

# 鼻优草螽的资源成分分析及价值评价<sup>\*</sup>

王 荟<sup>\*\*</sup> 杨 伟<sup>\*\*\*</sup> 杨春平 杨 桦 杨学圳 张 华

(四川农业大学林学院四川省林业生态工程省级重点实验室 雅安 625014)

**摘 要** 本文分析评价了鼻优草螽 *Euconocephalus nasutus* Thunberg 的资源成分。结果表明:采于牧草地和采于水稻田的鼻优草螽都具有丰富的营养,其粗蛋白含量分别为 18.39% 和 9.34%、粗脂肪含量分别为 5.93% 和 13.22%、灰分含量分别为 0.65% 和 0.52%、总糖含量分别为 0.27% 和 0.28%;总氨基酸含量分别为 19.832 mg/g 和 10.957 mg/g,其中必需氨基酸占总氨基酸的 45.185% 和 49.557%,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值分别为 0.824 和 0.982;其脂肪酸分别占总脂肪的 59.66% 和 69.72%,多不饱和脂肪酸和饱和脂肪酸含量的比值为 0.44 和 0.29;此外,鼻优草螽还含有丰富 Ca、Fe、Zn、Na、Cu、Mn、P 等矿质元素和微量元素。在分析了鼻优草螽的资源成分基础上,对其开发利用价值进行了评价。

**关键词** 鼻优草螽, 食用昆虫, 资源成分

## Analysis and evaluation of the nutritional composition of *Euconocephalus nasutus* Thunberg

WANG Hui<sup>\*\*</sup> YANG Wei<sup>\*\*\*</sup> YANG Chun-Ping YANG Hua YANG Xue-Zhen ZHANG Hua

(Key Laboratory of Ecological Forestry Engineering of Sichuan Province, College of Forestry,  
Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China)

**Abstract** The nutritional composition of *Euconocephalus nasutus* Thunberg from grassland and paddy fields was determined. The results show that *E. nasutus* from both these two habitats contained abundant nutrients, the relative percentages of each being: protein (18.39% and 9.34%), fat (5.93% and 13.22%), ash (0.65% and 0.52%) and carbohydrate (0.27% and 0.28%). Total amino acid content of samples from grassland and paddy fields were 19.832 mg/g and 10.957 mg/g respectively, of which were 45.185% and 49.557% essential amino acids. Ratios of essential to unessential amino acids from the two habitats were 0.824 and 0.982 respectively. Ratios of unsaturated to saturated fatty acids in insects from each habitat were 0.5966 and 0.6972, respectively, whereas ratios of polyunsaturated to saturated fatty acids were 0.44 and 0.29. *E. nasutus* contained minerals and trace elements, including Ca, Fe, Zn, Na, Cu, Mn, P. The potential for the utilization of *E. nasutus* was evaluated in light of these data.

**Key words** *Euconocephalus nasutus*, edible insect, resource components

鼻优草螽 *Euconocephalus nasutus* Thunberg, 俗称平音尖头鬼, 隶属直翅目 (Orthoptera) 螽斯总科 (Tettigoniodea) 草螽科 (Conocephalidae), 主要分布在西南地区。螽斯总科昆虫作为观赏及娱乐资源昆虫, 目前已有一定的市场; 在我国许多地方, 还有食用和药用的传统。在药用方面, 干燥或新鲜全体入药, 有清热解毒, 息风止痛的功效, 在食

用方面, 螽斯捕捉后去翅, 或烤或炸, 酥脆可口, 香味浓厚, 是一种天然优质食品原料 (原国辉和郑祥义, 1991)。在四川等地, 具有食用鼻优草螽的习俗, 目前已逐步向市场化发展, 人们认为其营养丰富, 美味可口, 是一种天然的食物。由此可见, 鼻优草螽是一种具有极大经济价值的资源昆虫, 但到目前为止, 对其资源价值的研究甚少, 为了更好

<sup>\*</sup> 资助项目: 四川农业大学“211”工程双支计划项目 (00370101)。

<sup>\*\*</sup> E-mail: wanghuihema@163.com

<sup>\*\*\*</sup> 通讯作者, E-mail: ywei0218@yahoo.com.cn

收稿日期: 2011-06-08, 接受日期: 2011-06-29

地开发利用此类资源昆虫,本文对采于雅安两地点的鼻优草螽的资源成分进行分析并评价其食用价值。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

样品 1 采于雅安四川农业大学实习农场牧草地,样品 2 采于雅安市名山县水稻田中,2 种样品均为成虫。捕捉回来后,将其头胸分离,头部连同带出肠胃弃去。并同时去掉翅和足。除水分立即测定外,其余样品洗净后置于 70℃ 烘箱干燥 12 h,取出冷却并研磨成粉末,备用(席碧侠和熊正英,2000)。

### 1.2 方法

**1.2.1 水分** 参照杨月欣(2007)的方法,采用 105℃ 常压干燥法,将采集的新鲜样品置于 105℃ 常压烘箱内,烘干至恒重,逸失的重量即为水分。重复 5 次。

**1.2.2 灰分** 高温灼烧氧化法。参照杨月欣(2007)的方法,称取一定量样品在电炉上缓缓炭化至无烟,移置于 550℃ 的马弗炉中,灼烧至灰白色为止,称重。重复 5 次。

**1.2.3 总糖** 蒽酮比色法。参照黄晓钰和刘邻渭(2002)的方法,称取一定量样品,使其溶于蒸馏水,在高温下被硫酸作用脱水生成糠醛或糠醛衍生物后与蒽酮( $C_{14}H_{10}O$ )反应,其产物在 620 nm 处有最大吸收。重复 5 次。

**1.2.4 粗蛋白** 凯氏定氮法。参照杨月欣(2007)的方法,样品在催化剂硫酸铜和硫酸钾作用下,被浓硫酸破坏其有机物,使含氮物转化成硫酸铵,然后在氢氧化钠溶液作用下加热蒸馏,用盐

酸标准溶液滴定接收液,测出氮含量,再乘以换算系数 6.25。重复 5 次。

**1.2.5 氨基酸** 参照王灿楠和从宁(2002)的方法,称取一定量样品,经 6 mol/L HCl 水解(色氨酸以碱水解),再用日立 835-50 氨基酸自动分析仪测定。重复 3 次。

**1.2.6 粗脂肪** 参照杨月欣(2007)的方法,改良索氏提取法。将样品装入滤纸筒内,在索氏提取仪中用乙醚抽提,再将试样在 105℃ 的烘箱下烘至恒重(约 1.5 h)。重复 5 次。

**1.2.7 脂肪酸** 参照王灿楠和从宁(2002)的方法。精确称取用采用索氏提取法气提取的油液,经 KOH/CH<sub>3</sub>OH 皂化,BF<sub>3</sub>/CH<sub>3</sub>OH 甲酯生化后,用日本岛津 GC-14B 气相色谱仪测定。重复 3 次。

**1.2.8 矿物质和微量元素** 参照杨月欣(2007)的方法,样品经干消化后,用少量硝酸溶解并定容,同时做空白,Ca、Fe、Zn、Na、Cu、Mn、用原子吸收光谱法;P 用比色法。重复 5 次。

## 2 结果与分析

### 2.1 基本资源成分

表 1 分析结果表明:采于牧草地与采于水稻田的鼻优草螽水分含量分别为 73.50% 和 75.68%,两者均高于牛肉和羊肉。牧草地鼻优草螽粗蛋白质含量为 18.39%,且略高于牛肉,低于羊肉,而水稻田的仅为 9.34%。水稻田的虫体粗脂肪含量较草地的高,但低于羊肉及牛肉的含量,两者总糖及灰分含量分别为 0.27% 和 0.28% 与 0.65% 和 0.52%,相差不明显。

表 1 鼻优草螽与其他食物的基本营养成分比较(g/100g 鲜重)

Table 1 Comparison of nutrient content between of *Euconocephalus nasutus* and other foods (g/100g wet wt)

| 营养成分<br>Nutrient | 样品 1<br>Sample 1 | 样品 2<br>Sample 2 | 牛肉*<br>Beef* | 羊肉*<br>Mutton* |
|------------------|------------------|------------------|--------------|----------------|
| 水分 Moisture      | 73.50 ± 0.11     | 75.68 ± 0.21     | 68.10        | 65.70          |
| 粗蛋白 Protein      | 18.39 ± 0.06     | 9.34 ± 0.01      | 19.90        | 19.00          |
| 粗脂肪 Fat          | 5.93 ± 0.03      | 13.22 ± 0.01     | 13.40        | 14.10          |
| 总糖 Carbohydrate  | 0.27 ± 0.015     | 0.28 ± 0.19      | 0            | 0              |
| 灰分 Ash           | 0.65 ± 0.03      | 0.52 ± 0.11      | 1.10         | 1.20           |

注:\* 表示来自文献(杨月欣,2002)。

\* indicates data from reference (Yang, 2002).

## 2.2 氨基酸含量

由表 2 可知,鼻优草螽含有 18 种氨基酸,属于完全蛋白质,氨基酸含量也十分丰富,其总含量分别为鲜重的 19.832% 和 10.957%,两者均含 8 种人体必需氨基酸,含量为鲜重的 8.961% 和 5.430%。根据粮农组织 (FAO) / 世界卫生组织 (WHO) (1973) 推荐,质量较好的蛋白质必需氨基酸占总氨基酸的比值 (EAA/TAA) 在 40% 左右,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值 (EAA/NEAA) 在

表 2 鼻优草螽氨基酸含量 (mg/g 鲜重)

Table 2 Contents of amino acids of *Euconocephalus nasutus* (mg/g wet wt)

| 氨基酸<br>Amino            | 样品 1<br>Sample 1 | 样品 2<br>Sample 2 |
|-------------------------|------------------|------------------|
| 天冬氨酸 Asp                | 13.692 ± 0.015   | 6.965 ± 0.009    |
| 苏氨酸 Thr*                | 6.938 ± 0.009    | 3.585 ± 0.005    |
| 丝氨酸 Ser                 | 6.826 ± 0.010    | 3.507 ± 0.005    |
| 谷氨酸 Glu                 | 21.242 ± 0.022   | 10.102 ± 0.011   |
| 甘氨酸 Gly                 | 10.502 ± 0.021   | 5.423 ± 0.019    |
| 丙氨酸 Ala                 | 18.833 ± 0.032   | 10.370 ± 0.006   |
| 半胱氨酸 Cys                | 11.133 ± 0.007   | 8.687 ± 0.009    |
| 缬氨酸 Val*                | 12.600 ± 0.016   | 6.294 ± 0.006    |
| 异亮氨酸 Ile*               | 7.611 ± 0.009    | 5.029 ± 0.006    |
| 蛋氨酸 Met*                | 8.416 ± 0.009    | 5.075 ± 0.010    |
| 亮氨酸 Leu*                | 14.074 ± 0.016   | 8.069 ± 0.005    |
| 酪氨酸 Tyr                 | 8.840 ± 0.005    | 5.622 ± 0.003    |
| 苯丙氨酸 Phe*               | 5.583 ± 0.005    | 3.237 ± 0.006    |
| 赖氨酸 Lys*                | 9.818 ± 0.010    | 5.652 ± 0.021    |
| 色氨酸 Trp*                | 4.606 ± 0.041    | 3.047 ± 0.002    |
| 组氨酸 His                 | 4.237 ± 0.004    | 2.398 ± 0.004    |
| 精氨酸 Arg                 | 10.727 ± 0.009   | 4.793 ± 0.013    |
| 脯氨酸 Pro                 | 22.644 ± 0.030   | 11.715 ± 0.016   |
| 总氨基酸 Total              | 19.832           | 10.957           |
| 必需氨基酸 EAA▲              | 8.961            | 5.430            |
| 非必需氨基酸 NEAA             | 10.871           | 5.527            |
| 必需氨基酸/非必需氨基酸 EAA▲/NEAA  | 0.824            | 0.982            |
| 必需氨基酸/总氨基酸 EAA▲/TAA (%) | 45.185           | 49.557           |

注:\* 表示必需氨基酸,▲包括胱氨酸和酪氨酸。

\* indicates essential amino acids, ▲ indicates including Tyr and Cys.

0.6 以上,从分析结果可以看出,两地鼻优草螽均符合推荐的理想蛋白质模式指标,其中采于水稻田的 EAA/NEAA 高达 0.982,远远大于 0.6,两地的必需氨基酸占总氨基酸含量都超过了 45%,可见其属于较优质的蛋白源。

## 2.3 氨基酸质量

表 3 的分析结果说明,鼻优草螽的必需氨基酸含量丰富,比牛肉和羊肉都多。与 FAO/WHO 推荐的蛋白质氨基酸标准模式相比较,采于牧草地的鼻优草螽有 6 种氨基酸含量超过评分标准,其第一限制性氨基酸为苏氨酸,赖氨酸是其第二限制性氨基酸,其氨基酸分 (AAS) 分别为 94.2 和 97.1;而水稻田的仅有苏氨酸一种限制性氨基酸,其 AAS 为 96.0。这说明虽然鼻优草螽存在限制性氨基酸,但其 AAS 接近推荐模式,可在食用时与其他食物搭配,提高其营养价值。

## 2.4 脂肪酸含量

表 4 分析结果表明:鼻优草螽脂肪酸组成不同于一般动物脂肪,其含有丰富的不饱和脂肪酸,含量分别为总脂肪的 59.66% 和 69.72%,明显高于牛肉和羊肉。不饱和脂肪酸中,单不饱和脂肪酸所占比例较高,分别为 44.73% 和 60.77%,水稻田的鼻优草螽含量高于牛肉和羊肉,而牧草地的含量均高于牛肉及羊肉。脂肪酸中油酸含量最高,其次分别为棕榈酸和亚油酸,并且都含有亚麻酸。多不饱和脂肪酸和饱和脂肪酸含量的比值 (P/S) 分别为 0.44 和 0.29,牧草地的值高于水稻田的值,但两者均优于牛肉和羊肉的值。可见,其油脂有较高的食用和营养保健作用,具有极高的开发价值。

## 2.5 矿物质及微量元素含量

矿质元素是人体的重要组成部分,是维持正常生理机能不可缺少的物质。鼻优草螽含有多种矿物质和微量元素,如 P、Cu、Ca、Zn、Fe、Na、Mn,其中 P、Na 含量较丰富,但都低于牛肉与羊肉。Cu、Zn、Fe、Mn 元素是人体所必需的微量元素,在人体组织中参与食物的消化、能量的转换并构成人体组织。鼻优草螽所含的必需元素均高于牛肉和羊肉,其中 Mn 的含量要远高于牛肉和羊肉 (表 5)。

表 3 鼻优草螽必需氨基酸含量与 FAO 模式及其他食物的比较 (mg/g 蛋白质)  
Table 3 Contents of essential amino acids between *Euconocephalus nasutus* and FAO  
reference pattern and other foods (mg/g protein)

| 必需氨基酸<br>Essential amino acids | FAO/WHO<br>推荐模式*<br>FAO/WHO<br>pattern* | 牛肉*   |       | 羊肉*     |       | 样品 1     |       | 样品 2     |       |
|--------------------------------|-----------------------------------------|-------|-------|---------|-------|----------|-------|----------|-------|
|                                |                                         | Beef* |       | Mutton* |       | Sample 1 |       | Sample 2 |       |
|                                |                                         | 必需氨基酸 | 氨基酸分  | 必需氨基酸   | 氨基酸分  | 必需氨基酸    | 氨基酸分  | 必需氨基酸    | 氨基酸分  |
|                                |                                         | EAA   | AAS   | EAA     | AAS   | EAA      | AAS   | EAA      | AAS   |
| 异亮氨酸 Ile                       | 40                                      | 44.6  | 111.5 | 41.8    | 104.5 | 41.4     | 103.5 | 53.8     | 134.5 |
| 亮氨酸 Leu                        | 70                                      | 80.2  | 114.6 | 78.6    | 112.3 | 76.6     | 109.4 | 86.4     | 123.4 |
| 赖氨酸 Lys                        | 55                                      | 87.1  | 158.4 | 84.5    | 153.6 | 53.4     | 97.1  | 60.5     | 110.0 |
| 蛋氨酸 +<br>半胱氨酸<br>Met + Cys     | 35                                      | 37.6  | 107.4 | 33.3    | 95.1  | 106.3    | 303.7 | 147.3    | 420.9 |
| 苯丙氨酸 + 酪氨酸<br>Phe + Tyr        | 60                                      | 76.0  | 126.7 | 72.4    | 95.3  | 78.4     | 130.7 | 94.8     | 158.0 |
| 苏氨酸 Thr                        | 40                                      | 45.9  | 114.7 | 45.4    | 113.5 | 37.7     | 94.2  | 38.4     | 96.0  |
| 色氨酸 Trp                        | 10                                      | 11.0  | 110.0 | 10.9    | 109.0 | 25.1     | 251.0 | 23.5     | 235   |
| 缬氨酸 Val                        | 50                                      | 49.1  | 99.0  | 48.3    | 96.6  | 68.5     | 137.0 | 67.3     | 134.6 |
| 总氨基酸 Total                     | 360                                     | 431.5 | —     | 415.2   | —     | 487.4    | —     | 572.0    | —     |

注:\* 表示来自文献 (杨月欣,2002;FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee,1973)。

\* indicates data from references (Yang ,2002; FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee,1973)。

表 4 鼻优草螽的脂肪酸含量与其他食物的比较 (g/100 g 脂肪)  
Table 4 The composition of fatty acids between *Euconocephalus nasutus* and other foods (g/100 g fat)

| 脂肪酸<br>Fatty acids                  | 样品 1<br>Sample 1 | 样品 2<br>Sample 2 | 牛肉*   | 羊肉*     |
|-------------------------------------|------------------|------------------|-------|---------|
|                                     |                  |                  | Beef* | Mutton* |
| 肉豆蔻酸 C14:0                          | 0.66 ± 0.04      | 0.70 ± 0.01      | 3.80  | 3.00    |
| 棕榈酸 C16:0                           | 28.16 ± 0.02     | 25.36 ± 0.43     | 26.40 | 23.90   |
| 棕榈油酸 C16:1                          | 1.99 ± 0.20      | 3.20 ± 0.17      | 4.10  | 2.50    |
| 硬脂酸 C18:0                           | 7.80 ± 0.10      | 4.08 ± 0.02      | 19.70 | 20.30   |
| 油酸 C18:1                            | 41.56 ± 0.09     | 57.57 ± 0.23     | 36.90 | 35.10   |
| 亚油酸 C18:2                           | 13.49 ± 0.20     | 8.30 ± 0.10      | 3.60  | 8.60    |
| 亚麻酸 C18:3                           | 2.62 ± 0.20      | 0.65 ± 0.21      | 0.70  | 2.20    |
| 花生酸 C20:0                           | 0.18 ± 0.10      | 0.13 ± 0.04      | 0.10  | 0.10    |
| 其他脂肪酸 Other fatty acids             | 3.54             | 0.01             | 4.70  | 4.30    |
| 不饱和脂肪酸 Unsaturated fatty acids      | 59.66            | 69.72            | 45.30 | 48.40   |
| 饱和脂肪酸 Saturated fatty acids         | 36.80            | 30.27            | 50.00 | 47.30   |
| 单不饱和脂肪酸 Monounsaturated fatty acids | 43.55            | 60.77            | 41.00 | 37.60   |
| 必需脂肪酸 Essential fatty acids         | 16.11            | 8.95             | 4.30  | 10.80   |
| 多不饱和脂肪酸/饱和脂肪酸 P/S                   | 0.44             | 0.29             | 0.09  | 0.23    |

注:\* 表示来自文献 (杨月欣,2002)。P:表示多不饱和脂肪酸;S:表示饱和脂肪酸。

\* indicates data from reference (Yang ,2002). P: polyunsaturated fatty acids; M: monounsaturated fatty acids.

表 5 鼻优草螽矿物质及微量元素含量  
与其他食物的比较 (mg/100 g 鲜重)

Table 5 The content of some minerals and trace elements between *Euconocephalus nasutus* and other foods (mg/100 g wet wt)

| 元素名称<br>Element<br>name | 样品 1<br>Sample 1 | 样品 2<br>Sample 2 | 牛肉*<br>Beef* | 羊肉*<br>Mutton* |
|-------------------------|------------------|------------------|--------------|----------------|
| P                       | 142.98 ± 7.12    | 64.89 ± 5.14     | 168.00       | 146.00         |
| Cu▲                     | 1.61 ± 0.13      | 0.85 ± 0.15      | 0.18         | 0.75           |
| Ca                      | 3.77 ± 0.18      | 2.98 ± 0.23      | 23.00        | 6.00           |
| Zn▲                     | 5.55 ± 0.26      | 4.76 ± 0.24      | 4.73         | 3.22           |
| Fe▲                     | 4.76 ± 0.11      | 3.82 ± 0.22      | 3.30         | 2.30           |
| Na                      | 46.46 ± 0.14     | 42.53 ± 0.11     | 84.20        | 80.60          |
| Mn▲                     | 0.64 ± 0.05      | 0.42 ± 0.09      | 0.04         | 0.02           |

注: \* 表示来自文献(杨月欣,2002); ▲表示必需元素。

\* indicates data from reference (Yang, 2002). ▲ indicates trace elements.

### 3 结论与讨论

本研究结果表明,采于牧草地的鼻优草螽蛋白质含量较高,明显高于采于水稻田的鼻优草螽,低于羊肉和牛肉,但其粗脂肪含量却较低,是典型的高蛋白低脂肪昆虫资源。而采于水稻田的鼻优草螽粗脂肪含量较高,明显高于螽斯总科的许多昆虫,但两者的粗脂肪含量均要低于牛肉和羊肉(杨月欣,2002)。采于雅安不同地点的鼻优草螽资源成分含量差异较大,这可能与寄主植物有重要关系,采于水稻田的可能主要取食水稻,吸取的营养物质较多,而牧草地的鼻优草螽一般取食牧草。

从鼻优草螽的氨基酸组成看,其氨基酸全面且丰富,必需氨基酸含量比较高,配比合理,高于中华剑角蝗,是优质的高氨基酸食品(林育真等,2000)。其中,含硫氨基酸(蛋氨酸和胱氨酸)含量较高,远远超过牛肉及羊肉。也优于黄粉虫蛹的含量,但芳香族氨基酸(苯丙氨酸和酪氨酸)含量不及黄粉虫蛹(黄琼等,2006)。两地鼻优草螽的EAA/NEAA和EAA/TAA均符合FAO/WHO推荐的理想蛋白质模式指标,属于优质蛋白源。

从鼻优草螽的脂肪酸组成看,其主要为大量不饱和脂肪酸,与动物脂肪不同,而动物脂肪多以脂的形式存在,含有较高的饱和脂肪酸(刘晓庚

等,2003)。鼻优草螽含有亚油酸和亚麻酸,而亚油酸和亚麻酸作为人体的必需脂肪酸,具有降低血脂,调节免疫能力,健脑益智,改善视力的作用(薛建平,2002)。采于水稻田的鼻优草螽蛋白质含量较低,而粗脂肪和不饱和脂肪酸含量都较高,由于高油脂使其具有更浓郁的香味,可提取油脂进行开发利用。

此外鼻优草螽还富含多种矿物质及人体必需微量元素,且微量元素含量丰富均高于羊肉和牛肉,其中两地采集的鼻优草螽Mn的含量分别为0.64 mg/100 g和0.42 mg/100 g,远高于牛肉和羊肉,Mn在体内常作为酶的激活剂,缺乏锰时会出现生长不良,骨骼异常,脂肪代谢紊乱等症状(郭红卫,2005)。

本文测定了采于雅安不同地点的鼻优草螽的资源成分,为鼻优草螽的人工饲养提供了有利依据,在开发利用时进行分析评估,选出最适合饲料,充分发挥当地环境气候优势,合理饲养开发这一食用昆虫。

### 参考文献 (References)

- FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee, 1973. Energy and Protein Requirement. FAO Nutrition Meeting Report Series. 40—70.
- 郭红卫,2005. 营养与食品安全. 上海:复旦大学出版社. 45—47.
- 黄琼,周祖基,杨伟,胡杰,杨伟,杨春平,2006. 黄粉虫蛹的营养成分分析. 四川动物, 25(4):809—811.
- 黄晓钰,刘邻渭,2002. 食品化学综合实验. 北京:中国农业出版社. 148—150.
- 林育真,许士国,战新梅,2000. 中华剑角蝗的营养成分与利用评价. 昆虫知识, 37(4):218—220.
- 刘晓庚,鞠兴荣,汪海峰,2003. 昆虫油脂及其营养评价. 昆虫知识, 18(6):11—13.
- 王灿楠,从宁,2002. 蚱蜢幼虫的营养成分研究. 营养学报, 24(4):447—448.
- 席碧侠,熊正英,2000. 螽斯总科三种昆虫营养成分的分析与评价. 营养学报, 22(4):349—352.
- 薛建平,2002. 食物营养与健康. 合肥:中国科学技术大学出版社. 26.
- 杨月欣,2007. 实用食物营养成分分析手册. 北京:中国轻工业出版社. 41—153.
- 杨月欣,2002. 中国食物成分表(2002). 北京:北京医科大学出版社. 105—295.
- 原国辉,郑祥义,1991. 食用昆虫资源的开发利用概况. 昆虫知识, 28(2):122—124.