

# 有机螯合锰添加水平对准配期雌性水貂营养物质代谢的影响

王夕国<sup>1,2</sup> 李光玉<sup>2\*</sup> 孙伟丽<sup>2</sup> 钟 伟<sup>2</sup> 杜继红<sup>3</sup>

(1. 江苏科技大学生物与化学工程学院, 镇江 212018; 2. 中国农业科学院特产研究所, 吉林省特种经济动物分子生物学学部共建实验室, 吉林 132109; 3. 通化农业学校, 通化 134001)

**摘 要:** 本试验旨在研究基础饲料中添加不同水平的有机螯合锰对准配期雌性水貂营养物质消化代谢的影响。选取 150 只平均体重为  $(1\ 005 \pm 113)$  g 的健康成年雌性水貂, 根据随机区组法分成 5 组, 每组设 30 个重复, 每个重复 1 只水貂。各组锰添加水平分别为 0 (I 组)、15 (II 组)、50 (III 组)、100 (IV 组) 和 500 mg/kg (V 组), 锰以有机螯合锰形式添加。试验预试期 12 d, 正试期 3 d。结果表明: 1) II 组和 III 组干物质采食量极显著高于 I 组和 V 组 ( $P < 0.01$ ), II 组、III 组和 IV 组极显著高于 V 组 ( $P < 0.01$ ); 各组干物质表观消化率差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 但以 IV 组最高, V 组最低。2) 粗蛋白质存留质量以 V 组最少, 与其他各组之间差异显著 ( $P < 0.05$ ), 以 IV 组最高; 粗蛋白质表观消化率各组之间差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 以 IV 组最高。3) 粗脂肪表观消化率各组之间差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 随锰添加水平升高呈现先增加后降低的趋势。综上所述, 在本试验条件下, 准配期雌性水貂锰的适宜添加水平为 100 mg/kg。

**关键词:** 有机螯合锰; 表观消化率; 准配期; 雌性水貂

**中图分类号:** S816.71

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006-267X(2012)02-0370-06

锰是动物必需的微量元素, 在 1931 年由 Kemmerer 和 Elvehjem 首次在小鼠中得以证实<sup>[1]</sup>。锰在动物体内的含量虽然很少, 仅为 2 ~ 3 mg/kg, 但却发挥着重要的作用。锰为骨骼发育、维持脑功能和生殖功能所必需, 参与碳水化合物、脂肪和蛋白质的代谢<sup>[2]</sup>。猪生产中, 饲料添加锰 150 mg/kg 可促进生长肥育猪的生长、提高日增重和饲料利用率, 加锰约 400 mg/kg 时, 猪表现出生长受阻等症状<sup>[3]</sup>; 反刍动物生产中, Uchida 等<sup>[4]</sup>研究氨基酸锰、氨基酸锌和氨基酸铜的复合物对荷斯坦奶牛的生产性能和繁殖机能的影响, 结果表明, 奶牛的受胎率得到明显提高, 且奶牛在泌乳阶段提前怀孕, 并没有影响机体健康状况、产奶量、乳脂肪和乳蛋白浓度; Hossain 等<sup>[5]</sup>报道, 当鸡的饲料中锰水平高于 NRC (1994)<sup>[6]</sup>标准

(20 mg/kg) 时, 产蛋率和增重提高, 它们的峰值分别为饲料中锰水平 50 和 75 mg/kg。大量研究表明, 锰在动物机体中具有重要的营养作用, 因此, 它作为一种饲料添加剂在养殖业中受到越来越多的关注。有机螯合锰是饲料添加剂矿物元素的一种补充形式, 生物学效价高, 可以增强机体免疫力。水貂属哺乳纲, 食肉目, 鼬科, 鼬属, 是珍贵的毛皮动物, 在笼养条件下, 需有效地进行科学饲养, 以增加生长性能和繁殖力。目前关于水貂饲料中锰的适宜添加水平报道较少, 较早的研究有 Wood<sup>[7]</sup>报道的添加量为 40 ~ 44 mg/kg。在蛋鸡<sup>[8]</sup>、奶牛<sup>[9]</sup>和猪<sup>[10]</sup>中, 同等饲喂水平下添加一定剂量的锰能提高营养物质的利用率、降低饲养成本、减轻环境负担, 但针对毛皮动物, 特别是水貂营养物质消化代谢的研究尚无。另外, 锰可通

收稿日期: 2011-08-16

基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项经费资助 (200903014); 吉林省科技支撑计划 (20090238)

作者简介: 王夕国 (1987—), 男, 山东潍坊人, 硕士研究生, 从事经济动物营养与饲料研究。E-mail: xiguo871010@foxmail.com

\* 通讯作者: 李光玉, 研究员, 硕士生导师, E-mail: tcslgy@126.com

过胎盘从母体进入胚胎<sup>[11-12]</sup>,缺乏微量元素,可能导致高的初生死亡率、幼龄动物发育异常和生长缓慢,幼龄哺乳动物唯一的食物来源是母乳,母乳中微量元素的适宜浓度对幼子起到关键作用<sup>[13]</sup>,本试验在准配期雌性水貂饲料中添加不同水平的有机螯合锰,旨在探讨其在水貂营养物质消化代谢的影响,为准配期水貂锰的需求量提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物、试验设计与饲养管理

本试验在中国农业科学院特产研究所毛皮动物实验基地进行。选取 150 只平均体重为 (1 005 ± 113) g 的健康成年雌性美国短毛黑水貂,根据随机区组法分成 5 组,每组设 30 个重复,每个重复 1 只水貂。各组分别饲喂基础饲料干物质水平上添加锰 0 (Ⅰ组)、15 (Ⅱ组)、50 (Ⅲ组)、100 (Ⅳ组) 和 500 mg/kg (Ⅴ组)。锰以有机螯合锰的形式添加,由蛋白质、小肽及氨基酸螯合而成,锰含量 ≥ 10%,购自于美国奥特奇公司。

试验动物单笼饲养。试验预试期 12 d,正试期 3 d,每天 09:00 饲喂 1 次,自由饮水。

### 1.2 试验饲料

基础饲料配方参照中国农业科学院特产研究所毛皮动物实验基地采用的配方,营养需要量参照 NRC(1982)<sup>[14]</sup> 貂营养需要量,并结合当前我国一些大型养殖场的生产实际。基础饲料组成及营养水平见表 1。

### 1.3 消化代谢试验

预试期每天准确称量、记录供料量和剩余料量,计算采食量,观察动物健康和采食状况。正试期每组选择 12 只采食和排便正常、体况接近的水貂进行消化代谢试验。利用自制的粪盘和与之相配套的小口塑料桶进行全粪、全尿收集。消化代谢试验共进行 3 d,收集 3 d 的粪样,加入少量 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 固氮,65 ℃ 烘干,粉碎后过 40 目筛保存备用;尿液收集之前,在尿桶中加入 10 mL 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 固氮,过滤分装后 -20 ℃ 保存。

### 1.4 测定指标及方法

测定基础饲料中干物质 (DM)、粗蛋白质 (CP)、粗脂肪 (EE)、粗灰分、钙 (Ca)、磷 (P)、锰 (Mn) 含量,粪样中干物质、粗蛋白质、粗脂肪含量,尿样中粗蛋白质浓度。干物质采用 GB 6435—

86 测定;粗蛋白质测定采用凯氏定氮法,参照 GB/T 6432—94;粗脂肪测定采用索氏提取仪,参照 GB/T 6433—94;粗灰分按照 GB/T 6438—92 测定;钙测定采用 EDTA 络合滴定法,参照 GB/T 6436—92;磷测定采用钒钼酸铵比色法,参照 GB/T 6437—92<sup>[15]</sup>;锰采用原子吸收法测定。利用公式计算表观消化率、粗蛋白质存留量和沉积率:

$$\begin{aligned} \text{表观消化率}(\%) &= 100 \times (\text{食入量} - \text{粪中量}) / \text{食入量}; \\ \text{粗蛋白质存留}(\text{g/d}) &= \text{食入粗蛋白质} - \\ &\quad \text{粪中粗蛋白质} - \text{尿中粗蛋白质}; \\ \text{沉积率}(\%) &= 100 \times \text{存留量} / \text{食入量}。 \end{aligned}$$

表 1 基础饲料组成及营养水平 (风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis)		%
项目 Items	含量 Content	
原料 Ingredients		
黄花鱼 Yellow croaker	59.80	
肝脏 Liver	6.70	
鸡腺胃 Chicken glandular stomach	8.80	
玉米 Corn	23.70	
预混料 Premix <sup>1)</sup>	1.00	
合计 Total	100.00	
营养水平 Nutrient levels <sup>2)</sup>		
总能 GE/(MJ/kg)	24.15	
粗蛋白质 CP	44.44	
粗脂肪 EE	24.67	
碳水化合物 Carbohydrate	22.20	
粗灰分 Crude ash	8.69	
锰 Mn/(mg/kg)	26.46	
钙 Ca	1.92	
磷 P	0.67	

<sup>1)</sup> 每千克预混料中含有 One kilogram of premix contains the following: VA 940 000 IU, VD<sub>3</sub> 250 000 IU, VE 4 000 mg, VK<sub>3</sub> 200 mg, VB<sub>1</sub> 200 mg, VB<sub>2</sub> 500 mg, VB<sub>6</sub> 300 mg, VB<sub>12</sub> 1.5 mg, 叶酸 folacin 100 mg, 烟酰胺 nicotinamide 2 000 mg, 泛酸 pantothenic acid 1 000 mg, 生物素 biotin 10 mg, 乙氧基喹啉 ethoxyquin 10 mg, VC 12 000 mg, FeSO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O 1 214 mg, ZnSO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O 8 820 mg, Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> 26.4 mg, KI 654 mg, CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O 125 mg, 氯化胆碱 choline chloride 30 000 mg。

<sup>2)</sup> 总能和碳水化合物为计算值,其余为实测值。GE and carbohydrate are calculated values, while other nutrient levels are measured values.

### 1.5 数据整理与数据分析

试验数据用 Excel 进行整理并用 SAS 9.1 软

件中的 GLM 程序进行方差分析,平均值之间的多重比较采用 Duncan 氏法进行,以  $P<0.05$  为差异显著、 $P<0.01$  为差异极显著。结果以平均值  $\pm$  标准差表示。

2 结 果

2.1 有机螯合锰添加水平对准配期雌性水貂干物质消化的影响

由表 2 可知,Ⅱ组和Ⅲ组干物质的采食量极

显著高于Ⅰ组和Ⅴ组( $P<0.01$ ),Ⅱ组、Ⅲ组和Ⅳ组极显著高于Ⅴ组( $P<0.01$ ),Ⅱ组、Ⅲ组、Ⅳ组较Ⅰ组采食量增加,Ⅴ组较Ⅰ组采食量降低;干物质排出量Ⅱ组极显著高于Ⅰ组、Ⅳ组和Ⅴ组( $P<0.01$ ),Ⅰ组、Ⅲ组、Ⅳ组干物质排出量差异不显著( $P>0.05$ );干物质的表观消化率5组之间差异不显著( $P>0.05$ ),但随着有机螯合锰添加水平的升高表现出先增加后减少的趋势。

表 2 有机螯合锰添加水平对准配期雌性水貂干物质消化的影响

Table 2 Effects of supplemental level of organically chelated Mn on DM digestion in female minks during the pre-mating period

项目 Items	组别 Groups				
	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
干物质采食量 DM intake/(g/d)	37.75 $\pm$ 6.01 <sup>BCbc</sup>	49.71 $\pm$ 4.04 <sup>Aa</sup>	46.09 $\pm$ 3.21 <sup>Aa</sup>	43.99 $\pm$ 5.30 <sup>ABab</sup>	33.55 $\pm$ 12.24 <sup>Cc</sup>
干物质排出量 DM output/(g/d)	9.33 $\pm$ 2.15 <sup>BCbc</sup>	12.06 $\pm$ 1.61 <sup>Aa</sup>	10.57 $\pm$ 1.38 <sup>ABab</sup>	8.83 $\pm$ 1.11 <sup>BCbc</sup>	7.92 $\pm$ 1.12 <sup>Cc</sup>
干物质表观消化率 DM apparent digestibility/%	75.35 $\pm$ 3.31	75.68 $\pm$ 3.19	77.01 $\pm$ 3.06	79.79 $\pm$ 2.53	74.12 $\pm$ 8.21

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ ),相同或无字母肩标表示差异不显著( $P>0.05$ )。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference ( $P<0.05$ ), and with different capital letter superscripts mean significant difference ( $P<0.01$ ), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference ( $P>0.05$ ). The same as below.

2.2 有机螯合锰添加水平对准配期雌性水貂蛋白质代谢的影响

由表 3 可知,各组食入粗蛋白质的质量差异不显著( $P>0.05$ ),Ⅳ组、Ⅴ组低于Ⅰ组,Ⅱ组、Ⅲ组高于Ⅰ组;Ⅴ组粪中粗蛋白质质量最少,与其他4组差异极显著( $P<0.05$ );Ⅳ组尿中粗蛋白质质

量最少,与其他各组之间差异显著( $P<0.05$ );Ⅴ组粗蛋白质存留质量最少,显著低于与其他各组( $P<0.05$ ),Ⅳ组存留质量最高;Ⅱ组、Ⅴ组粗蛋白质沉积率显著低于Ⅰ组、Ⅲ组、Ⅳ组( $P<0.05$ );粗蛋白质表观消化率各组之间差异不显著( $P>0.05$ ),随有机螯合锰添加水平升高而先减少后增加。

表 3 有机螯合锰添加水平对准配期雌性水貂蛋白质代谢的影响

Table 3 Effects of supplemental level of organically chelated Mn on CP metabolism in female minks during the pre-mating period

项目 Items	组别 Groups				
	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
食入粗蛋白质 CP intake/(g/d)	19.51 $\pm$ 1.34	20.14 $\pm$ 2.96	20.75 $\pm$ 2.02	19.46 $\pm$ 2.57	17.42 $\pm$ 5.68
粪中粗蛋白质 Fecal CP/(g/d)	5.20 $\pm$ 0.87 <sup>Aa</sup>	5.92 $\pm$ 0.99 <sup>Aa</sup>	5.59 $\pm$ 1.01 <sup>Aa</sup>	4.91 $\pm$ 0.89 <sup>Aa</sup>	4.04 $\pm$ 0.49 <sup>Bb</sup>
尿中粗蛋白质 Urine CP/(g/d)	6.07 $\pm$ 0.67 <sup>a</sup>	6.80 $\pm$ 0.91 <sup>a</sup>	6.25 $\pm$ 1.46 <sup>a</sup>	4.56 $\pm$ 0.88 <sup>b</sup>	8.22 $\pm$ 1.14 <sup>a</sup>
粗蛋白质存留 CP retention/(g/d)	8.24 $\pm$ 1.19 <sup>a</sup>	7.42 $\pm$ 3.93 <sup>a</sup>	8.91 $\pm$ 1.60 <sup>a</sup>	9.99 $\pm$ 2.39 <sup>a</sup>	5.15 $\pm$ 1.61 <sup>b</sup>
粗蛋白质沉积率 CP retention ratio/%	42.08 $\pm$ 3.71 <sup>a</sup>	35.94 $\pm$ 17.03 <sup>b</sup>	42.85 $\pm$ 5.90 <sup>a</sup>	50.85 $\pm$ 6.89 <sup>a</sup>	30.91 $\pm$ 9.44 <sup>b</sup>
粗蛋白质表观消化率 CP apparent digestibility/%	73.22 $\pm$ 4.69	70.37 $\pm$ 4.49	72.87 $\pm$ 5.61	74.66 $\pm$ 3.84	74.54 $\pm$ 8.96

### 2.3 有机螯合锰添加水平对准配期雌性水貂粗脂肪消化的影响

由表 4 可知, I 组、II 组、III 组、IV 组食入粗脂肪质量极显著高于 V 组 ( $P < 0.01$ ); 粪中粗脂肪质

量各组之间差异不显著 ( $P > 0.05$ ); 粗脂肪表观消化率各组之间差异不显著 ( $P > 0.05$ ), II 组、III 组、IV 组和 V 组高于 I 组, 随有机螯合锰添加水平升高呈现先增加后减少的趋势。

表 4 有机螯合锰添加水平对准配期雌性水貂粗脂肪消化的影响  
Table 4 Effects of supplemental level of organically chelated Mn on EE digestion in female minks during the pre-mating period

项目 Items	组别 Groups				
	I	II	III	IV	V
食入粗脂肪 EE intake/(g/d)	10.08 ± 1.53 <sup>Aa</sup>	11.44 ± 1.55 <sup>Aa</sup>	11.33 ± 0.75 <sup>Aa</sup>	10.49 ± 2.23 <sup>Aa</sup>	7.99 ± 2.86 <sup>Bb</sup>
粪中粗脂肪 Fecal EE/(g/d)	0.36 ± 0.29	0.36 ± 0.05	0.36 ± 0.11	0.26 ± 0.05	0.23 ± 0.06
粗脂肪表观消化率 EE apparent digestibility/%	96.50 ± 2.55	96.79 ± 0.64	96.82 ± 0.97	97.40 ± 0.99	96.83 ± 1.25

## 3 讨 论

### 3.1 有机螯合锰添加水平对准配期雌性水貂干物质消化的影响

矿物元素与维生素的缺乏能够影响饲料适口性,降低采食量<sup>[16]</sup>。饲粮添加锰能够提高仔猪的日采食量<sup>[17]</sup>。本试验中随着有机螯合锰添加水平的升高,成年雌性水貂在准配期对干物质的采食量和干物质的表观消化率呈现出先升高后降低的趋势。采食量降低可能是因为锰过量引起了胃肠道的损害<sup>[18]</sup>。除本试验外,锰对水貂干物质表观消化率的影响尚未见报道,本试验中干物质表观消化率以添加锰 100 mg/kg 组最高,添加 500 mg/kg 组最低,但无显著差异 ( $P > 0.05$ )。

### 3.2 有机螯合锰添加水平对准配期雌性水貂蛋白质代谢的影响

陈永云<sup>[18]</sup>和张金环等<sup>[3]</sup>在文献中提到锰与蛋白质的代谢有关,一定范围内的锰含量能够增加动物对蛋白质的吸收和利用,同时锰还与多种矿物元素代谢之间存在着关系。本试验中添加锰 15 mg/kg 组在粗蛋白质沉积率和表观消化率上与不加锰组相比出现降低的现象,随着锰含量的增加,试验中添加锰 50 和 100 mg/kg 组蛋白质的吸收和利用提高;添加锰 500 mg/kg 组粗蛋白质的沉积率和表观消化率则降低,这与任海英<sup>[19]</sup>报道高剂量锰能够降低蛋白质的利用率相符合。Hidiroglou 等<sup>[20]</sup>报道微量元素硒能够促进瘤胃微生物的生长繁殖,提高瘤胃微生物的活性,本试验中未对锰与微生物的关系进行研究,推测锰可能也影

响着消化道微生物的活性,导致了营养物质消化吸收的变化。锰对蛋白质代谢的影响机制还有待于深入研究。

### 3.3 有机螯合锰添加水平对准配期雌性水貂粗脂肪消化的影响

锰具有特殊的动员脂肪作用,能够促进机体内的脂肪利用<sup>[21]</sup>。黄静龙<sup>[22]</sup>提到锰与胆碱、生物素之间有协同作用,推测锰影响脂类代谢;同时锰具有特异抗脂肪肝功能,能促进脂肪被利用。本试验结果显示,在一定范围内提高锰添加水平可以提高粗脂肪的表观消化率,更高剂量 (500 mg/kg) 则表现出降低趋势,但仍高于未添加组,各组间粗脂肪表观消化率差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

与其他微量元素相比,锰的毒性较小,同时参与机体脂肪、蛋白质等多种代谢,对动物的生长、繁殖具有重要作用。试验中对准配期雌性水貂在基础饲粮中添加锰 100 mg/kg 时,干物质、粗蛋白质、粗脂肪的表观消化率均最高,粗蛋白质存留质量显著高于 500 mg/kg 组,粗蛋白质沉积率显著高于 15 mg/kg 组和 500 mg/kg 组。说明在本试验条件下,就对营养物质消化代谢的影响,准配期雌性水貂基础饲粮中锰的适宜添加水平为 100 mg/kg。

## 4 结 论

在本试验条件下,准配期雌性水貂基础饲粮中锰的适宜添加水平为 100 mg/kg。

## 参考文献:

- [1] KEMMERER A R, ELVEHJEM C A. Studies on the relation of manganese to the nutrition of the mouse [J]. Journal of Biological Chemistry, 1931, 92: 623-630.
- [2] 李勇超, 高凤仙, 李伟, 等. 微量元素锰在动物营养中的应用研究[J]. 广东畜牧兽医科技, 2009, 34(1): 6-8.
- [3] 张金环, 甄二英, 张艳铭, 等. 锰的营养学研究进展[J]. 饲料博览, 2005(2): 8-10.
- [4] UCHIDA K, MANDEBVU P, BAYARD C S, et al. Effect of feeding a combination of zinc, manganese and copper amino acid complexes, and cobalt glucoheptonate on performance of early lactation high producing dairy cows[J]. Animal Feed Science and Technology, 2001, 99: 193-203.
- [5] HOSSAIN S M, BERTECHINI A G. Effect of varying manganese and available phosphor levels in the diet on egg production and eggshell quality of layers[J]. Animal Feed Science and Technology, 1998, 71(3/4): 303-308.
- [6] NRC. Nutrient requirements of poultry[S]. 9th ed. Washington D. C.: National Academy Press, 1994.
- [7] WOOD A J. Nutrient requirements of the mink[J]. Western Fur Farmer, 1962, 1: 10.
- [8] 袁建敏, 吕于明, 吴四朝. 日粮锰水平对蛋鸡生产性能的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2000, 36(1): 14-16.
- [9] 黄静龙, 王中华. 日粮锰水平对泌乳奶牛产奶量、乳成分及血液生化指标的影响[C]//中国牛业健康发展与科技创新——中国畜牧兽医学会第七届养牛学分会 2009 年学术研讨会论文集. 北京: 中国畜牧兽医学会, 2009.
- [10] 王安, 关湛铭, 徐孝义. 仔猪对锰利用的研究[J]. 东北农业大学学报, 1995, 26(1): 56-61.
- [11] KAUR G, HASAN S K, SRIVASTAVA R C. The distribution of manganese-54 in fetal young and adult rats[J]. Toxicology Letters, 1980, 5: 423-426.
- [12] KNOTUR P J, FECHTER L D. Brain manganese catecholamine turnover, and the development of startle in rats prenatally exposed to manganese[J]. Behavioral Teratology, 1985, 34(4): 341-347.
- [13] LONNERDAL B, KEEN C L, HURLEY S. Iron, copper, zinc and manganese in milk[J]. Annual Review of Nutrition, 1981, 1: 149-174.
- [14] NRC. Nutrient requirements of mink and foxes[S]. 2nd edition. Washington, D. C.: National Academy Press, 1982.
- [15] 朱广祥, 范克平. 饲料生产应用手册[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1997.
- [16] 杨加豹. 动物饲料适口性与影响因素[J]. 饲料研究, 2001(1): 23-26.
- [17] 徐孝义, 李杰, 王安, 等. 仔猪早期断奶对 Fe、Cu、Mn、Zn、Se 需要量的研究[J]. 动物营养学报, 1995, 7(3): 1-7.
- [18] 陈永云. 锰在畜禽营养与代谢中的作用[J]. 福建畜牧兽医, 2003, 25(3): 36-37.
- [19] 任海英. 饲粮不同锰水平对蛋雏鸭生产性能及生化指标的影响[D]. 硕士学位论文. 哈尔滨: 东北农业大学, 2004.
- [20] HIDIROGLOU M, HEANEY D P, JENKINS K J. Metabolism of inorganic selenium in rumen bacteria[J]. Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, 1968, 46(1): 229-232.
- [21] 井明艳, 孙建义, 许梓荣. 锰的生物学功能及有机态锰的应用研究[J]. 饲料博览, 2004(1): 7-9.
- [22] 黄静龙. 不同硒、锰水平对奶牛乳品质、血液生化指标的影响及消化代谢规律的研究[D]. 硕士学位论文. 泰安: 山东农业大学, 2005.

## Supplemental Level of Organically Chelated Manganese Affects Nutrient Metabolism in Female Minks during the Pre-Mating Period

WANG Xiguo<sup>1,2</sup> LI Guangyu<sup>2\*</sup> SUN Weili<sup>2</sup> ZHONG Wei<sup>2</sup> DU Jihong<sup>3</sup>

(1. *Biological and Chemical Engineering Institute, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang 212018, China*; 2. *State Key Laboratory of Special Economic Animal Molecular Biology, Institute of Special Animal and Plant Science, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Jilin 132109, China*; 3. *Tonghua School of Agriculture, Tonghua 134001, China*)

**Abstract:** In order to investigate the effect of organically chelated manganese on nutrient metabolism in female minks during the pre-mating period, one hundred and fifty healthy female minks with an average body weight of  $(1\ 005 \pm 113)$  g were selected and assigned into five groups by randomized blocks, and there were thirty replicates in each group and one mink per replicate. Supplemental levels of manganese were 0 (group I), 15 (group II), 50 (group III), 100 (group IV) and 500 mg/kg (group V), respectively. Manganese was added as an organically chelated agent. The pre-experimental period lasted for 12 d, and the experimental period lasted for 3 d. The results showed as follows: 1) the dry matter intake of group II and group III was significantly higher than that in group I and group V ( $P < 0.01$ ), group II, group III and group IV were significantly higher than group V ( $P < 0.01$ ); difference of dry matter apparent digestibility among groups was not significant ( $P > 0.05$ ), the highest was in group IV, while the lowest was in group V. 2) The retention of crude protein in group V was the lowest and significantly different from that in the other groups ( $P < 0.05$ ), the highest retention was in group IV; there was no significant difference in apparent digestibility of crude protein among groups ( $P > 0.05$ ), but the highest was in group IV. 3) Difference of apparent digestibility of ether extract among groups was not significant ( $P > 0.05$ ), but the apparent digestibility tended to increase at first and then decrease with the improving of manganese supplemental level. In conclusion, the optimal supplemental level of manganese for female minks during the pre-mating is 100 mg/kg. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2012, 24(2):370-375]

**Key words:** organically chelated manganese; apparent digestibility; pre-mating period; female mink