	620.12	2 150.20	430.00

注: - 表示未测; 带 \* 食物的矿物质含量来源于参考文献[9]。Note:“- ”not determined; \* data from reference[9].

3 讨 论

本研究结果表明,大螟幼虫的蛋白质含量高、必需氨基酸和不饱和脂肪酸含量丰富、胆固醇含量低、

且含有多种矿物质和微量元素,具有较高的营养价值。

氨基酸的质量评价结果表明,大螟幼虫蛋白质的必需氨基酸总含量较高,但其组成不平衡,其中含

硫氨基酸(蛋氨酸+胱氨酸)和亮氨酸分别是该幼虫蛋白质的第一和第二限制性氨基酸,这与其他 6 种鳞翅目昆虫及东亚飞蝗和中华蚱蜢的限制性氨基酸分析结果相似<sup>[6,12]</sup>。由于大螟幼虫蛋白质中存在限制性氨基酸,因而会降低其他氨基酸的利用效率,所以为了提高大螟幼虫蛋白氨基酸的利用率,在使用中还必须进一步强化,特别是针对其第一限制性氨基酸的强化。

据报道,膳食脂肪与人体健康关系非常密切,如饱和脂肪酸摄入量过高会直接导致血胆固醇、甘油三酯和低密度脂蛋白胆固醇升高,进而可诱发一些慢性病,特别是心血管疾病<sup>[11]</sup>,大螟幼虫脂肪的不饱和脂肪酸含量明显高于大多数动物性食品,而且其不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸含量的比值(P/S)也远远大于蚕蛹油<sup>[13]</sup>,由此可见,大螟幼虫是有效预防心血管类疾病的理想膳食脂肪来源。另有研究表明,多不饱和脂肪酸在降低血清胆固醇、甘油三酯和低密度脂蛋白胆固醇的同时又具有一些潜在的不良作用,如降低高密度脂蛋白胆固醇(高密度脂蛋白胆固醇降低是冠状动脉粥样硬化性心脏病的重要危险因素)、促进机体脂质过氧化、促进化学致癌作用和抑制机体免疫功能等,而单不饱和脂肪酸不具有多不饱和脂肪酸的这些潜在副作用<sup>[11]</sup>。大螟幼虫的单不饱和脂肪酸含量远远高于多不饱和脂肪酸,而且也超过蚕蛹油中的单不饱和脂肪酸含量<sup>[13]</sup>,这更进一步表明,该幼虫可以作为比较理想的膳食脂肪来源。

此外,大螟幼虫还含有多种对人体具有重要生理功能的矿物质和微量元素,可作为补充人体矿质营养的膳食来源。

大螟作为农业上的一种常见害虫,分布极为广

泛,若能在其虫口密度较大的地区和季节实施人工捕捉,并利用残留农作物秸秆进行人工繁育利用,不仅可以达到无污染防治的目的,而且还可变害为利,创造效益。

#### [参考文献]

- [1] 罗先湖. 大螟在玉米上的发生及防治研究[J]. 植保技术与推广, 1994, 14(6): 7-8.
- [2] 孙建中, 张建新, 沈雪生. 三化螟、二化螟及大螟成虫的飞翔能力[J]. 昆虫学报, 1993, 36(3): 315-322.
- [3] 陈复斌, 刘福海, 魏义平. 水稻大螟为害规律的调查与研究[J]. 植保技术与推广, 2001, 21(9): 18-20.
- [4] 宁正祥. 食品成分分析手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998: 72-74, 145-147, 186-188, 518-519, 571-579, 590-599, 610-612, 623-627.
- [5] 叶兴乾, 胡萃, 王向. 六种鳞翅目昆虫的食用营养成分分析[J]. 营养学报, 1998, 20: 224-228.
- [6] 郭良珍, 王润莲, 梁爱萍, 等. 长须水龟虫的营养成分分析与评价[J]. 昆虫知识, 2003, 40(4): 366-368.
- [7] 冯慧. 昆虫生物化学分析法[M]. 北京: 农业出版社, 1989: 8-54.
- [8] 张文彤. SPSS11 统计分析教程(基础篇)[M]. 北京: 北京希望电子出版社, 2002: 218-223.
- [9] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分表(全国代表值)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1991: 28-45, 74-113.
- [10] 孙远明, 余群力. 食品营养学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 52-60.
- [11] 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000: 86-102, 129-252.
- [12] 林育真, 战新梅. 东亚飞蝗和中华蚱蜢的蛋白质与脂肪酸分析[J]. 资源开发与市场, 2000, 16(3): 145-146.
- [13] 刘晓庚, 鞠兴荣, 汪海峰, 等. 昆虫油脂及其营养评价[J]. 中国粮油学报, 2003, 18(6): 11-15.