

# 中华蜜蜂越冬阶段维生素和氨基酸的营养需要量

刘俊峰 吴小波\* 何旭江 田柳青 曾志将

(江西农业大学蜜蜂研究所,南昌 330045)

**摘要:** 本试验旨在研究中华蜜蜂越冬阶段对维生素和氨基酸的需要量。根据中华蜜蜂天然饲料——蜂蜜中的维生素和氨基酸含量设计试验饲料[中剂量(67.28 mg/kg)维生素+中剂量(127.85 mg/kg)氨基酸组、中剂量维生素+高剂量(256.70 mg/kg)氨基酸组、高剂量(134.56 mg/kg)维生素+中剂量氨基酸组、高剂量维生素+高剂量氨基酸组],测定维生素和氨基酸剂量对中华蜜蜂越冬阶段蜂群群势削减率、饲料消耗量以及抗氧化性能的影响,并以糖水和蜂蜜为对照进行比较,研究不同剂量维生素和氨基酸对中华蜜蜂越冬性能及抗氧化性能的影响,推断中华蜜蜂越冬阶段维生素和氨基酸的营养需要量。结果表明:1)在群势削减率方面,中剂量维生素高剂量氨基酸试验组较低,虽与蜂蜜对照组差异不显著( $P > 0.05$ ),但2个组均显著低于糖水对照组( $P < 0.05$ );高剂量维生素中剂量氨基酸试验组较高,显著高于蜂蜜对照组( $P < 0.05$ ),但与其他组均差异不显著( $P > 0.05$ )。各试验组的饲料消耗量与糖水对照组和蜂蜜对照组均无显著差异( $P > 0.05$ )。2)在蜜蜂总超氧化物歧化酶活性方面,中剂量维生素中剂量氨基酸试验组显著高于高剂量氨基酸的2个试验组及糖水对照组和蜂蜜对照组( $P < 0.05$ );2个中剂量氨基酸试验组没有显著差异( $P > 0.05$ )。各试验组及对照组间的丙二醛含量没有显著差异( $P > 0.05$ )。由此可见,在越冬阶段,可以在常规饲料——糖水中添加维生素和氨基酸来满足蜜蜂越冬的部分营养需求,其复合维生素的添加量应低于67.28 mg/kg,复合氨基酸的添加量应在127.85~256.70 mg/kg。

**关键词:** 中华蜜蜂; 维生素; 氨基酸; 越冬; 抗氧化性能

中图分类号: S891

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2011)10-1756-06

蜜蜂与其他动物一样,都需要蛋白质、碳水化合物、矿物质、脂肪、维生素及水等营养物质,以确保其正常生长发育。在外界蜜粉源充足的情况下,蜜蜂可以通过采集外界的花蜜和花粉来满足其所需要的营养物质,但在寒冷的冬季,蜜蜂只能利用储存在巢脾中的蜂粮维持蜂群的营养需要。然而一些养蜂者常常为了获取更高的经济效益,仅提供糖水给蜜蜂,难于满足蜜蜂越冬的生理需求。目前,国内外对蜜蜂营养的研究主要集中在西方蜜蜂上,De Groot<sup>[1]</sup>报道,蜜蜂生长发育必需的氨基酸有精氨酸、组氨酸、赖氨酸、色氨酸、苯丙

氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、亮氨酸、异亮氨酸和缬氨酸,并且亮氨酸、异亮氨酸和缬氨酸需要量最大。Anderson等<sup>[2]</sup>研究表明,维生素B<sub>6</sub>是蜜蜂幼虫生长发育必需的营养物质,哺育蜂须食用含2 mg/kg维生素B<sub>6</sub>的食物才能培育幼虫。肖培新等<sup>[3]</sup>报道,添加60%花粉、40%豆粕及预混料的试验组与饲喂蜂花粉组在蜜蜂群势和生产性能上效果一致。然而,关于东方蜜蜂的营养研究相对较少,尤其是中华蜜蜂。刘俊峰等<sup>[4]</sup>初步探索了中华蜜蜂越冬阶段维生素及矿物质的需要量,结果发现:中华蜜蜂在越冬阶段在糖水中添加维生素的剂量应

收稿日期: 2011-04-09

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项“畜禽饲料营养价值与饲养标准研究与应用”(编号: 200903006)

作者简介: 刘俊峰(1986—)男,江西高安人,硕士研究生,从事蜜蜂营养研究。E-mail: mm1860mm@126.com

\* 通讯作者: 吴小波,讲师, E-mail: wuxiaobo21@163.com

低于 0.08 mg/kg, 复合矿物质的最佳添加剂量介于 0.95 ~ 1.89 mg/kg。关于氨基酸对中华蜜蜂越冬及抗氧化性能的相关研究很鲜见。本试验通过配制不同剂量的维生素和氨基酸饲料饲喂中华蜜蜂蜂群, 检测其对蜂群越冬群势削减率、饲料消耗量及蜜蜂个体中总超氧化物歧化酶(T-SOD)活性和丙二醛(MDA)含量的影响, 研究维生素和氨基酸剂量与中华蜜蜂越冬性能和抗氧化性能的关系, 推断中华蜜蜂越冬阶段维生素和氨基酸的最佳剂量, 为中华蜜蜂越冬饲料营养需求提供理论依据。

### 1 材料与方 法

#### 1.1 试验蜂群及试验时间

试验选用江西省铜鼓县古桥冯则眉养蜂场饲养的健康中华蜜蜂蜂群, 试验时间: 2010 - 12 - 09 至 2011 - 02 - 20。

#### 1.2 试验材料

白砂糖(广西博庆食品有限公司, 一级); 野桂

花蜜(江西铜鼓, 2010); 总超纯水(沃特浦总超纯水机, 型号: WP - UP - 11 - 20); 50% 水溶性维生素 E(北京福乐维生物技术有限公 司, 维生素添加剂, 下同)、51.5% 维生素 K<sub>3</sub>、92% 维生素 B<sub>1</sub>、76% 维生素 B<sub>2</sub>、82% 维生素 B<sub>6</sub>、90% 泛酸钙、99.5% 烟酰胺、96% 叶酸、2% 生物素、98.5% 维生素 C; 氯化钾(汕头市西陇化工厂, 分析纯, 下同)、碳酸氢钾、磷酸二氢钾、氯化钠、硫酸锰、硫酸铁、硫酸锌、硫酸镁; 中蜂蜂蜜; 电子秤; 天冬氨酸(上海生工, 下同)、苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、胱氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸、组氨酸、精氨酸; 总超氧化物歧化酶试剂盒(南京建成, 下同)、丙二醛试剂盒; 紫外分光光度计。

#### 1.3 试验方法

##### 1.3.1 试验配方

饲料营养配方参考刘俊峰等<sup>[4]</sup>的中华蜜蜂越冬饲料中复合维生素及复合矿物质添加量和陈华生等<sup>[5]</sup>的荔枝蜂蜜氨基酸含量配制, 见表 1。

表 1 中华蜜蜂越冬饲料(糖:水 = 2:1)中复合维生素、复合矿物质和复合氨基酸的添加量

Table 1 Dosages of vitamin complex, mineral complex and amino acid complex in overwintering diets (sugar:water = 2:1) of *Apis cerana cerana* mg/kg

维生素 Vitamins	添加量 Dosage	矿物质 Minerals	添加量 Dosage	氨基酸 Amino acids	添加量 Dosage	氨基酸 Amino acids	添加量 Dosage
维生素 E Vitamin E	0.06	氯化钾 KCl	205.88	天冬氨酸 Aspartic acid	4.57	异亮氨酸 Isoleucine	1.93
维生素 K <sub>3</sub> Vitamin K <sub>3</sub>	0.49	碳酸氢钾 KHCO <sub>3</sub>	256.41	苏氨酸 Threonine	10.00	亮氨酸 Leucine	3.71
硫胺素 Thiamine	0.10	磷酸二氢钾 KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	145.45	丝氨酸 Serine	7.93	酪氨酸 Tyrosine	4.43
核黄素 Riboflavin	1.91	氯化钠 NaCl	50.89	谷氨酸 Glutamic acid	10.14	苯丙氨酸 Phenylalanine	19.71
维生素 B <sub>6</sub> Vitamin B <sub>6</sub>	5.85	硫酸锰 MnSO <sub>4</sub>	11.42	脯氨酸 Proline	41.93	赖氨酸 Lysine	9.93
泛酸钙 Calcium pantothenate	2.11	硫酸铁 FeSO <sub>4</sub>	9.09	甘氨酸 Glycine	1.14	组氨酸 Histidine	0.86
烟酰胺 Nicotinamide	5.93	硫酸锌 ZnSO <sub>4</sub>	9.09	丙氨酸 Alanine	3.64	精氨酸 Arginine	0.50
叶酸 Folic acid	0.03	硫酸镁 MgSO <sub>4</sub>	100.00	胱氨酸 Cystine	2.79	合计 Total	127.85
生物素 Biotin	0.04	合计 Total	788.23	缬氨酸 Valine	4.07		
维生素 C Vitamin C	50.76			蛋氨酸 Methionine	0.57		
合计 Total	67.28						

### 1.3.2 试验设计与分组

选取蜂群群势基本一致的中华蜜蜂 30 群(蜂王已停止产卵,蜂群中均无卵、幼虫或封盖子),随机分为 6 个组,4 个试验组和 2 个对照组,每组 5 个重复,对照组分别为饲喂常规饲料糖水(糖:水=2:1)的对照组 C 以及饲喂天然饲料蜂蜜

(越冬前蜂群所采集的野桂花蜜)的对照组 D。试验组分别设定维生素和氨基酸为因素 A 和因素 B,水平分别为中剂量和高剂量,即 A 的水平分别为 67.28 和 134.56 mg/kg、B 的水平分别为 127.85 和 256.70 mg/kg。4 个试验组分别为 A1B1、A2B1、A1B2、A2B2。试验分组及饲喂配方见表 2。

表 2 试验分组及饲喂配方  
Table 2 Experimental groups and feeding formula

组别 Groups	主要原料 Major ingredients/kg		营养素 Nutrients/(mg/kg)		
	糖水 Syrup	蜂蜜 Honey	复合维生素 Vitamin complex	复合氨基酸 Amino acid complex	复合矿物质 Mineral complex
	A1B1	1.5		67.28	127.85
A2B1	1.5		134.56	127.85	788.23
A1B2	1.5		67.28	256.70	788.23
A2B2	1.5		134.56	256.70	788.23
对照 C Control C	1.5				
对照 D Control D		1.5			

## 1.4 检测指标

### 1.4.1 越冬饲料消耗量 c

试验期间饲喂蜂群 2 次,每次 0.75 kg,糖水总计 1.5 kg,试验前抖去巢脾上所有蜜蜂,称量各群蜜脾总重 a,试验结束再次称取去蜂的蜜脾总重 b。 $c = 1.5 + a - b$ 。

### 1.4.2 越冬群势削减率 z

试验前抖去巢脾上蜜蜂,入空蜂箱,称取各群蜜蜂总净重 x,试验结束再次称取蜜蜂总净重 y。 $z(\%) = [(x - y) / x] \times 100$ 。

### 1.4.3 工蜂抗氧化酶活性

试验结束后随机采集每群工蜂各 10 只,抽取血淋巴液加入生理盐水制备成 20% 待测液,分别采用黄嘌呤氧化法和硫代巴比妥酸法测定待测液中的总超氧化物歧化酶活性和丙二醛含量,并用紫外分光光度计测定各反应液的吸光度,最后计算出总超氧化物歧化酶活性和丙二醛含量。

## 1.5 数据分析

用 SPSS (17.0) 进行数据处理与分析。采用 One-Sample Kolmogorov-Smirnov 检验所有数据分布型,所有数据均为正态分布;采用单因素方差分析(One-way ANOVA)及双因素方差分析(Two-way ANOVA)方法进行差异显著性比较,差异显著者再采用 Duncan 氏法进行多重比较。

## 2 结果

### 2.1 饲料添加复合维生素和复合氨基酸对中华蜜蜂越冬性能的影响

由表 3 可知,在群势削减率方面,中剂量维生素高剂量氨基酸试验组(A1B2)与蜂蜜对照组 D 差异不显著( $P > 0.05$ ),但 2 个组均显著低于糖水对照组 C( $P < 0.05$ );高剂量维生素中剂量氨基酸试验组(A2B1)与糖水对照组差异不显著( $P > 0.05$ ),但 2 个组均显著高于蜂蜜对照组( $P < 0.05$ );另外 2 个试验组与蜂蜜对照组和糖水对照组之间均差异不显著( $P > 0.05$ )。在饲料消耗量方面,试验组与对照组相互之间均差异不显著( $P > 0.05$ )。

通过 SPSS 17.0 软件中双因素方差分析方法分析群势削减率和饲料消耗量的结果得出,因素 A(维生素)和因素 B(氨基酸)及其交互作用 A × B 对群势削减率或饲料消耗量均没有显著影响( $P > 0.05$ )。

### 2.2 饲料添加复合维生素和复合氨基酸对中华蜜蜂越冬阶段抗氧化性能的影响

由表 4 可知,中剂量维生素中剂量氨基酸试验组(A1B1)蜜蜂的总超氧化物歧化酶活性显著

高于高剂量氨基酸的试验组 (A1B2、A2B2) 和 2 个对照组 (C、D) ( $P < 0.05$ ); 高剂量维生素中剂量氨基酸试验组 (A2B1) 与其他 5 组之间均差异

不显著 ( $P > 0.05$ ); 在丙二醛含量方面, 试验组与对照组之间均差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

表 3 饲料添加复合维生素和复合氨基酸对中华蜜蜂越冬性能的影响

Table 3 Effects of vitamin complex and amino acid complex added in diets on overwintering ability of *Apis cerana cerana*

组别 Groups	群势削减率 Reduction rate of population/%	饲料消耗量 Feed consumption/kg
A1B1	28.47 ± 8.27 <sup>abc</sup>	4.18 ± 0.30
A2B1	33.21 ± 7.43 <sup>ab</sup>	3.75 ± 0.56
A1B2	23.01 ± 2.34 <sup>bc</sup>	3.71 ± 0.59
A2B2	27.47 ± 5.66 <sup>abc</sup>	3.45 ± 0.55
对照 C Control C	35.02 ± 8.91 <sup>a</sup>	3.70 ± 0.25
对照 D Control D	21.29 ± 6.23 <sup>c</sup>	3.82 ± 0.29

同列数据肩标不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), 相同字母或无肩标表示差异不显著 ( $P > 0.05$ )。下表同。

In the same column, values with different small letter superscripts mean significant difference ( $P < 0.05$ ), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference ( $P > 0.05$ ). The same as below.

通过 SPSS 17.0 软件中双因素方差分析方法分析总超氧化物歧化酶活性和丙二醛含量的结果得出, 因素 A (维生素) 及其与因素 B (氨基酸) 的交互作用 A × B 对蜜蜂总超氧化物歧化酶活性均没有显著影响 ( $P > 0.05$ ), 但因素 B (氨基酸) 对

总超氧化物歧化酶活性有显著影响 ( $P < 0.05$ ), 且随着氨基酸剂量升高, 总超氧化物歧化酶活性具有下降的趋势。而因素 A (维生素)、因素 B (氨基酸) 及其交互作用 A × B 对丙二醛含量均没有显著影响 ( $P > 0.05$ )。

表 4 饲料添加复合维生素和复合氨基酸对中华蜜蜂越冬阶段抗氧化性能的影响

Table 4 Effects of vitamin complex and amino acid complex added in diets on the antioxidant activity of *Apis cerana cerana* during overwintering period

组别 Groups	总超氧化物歧化酶活性 T-SOD activity/(U/mL)	丙二醛含量 MDA content/(nmol/mL)
A1B1	558.16 ± 25.22 <sup>a</sup>	12.95 ± 3.89
A2B1	488.70 ± 74.49 <sup>ab</sup>	11.82 ± 1.29
A1B2	420.51 ± 88.41 <sup>b</sup>	14.50 ± 1.50
A2B2	426.57 ± 81.32 <sup>b</sup>	11.82 ± 1.66
对照 C Control C	388.31 ± 43.36 <sup>b</sup>	16.59 ± 4.83
对照 D Control D	433.14 ± 40.51 <sup>b</sup>	16.13 ± 4.94

### 3 讨论

#### 3.1 饲料添加复合维生素和复合氨基酸对中华蜜蜂越冬性能的影响

维生素是人和动物生命阶段必需的化合物, 对机体的新陈代谢、生长、发育、健康有着极重要的作用。本试验结果表明, 各试验组在群势削减率方面差异不显著, 但从平均值来看, 中剂量维生素中剂量氨基酸试验组 (A1B1) 在群势削减率方面优于高剂量维生素中剂量氨基酸试验组 (A2B1), 同样, 中剂量维生素高剂量氨基酸试验

组 (A1B2) 优于高剂量维生素高剂量氨基酸试验组 (A2B2), 这也说明在饲料糖水中添加高剂量维生素不利于中华蜜蜂越冬。这与刘俊峰等<sup>[4]</sup>的报道一致。

氨基酸是构成生物体蛋白质并同生命活动有关的最基本的物质, 是在生物体内构成蛋白质分子的基本单位, 与生物的生命活动有着密切的关系。它在抗体内具有特殊的生理功能, 是生物体内不可缺少的营养成分之一<sup>[6]</sup>。本试验结果表明, 中剂量维生素高剂量氨基酸试验组 (A1B2) 在群势削减率方面优于中剂量维生素中剂量氨基酸试验组 (A1B1), 同样, 高剂量维生素高剂量氨基

酸试验组(A2B2) 优于高剂量维生素中剂量氨基酸试验组(A2B1), 而且中剂量维生素高剂量氨基酸的试验组(A1B2) 的试验效果显著优于糖水对照组, 但与蜂蜜对照组差异不显著, 这说明在糖水中添加高于中剂量的氨基酸有利于中华蜜蜂越冬。

在本试验中, 在糖水中添加不同剂量的维生素和氨基酸对试验蜂群的饲料消耗量没有显著影响。这也说明中华蜜蜂越冬阶段最基本需求在于蜂群越冬期间的能量供应, 饲喂足量的食物是蜜蜂安全越冬的基本条件<sup>[7]</sup>。

### 3.2 饲料添加复合维生素和复合氨基酸对中华蜜蜂抗氧化性能的影响

超氧化物歧化酶(SOD) 能够清除生物氧化过程中产生的超氧阴离子自由基, 是生物体有效清除活性氧的重要酶类之一, 它能协同完成细胞内的抗氧化作用, 而丙二醛是前列腺的内源性过氧化物酶解或直接分解所形成的产物, 其浓度可以反映脂质过氧化程度。超氧化物歧化酶活性的高低间接反映了机体清除氧自由基的能力, 而丙二醛含量的高低又间接反映了机体细胞受自由基攻击的严重程度<sup>[8]</sup>。

本试验结果表明, 试验蜂群中的总超氧化物歧化酶活性以糖水对照组C 最低, 这说明在蜜蜂越冬阶段, 单纯饲喂糖水不能满足蜜蜂的生理需求。中剂量维生素中剂量氨基酸组(A1B1) 在总超氧化物歧化酶活性方面显著高于高剂量氨基酸组(A1B2、A2B2) 和 2 个对照组(C、D), 但与高剂量维生素中剂量氨基酸试验组(A2B1) 差异不显著。这说明在越冬饲料中氨基酸的添加量应该低于高剂量。此外, 从总超氧化物歧化酶活性方差分析中发现, 因素 B(氨基酸) 对总超氧化物歧化酶活性有显著的影响, 可能是高剂量氨基酸抑制了总超氧化物歧化酶的活性。

从本试验蜂群的丙二醛含量结果中发现, 含高剂量维生素组 A2B1、A2B2 中的丙二醛含量低于含低剂量维生素组 A1B1、A1B2。这可能是过量的维生素通过自身的抗氧化作用或者参与抗氧化体系, 结合蜜蜂体内产生的自由基, 从而降低丙二醛的含量。维生素是血浆中最有效的抗氧化剂, 是细胞外液抗氧化防御系统的第 1 道防线, 对血浆中正在进行着的脂质过氧化作用有阻断作用<sup>[9]</sup>。向瑞平等<sup>[10]</sup> 研究报道, 饲料添加维生素 C

能显著降低肉鸡脂质过氧化产物丙二醛的含量。另有研究指出, 增加饲料维生素 A 和维生素 E 水平, 可提高肉鸡抗氧化水平, 并且随着维生素 A 和维生素 E 水平的增加抗氧化能力逐渐提高, 丙二醛含量降低<sup>[11]</sup>。而本试验中蜜蜂采食不同剂量的维生素和氨基酸, 体内的丙二醛含量均没有显著差异, 这可能与越冬后的蜜蜂个体均为老龄蜂有关, 自由基在机体内积累过多, 各试验组蜜蜂的丙二醛含量都保持在较高的水平。Williamms 等<sup>[12]</sup> 指出抗氧化能力降低是蜜蜂行为衰老和寿命缩短的主要原因, 蜜蜂正常代谢和飞行时其体内会产生大量氧自由基, 这些氧自由基随着蜜蜂日龄的增加在体内不断地积累, 使其肤色逐渐变深, 生命力也逐渐下降。

## 4 结 论

除了使用天然蜂蜜作为越冬饲料外, 还可以在中华蜜蜂常规饲料糖水中添加各种营养素来满足蜜蜂的越冬需求, 其维生素的添加量应低于 67.28 mg/kg, 氨基酸的添加量应在 127.85 ~ 256.70 mg/kg。

### 参考文献:

- [1] DE GROOT A P. Protein and amino acid requirements of the honeybee (*Apis mellifera* L.) [J]. *Physiologia Comparata et Oecologia*, 1953, 3: 197-285.
- [2] ANDERSON L M, DIETZ A. Pyridoxine requirement of the honeybee (*Apis mellifera* L.) for brood rearing [J]. *Apidologie*, 1976, 7(1): 67-84.
- [3] 肖培新, 胥保华. 不同人工代花粉对蜂群群势和生产性能的影响 [J]. *昆虫知识*, 2010, 47(5): 900-903.
- [4] 刘俊峰, 吴小波, 郑云林, 等. 中华蜜蜂越冬阶段维生素和矿物质营养需要量 [J]. *动物营养学报*, 2010, 22(6): 1625-1629.
- [5] 陈华生, 黄文忠, 张学锋. 广东三种蜂蜜氨基酸测定 [J]. *养蜂科技*, 1998, 2: 30.
- [6] 陈代武, 谢青季. 荧光光谱法研究槲皮素与氨基酸的相互作用 [J]. *化学研究*, 2009, 20(4): 76-79.
- [7] 曾志将. *养蜂学* [M]. 北京: 中国农业出版社, 2009.
- [8] 孙存普. *自由基生物学导论* [M]. 北京: 中国科学技术大学出版社, 1999.
- [9] BOTTJE W B, ENKVETCHAKUL B, WIDEMAN R F, Jr. Antioxidants, hypoxia, and lipid peroxidation involvement in pulmonary hypertension syndrome

- (ascites) [J]. Nutrition Update , 1995 , 5( 2) : 656 - 662.
- [10] 向瑞平, 孙卫东, 王小龙, 等. 日粮添加 VE 和 VC 对肺动脉高压综合征患鸡自由基代谢的影响 [J]. 中国兽医学报 2005 25( 1) : 73 - 77.
- [11] 李彦, 杨在宾, 杨维仁, 等. 日粮维生素 A 和维生素 E 水平对肉鸡抗氧化和免疫性能的影响 [J]. 动物营养学报 2008 20( 4) : 417 - 422.
- [12] WILLIAMSON J B , ROBERTS S P , ELEKONICH M M. Age and natural metabolically-intensive behavior affect oxidative stress and antioxidant mechanisms [J]. Experimental Gerontology , 2008 , 43: 538 - 549.

## Requirements of Vitamins and Amino Acids for *Apis cerana cerana* during Overwintering Period

LIU Junfeng WU Xiaobo\* HE Xujiang TIAN Liuqing ZENG Zhijiang  
(Honeybee Research Institute , Jiangxi Agricultural University , Nanchang 330045 , China)

**Abstract:** This experiment was conducted to study the requirements of vitamins and amino acids for *Apis cerana cerana* during overwintering period. Based on the contents of vitamins and amino acids in honey , we designed the experimental diets , including 67. 28 mg/kg vitamin complex and 127. 85 mg/kg amino acid complex group ( group A1B1) , 67. 28 mg/kg vitamin complex and 256. 70 mg/kg amino acid complex group ( group A1B2) , 134. 56 mg/kg vitamin complex and 127. 85 mg/kg amino acid complex group ( group A2B1) , 134. 56 mg/kg vitamin complex and 256. 70 mg/kg amino acid complex group ( group A2B2) . The effects of dietary levels of vitamin complex and amino acid complex were studied , honey and sugar ( syrup) served as control , and the feed consumption , reduction rate of population of swarm and antioxidant activity were detected. The results showed as follows: 1) the reduction rate of population of group A1B2 and the control group D ( honey) was significantly lower than that of the control group C ( syrup) (  $P < 0.05$  ) , and there was not significantly different between group A1B2 and the control group D (  $P > 0.05$  ) ; the reduction rate of population of group A2B1 was significantly higher than that of the control group D (  $P < 0.05$  ) , but there was no significant difference compared with the other groups (  $P > 0.05$  ) . There was no effect of different levels of vitamin complex and amino acid complex on feed consumption compared with the control group C ( syrup) and D ( honey) (  $P > 0.05$  ) . 2) The total superoxide dismutase ( T-SOD) activity of group A1B1 was significantly higher than that of group A1B2 , A2B2 and the control group C and D (  $P < 0.05$  ) , while there was no significantly different in T-SOD activity between group A1B1 and group A2B1 (  $P > 0.05$  ) . There was no effect of different levels of vitamin complex and amino acid complex on malondialdehyde ( MDA) content (  $P > 0.05$  ) . In conclusion , by adding the vitamin complex and amino acid complex in syrup , *Apis cerana cerana* can obtain adequate nutrition during overwintering period , and the supplemental levels of vitamin complex should be lower than 67. 28 mg/kg and that of amino acid complex should be from 127. 85 to 256. 70 mg/kg. [Chinese Journal of Animal Nutrition , 2011 , 23( 10) : 1756-1761]

**Key words:** *Apis cerana cerana*; vitamins; amino acids; overwintering; antioxidant activity

\* Corresponding author , lecture , E-mail: wuxiaobo21@163.com

( 编辑 何丽霞)