

# 维生素 C 对育成期水貂生长性能、养分消化率及氮代谢的影响

徐燕红 李柯汝 慈 洋 李文立\*

(青岛农业大学动物科技学院,青岛 266109)

**摘要:** 本试验旨在研究维生素 C 对育成期水貂生长性能、养分消化率及氮代谢的影响。试验选用 60 日龄育成期水貂 120 只,随机分为 6 组,每组 20 只(10 只公貂、10 只母貂)。I 组(对照组)饲喂基础饲料,II、III、IV、V、VI 组分别在基础饲料中添加 25、50、100、200 和 400 mg/kg 维生素 C。预试期 7 d,正试期 58 d。结果表明:1) IV 组公貂的平均日采食量极显著高于 I 和 III 组( $P<0.01$ ),显著高于 II、V 和 VI 组( $P<0.05$ ); III 组公貂的料重比显著低于 I、II 和 VI 组( $P<0.05$ )。IV 组母貂的平均日采食量极显著高于 I 和 II 组( $P<0.01$ ),I、II、III、IV 组母貂的料重比显著低于 VI 组( $P<0.05$ )。2) III 组公貂的粗蛋白质消化率显著高于 II、V 组( $P<0.05$ ),III、IV、V、VI 组公貂的钙消化率极显著高于 I、II 组( $P<0.01$ )。IV 组母貂的粗蛋白质消化率显著高于 I、II 组( $P<0.05$ )。3) IV、V、VI 组公貂的尿氮显著低于 I 组( $P<0.05$ ),IV 组公貂的沉积氮显著高于其余各组( $P<0.05$ ),III、IV、VI 组公貂的蛋白质生物学价值显著高于 II 组( $P<0.05$ )。综上所述,在水貂饲料中添加适量的维生素 C 能够提高水貂的生长性能、养分消化率和氮代谢水平。育成期水貂饲料中维生素 C 适宜添加水平为 50~100 mg/kg。

**关键词:** 维生素 C;水貂;生长性能;养分消化率;氮代谢

中图分类号:S816.7

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2020)09-4302-07

维生素 C 是一种动物必需的营养物质,水貂对维生素 C 的需要量较大,但体内合成能力很低。维生素 C 对于动物的生长发育必不可少,具有抗氧化和抗应激等功能<sup>[1]</sup>,能够促进动物的生长,提高动物的饲料转化率<sup>[2]</sup>,增强动物的抵抗力<sup>[3]</sup>,有强心、解毒<sup>[4]</sup>、提高仔貂存活率的作用。目前虽然有许多关于水貂生长性能与养分消化率的研究,但大多数都为微量元素以及其他种类的维生素<sup>[5-9]</sup>,而关于维生素 C 对水貂养分消化率的研究则较少。因此,本试验在饲料中添加不同水平的维生素 C,研究其对水貂生长性能、养分消化率及氮代谢的影响,以期找到维生素 C 的适宜添加水平,提高水貂的生长性能,增加水貂养殖的经济价值。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料和试验动物

试验所用维生素 C 为粉末状,有效成分含量为 10%。试验选用 60 日龄健康短毛黑水貂 120 只,其中公貂 60 只,母貂 60 只,同性别之间体重相近。

### 1.2 基础饲料及饲养管理

试验于潍坊诸城市水貂养殖基地进行,饲养试验开始前对棚舍与笼舍进行全面消毒并对仔貂进行免疫接种,试验过程中,早晚各饲喂 1 次,自由饮水,每日记录采食量和水貂的健康状况。参考 NRC(1982)<sup>[10]</sup>、王卓等<sup>[11]</sup>、张甜甜等<sup>[12]</sup>以及

收稿日期:2020-03-23

基金项目:山东省现代农业产业技术体系特种经济动物创新团队营养与饲料岗位专家专项基金(SDAIT-21-04);青岛农业大学 2018 年度研究生创新计划项目(QYC201831)

作者简介:徐燕红(1994—),女,山东东营人,硕士研究生,动物营养与饲料科学专业。E-mail: 814507952@qq.com

\* 通信作者:李文立,教授,硕士生导师,E-mail: wlli@qau.edu.cn

生产实践中饲喂效果较好的育成期水貂饲料配方配制基础饲料,其组成及营养水平见表 1。

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	
海杂鱼 Sea fish	40.00
鸡架 Chicken skeleton	25.00
鸡胸肉 Chicken breast	7.00
鸡肝 Chicken liver	5.00
鸡蛋 Egg	2.00
膨化大豆 Extruded soybean	2.00
膨化玉米 Expanded corn	6.00
膨化小麦 Expanded wheat	6.00
鸡油 Poultry fat	2.00
鱼粉 Fish meal	2.00
血球蛋白粉 Hemoglobin powder	1.00
预混料 Premix <sup>1)</sup>	1.00
食盐 NaCl	0.50
磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub>	0.50
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels <sup>2)</sup>	
代谢能 ME/(MJ/kg)	15.12
粗蛋白质 CP	36.64
粗脂肪 EE	22.51
粗灰分 Ash	8.32
钙 Ca	2.41
磷 P	1.95

1) 预混料为每千克饲料提供 The premix provided the following per kg of the diet: VA 10 000 IU, VK<sub>3</sub> 1 mg, VB<sub>1</sub> 20 mg, VB<sub>2</sub> 10 mg, VB<sub>6</sub> 10 mg, VB<sub>12</sub> 0.1 mg, 烟酸 nicotinic acid 40 mg, 泛酸 pantothenic acid 13 mg, 叶酸 folic acid 1 mg, 生物素 biotin 0.5 mg, Cu 5 mg, Fe 60 mg, Zn 50 mg, Mn 30 mg, I 0.5 mg, Se 0.4 mg。

2) 粗蛋白质、粗脂肪、粗灰分、钙、磷为实测值,代谢能为计算值。CP, EE, Ash, Ca, P were measured values, while ME was a calculated value.

### 1.3 试验设计

选取体重相近的健康水貂 120 只,随机分为 6 组,每组 10 只公貂、10 只母貂,单笼饲养。各组分别在基础饲料中添加 0 (I 组,对照组)、25 (II 组)、50 (III 组)、100 (IV 组)、200 (V 组) 和

400 mg/kg (VI 组) 维生素 C。预试期 7 d,正试期为 2018 年 7 月 3 日至 2018 年 8 月 30 日,正试期 58 d。在正试期的最后 3 d,每组选择体重相近的公、母水貂各 3 只,采用全收粪法进行消化试验。

### 1.4 测定指标及方法

测定指标:试验期间每天记录给料量和剩料量,统计平均日采食量;试验开始及结束的清晨空腹称重,统计平均日增重;根据平均日采食量和平均日增重计算料重比。测定粗蛋白质、粗脂肪、粗灰分、钙、磷的消化率。

某养分消化率(%) =  $100 \times (\text{该养分摄入量} - \text{粪中该养分含量}) / \text{该养分摄入量}$ 。

采用全收粪尿法收集粪、尿,10% 的硫酸固氮后 -20 ℃ 保存,测定粪氮、尿氮含量,计算沉积氮、净蛋白质利用率、蛋白质生物学价值。

沉积氮(%) =  $(\text{食入氮} - \text{粪氮} - \text{尿氮}) \times 100$ ;

净蛋白质利用率(%) =  $(\text{沉积氮} / \text{食入氮}) \times 100$ ;

蛋白质生物学价值(%) =  $[\text{沉积氮} / (\text{食入氮} - \text{粪氮})] \times 100$ 。

测定方法:采用 GB/T 6438—1992 方法测定粗灰分含量,凯氏定氮法(GB/T 6432—1994)测定粗蛋白质、粪氮、尿氮含量,乙醚抽提法(GB/T 6433—2006)测定粗脂肪含量,高锰酸钾滴定法(GB/T 6436—2002)测定钙含量,钼黄比色法(GB/T 6437—2002)测定磷含量。

### 1.5 数据处理及统计分析

采用 SPSS 20.0 软件中的单因素方差分析(one-way ANOVA)程序进行方差分析,Duncan 氏法进行多重比较。试验数据以“平均值±标准误”表示。 $P < 0.05$  为差异显著, $P < 0.01$  为差异极显著。

## 2 结果

### 2.1 维生素 C 对水貂生长性能的影响

维生素 C 对公貂生长性能的影响见表 2。IV 组的平均日采食量极显著高于 I 和 III 组( $P < 0.01$ ),显著高于 II、V 和 VI 组( $P < 0.05$ )。III 组的料重比显著低于 I、II 和 VI 组( $P < 0.05$ ),与 IV 和 V 组差异不显著( $P > 0.05$ )。各组之间的末重、平均日增重差异不显著( $P > 0.05$ )。

表 2 维生素 C 对公貂生长性能的影响

Table 2 Effects of vitamin C on growth performance of male minks

项目 Items	组别 Groups						P 值 P-value
	I	II	III	IV	V	VI	
始重 Initial weight/g	730.20±139.70	729.40±107.74	734.70±127.03	726.90±130.89	733.20±107.55	731.50±138.33	1.000
末重 Final weight/g	1 410.07±42.80	1 434.2±143.37	1 480.75±167.96	1 502.98±161.82	1 475.83±163.76	1 445.36±195.94	0.819
平均日增重 ADG/(g/d)	11.72±0.37	12.16±0.25	12.86±0.33	13.38±0.41	12.80±0.66	12.31±0.45	0.115
平均日采食量 ADFI/(g/d)	174.67±2.68 <sup>Bc</sup>	183.67±1.84 <sup>ABb</sup>	179.45±0.78 <sup>Bbc</sup>	192.11±3.02 <sup>Aa</sup>	184.33±2.99 <sup>ABb</sup>	182.33±1.50 <sup>ABb</sup>	0.004
料重比 F/G	14.90±0.23 <sup>Aab</sup>	15.11±0.15 <sup>Aa</sup>	13.95±0.06 <sup>Bc</sup>	14.36±0.22 <sup>ABbc</sup>	14.40±0.23 <sup>ABbc</sup>	14.83±0.12 <sup>Aab</sup>	0.007

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.

维生素 C 对母貂生长性能的影响见表 3。IV 组的平均日采食量极显著高于 I 和 II 组 ( $P<0.01$ ), III、V 和 VI 组的平均日采食量显著或极显著高于 I 和 II 组 ( $P<0.05$  或  $P<0.01$ ), III、IV、V

和 VI 组之间差异不显著 ( $P>0.05$ )。I、II、III 和 IV 组的料重比显著低于 VI 组 ( $P<0.05$ ), I、II、III 和 IV 组之间差异不显著 ( $P>0.05$ )。各组之间的末重、平均日增重差异不显著 ( $P>0.05$ )。

表 3 维生素 C 对母貂生长性能的影响

Table 3 Effects of vitamin C on growth performance of female minks

项目 Items	组别 Groups						P 值 P-value
	I	II	III	IV	V	VI	
始重 Initial weight/g	535.10±136.40	539.90±77.18	537.60±95.24	539.10±119.29	540.20±82.64	540.60±70.47	1.000
末重 Final weight/g	858.39±174.90	910.92±140.72	922.25±133.45	940.87±172.30	908.32±128.42	883.03±113.09	0.884
平均日增重 ADG/(g/d)	5.57±0.32	6.39±0.45	6.63±0.57	6.93±0.36	6.34±0.47	5.90±0.49	0.329
平均日采食量 ADFI/(g/d)	94.33±4.17 <sup>Cb</sup>	103.78±3.39 <sup>BCb</sup>	115.33±5.24 <sup>ABa</sup>	119.78±1.66 <sup>Aa</sup>	119.00±1.50 <sup>ABa</sup>	119.11±2.39 <sup>ABa</sup>	0.002
料重比 F/G	17.48±0.74 <sup>bc</sup>	16.22±0.52 <sup>c</sup>	17.39±0.79 <sup>bc</sup>	17.28±0.23 <sup>bc</sup>	18.74±0.23 <sup>ab</sup>	20.19±0.40 <sup>a</sup>	0.040

## 2.2 维生素 C 对水貂养分消化率的影响

维生素 C 对公貂养分消化率的影响见表 4。III 组的粗蛋白质消化率显著高于 II 和 V 组 ( $P<$

0.05), IV 和 VI 组的粗蛋白质消化率显著高于 II 组 ( $P<0.05$ )。III、IV、V 和 VI 组的钙消化率极显著高于 I 和 II 组 ( $P<0.01$ ), III、IV、V 和 VI 组之间的钙

消化率差异不显著 ( $P>0.05$ )。各组之间的粗灰分 (  $P>0.05$  )。消化率、磷消化率以及粗脂肪消化率差异不显著

表 4 维生素 C 对公貂养分消化率的影响

Table 4 Effects of vitamin C on nutrient digestibilities of male minks

项目 Items	组别 Groups						P 值 P-value
	I	II	III	IV	V	VI	
粗蛋白质消化率 Crude protein digestibility	72.87±2.00 <sup>abc</sup>	67.00±2.75 <sup>c</sup>	80.72±2.73 <sup>a</sup>	76.74±2.12 <sup>ab</sup>	72.04±2.07 <sup>bc</sup>	76.08±2.43 <sup>ab</sup>	0.024
粗脂肪消化率 Crude fat digestibility	91.11±3.48	89.35±1.29	93.81±0.35	92.95±0.86	92.40±0.58	89.20±4.43	0.168
粗灰分消化率 Ash digestibility	19.72±1.66	20.03±4.97	25.72±4.53	21.21±5.76	21.32±3.44	20.54±5.52	0.631
钙消化率 Calcium digestibility	35.15±3.87 <sup>Bb</sup>	36.31±4.02 <sup>Bb</sup>	50.03±1.59 <sup>Aa</sup>	58.06±5.80 <sup>Aa</sup>	59.90±4.32 <sup>Aa</sup>	53.23±9.52 <sup>Aa</sup>	<0.001
磷消化率 Phosphorus digestibility	25.91±2.26	26.29±3.42	26.92±2.92	27.03±1.69	27.42±3.77	25.07±5.06	0.958

维生素 C 对母貂养分消化率的影响见表 5。IV 组的粗蛋白质消化率最高,显著高于 I 和 II 组 ( $P<0.05$ ), III、V 和 VI 组的粗蛋白质消化率显著高于 I 组 ( $P<0.05$ ), III、IV、V 和 VI 组之间的粗蛋白

质消化率差异不显著 ( $P>0.05$ )。各组之间的粗灰分表观消化率、钙表观消化率、磷表观消化率以及粗脂肪表观消化率差异不显著 ( $P>0.05$ )。

表 5 维生素 C 水平对母貂养分消化率的影响

Table 5 Effects of vitamin C on nutrient digestibilities of female minks

项目 Items	组别 Groups						P 值 P-value
	I	II	III	IV	V	VI	
粗蛋白质消化率 Crude protein digestibility	60.44±3.71 <sup>c</sup>	64.09±3.82 <sup>bc</sup>	72.97±3.79 <sup>ab</sup>	73.78±0.47 <sup>a</sup>	70.09±0.68 <sup>ab</sup>	70.90±0.57 <sup>ab</sup>	0.026
粗脂肪消化率 Crude fat digestibility	86.27±3.66	87.58±2.87	88.50±3.61	87.00±2.72	84.75±3.76	86.66±3.33	0.820
粗灰分消化率 Ash digestibility	21.76±2.85	19.25±5.81	20.53±0.91	17.71±3.27	21.41±7.09	19.86±8.61	0.897
钙消化率 Calcium digestibility	41.27±0.30	40.72±2.74	43.78±6.67	43.30±6.58	44.85±7.90	43.91±1.29	0.905
磷消化率 Phosphorus digestibility	23.34±2.88	24.87±6.29	24.18±3.36	25.69±6.81	25.31±6.48	25.47±5.96	0.994

### 2.3 维生素 C 对水貂氮代谢的影响

维生素 C 对公貂氮代谢的影响见表 6。IV、V 和 VI 组的尿氮显著低于 I 组 ( $P<0.05$ ), 其他各组之间的尿氮差异不显著 ( $P>0.05$ )。IV 组的沉积氮显著高于其余各组 ( $P<0.05$ ), III 和 VI 组的沉积氮显著高于 II 和 V 组 ( $P<0.05$ )。III、IV 和 VI 组的蛋

白质生物学价值显著高于 II 组 ( $P<0.05$ ), 其他各组之间的蛋白质生物学价值差异不显著 ( $P>0.05$ )。各组之间食入氮、粪氮和净蛋白质利用率差异不显著 ( $P>0.05$ )。

维生素 C 对母貂氮代谢的影响见表 7。各组之间的食入氮、粪氮、尿氮、沉积氮及净蛋白质利用率、蛋白质生物学价值差异不显著 ( $P>0.05$ )。

表 6 维生素 C 水平对公貂氮代谢的影响

Table 6 Effects of vitamin C on nitrogen metabolism of male minks

项目 Items	组别 Groups						P 值 P-value
	I	II	III	IV	V	VI	
食入氮 Intake nitrogen/(g/d)	10.81±0.28	9.48±0.38	11.20±0.55	11.62±0.47	9.88±0.67	10.59±0.68	0.108
粪氮 Fecal nitrogen/(g/d)	2.97±0.74	3.18±0.87	2.14±0.25	2.68±0.14	2.76±0.26	2.54±0.34	0.779
尿氮 Urine nitrogen/(g/d)	3.41±0.10 <sup>a</sup>	3.26±0.10 <sup>ab</sup>	3.23±0.05 <sup>ab</sup>	3.05±0.04 <sup>b</sup>	3.10±0.01 <sup>b</sup>	3.13±0.07 <sup>b</sup>	0.025
沉积氮 Nitrogen deposition/(g/d)	4.43±0.53 <sup>bc</sup>	3.04±0.44 <sup>c</sup>	5.82±0.60 <sup>b</sup>	5.88±0.64 <sup>a</sup>	4.03±0.55 <sup>c</sup>	4.92±0.47 <sup>b</sup>	0.021
净蛋白质利用率 Net protein utilization/%	41.27±5.79	32.44±5.59	51.75±3.32	50.37±3.54	40.49±2.93	46.36±2.44	0.054
蛋白质生物学价值 BV of protein/%	56.05±3.72 <sup>ab</sup>	47.68±3.24 <sup>b</sup>	63.99±2.13 <sup>a</sup>	65.48±2.84 <sup>a</sup>	56.14±3.17 <sup>ab</sup>	60.88±1.84 <sup>a</sup>	0.010

表 7 维生素 C 对母貂氮代谢的影响

Table 7 Effects of vitamin C on nitrogen metabolism of female minks

项目 Items	组别 Groups						P 值 P-value
	I	II	III	IV	V	VI	
食入氮 Intake nitrogen/(g/d)	5.67±0.20	6.20±0.65	6.82±0.59	7.02±0.12	6.98±0.74	6.79±1.07	0.648
粪氮 Fecal nitrogen/(g/d)	2.25±0.27	2.20±0.21	1.86±0.46	1.84±0.06	2.00±0.19	2.22±0.37	0.824
尿氮 Urine nitrogen/(g/d)	2.58±0.06	2.50±0.07	2.43±0.04	2.35±0.09	2.45±0.04	2.47±0.06	0.253
沉积氮 Nitrogen deposition/(g/d)	0.83±0.17	1.50±0.55	2.53±0.43	2.83±0.04	2.52±0.94	2.09±0.85	0.230
净蛋白质利用率 Net protein utilization/%	14.68±2.93	22.97±5.99	36.91±5.36	40.32±0.90	33.97±10.80	28.73±7.12	0.115
蛋白质生物学价值 BV of protein/%	24.02±4.10	35.23±7.81	50.20±4.44	54.66±1.28	46.31±12.37	42.48±8.77	0.117

### 3 讨论

#### 3.1 维生素 C 对水貂生长性能的影响

本试验结果表明,随着维生素 C 添加水平的增加,水貂的平均日采食量提高,料重比降低,其中添加 50、100 mg/kg 维生素 C 时可以显著提高水貂的平均日采食量,显著降低料重比。夏季环境温度是影响育成期水貂生长性能的主要物理因素之一,其具体表现为影响水貂的增重和采食量,进而影响水貂的饲料报酬。而在夏季,维生素 C 的添加可以增加胃肠道周围的血液循环,提高胃

肠道的吸收能力。朱春梅等<sup>[13]</sup>、李浩杰等<sup>[14]</sup>和刘海民等<sup>[15]</sup>研究也均表明饲料中添加维生素 C 显著提高肉鸡、蛋鸭的平均日采食量、平均日增重,显著降低料重比,提高肉鸡的生长性能。此外,胡倡华<sup>[16]</sup>指出,如果虾饲料中缺少维生素 C,会造成幼虾停止生长,成虾的生长减缓,抵抗力和饲料转化率降低。

#### 3.2 维生素 C 对水貂养分消化率的影响

维生素 C 在很多动物上均有相关试验,Raja 等<sup>[17]</sup>研究维生素 C 对肉鸡生长性能的影响发现,维生素 C 在夏季对改善肉鸡饲料转化率具有很好的效果。王胜林等<sup>[18]</sup>指出,在基础饲料中添加维

生素 C 能够提高热应激下肥育猪的饲料利用率,增强动物的养分消化率。黄钦成<sup>[19]</sup>指出,随着多鳞鱮幼鱼饲料中维生素 C 添加水平的增加,蛋白质利用率先增加后降低,当饲料中维生素 C 添加水平为 122 mg/kg 时达到最大值。本试验在育成期水貂的饲料中添加维生素 C,水貂的粗蛋白质表观消化率、钙表观消化率与对照组相比都有所增加,这与上述结果基本一致,即在基础饲料中添加维生素 C 能够增加机体对养分的消化率。

### 3.3 维生素 C 对水貂氮代谢的影响

水貂食入体内的氮,一部分为沉积氮,被动物所吸收利用,合成体内各种所需蛋白质,另一部分则不被动物体消化利用,通过粪氮和尿氮排出体外,从而维持体内氮代谢平衡<sup>[8]</sup>。王胜林等<sup>[18]</sup>研究表明,育肥猪饲料中加入维生素 C 能够使氮的消化率较对照组有所提高。王贞杰等<sup>[20]</sup>研究表明,25 mg/L 的维生素 C 能显著提高圆斑星鲽的消化酶活性,并促进蛋白质的沉积。本试验结果表明,在育成期水貂基础饲料中添加维生素 C 提高了沉积氮,与上述研究结果一致,即在基础饲料中添加适宜水平的维生素 C 在一定程度上能够提高育成期水貂的净蛋白质利用率及蛋白质生物学价值。

## 4 结 论

饲料中添加维生素 C 可以提高水貂的平均日采食量,降低料重比,提高蛋白质消化率,提高公貂的蛋白质生物学价值。综合考虑,育成期水貂饲料中维生素 C 适宜添加水平为 50~100 mg/kg。

### 参考文献:

[1] 王仁华.浅谈维生素 C 在养猪生产中的应用[J].湖南饲料,2017(3):28-29.

[2] 邓红玉.水产动物的维生素 C 营养[J].粮食与饲料工业,1998(6):26-28.

[3] 刘扬,周小秋.水生动物维生素 C 营养研究进展[J].四川农业大学学报,2003,21(4):352-355.

[4] 王仁祥,杨平.维生素对水貂生长发育的作用及影响[J].吉林农业,2003(9):30-31.

[5] 王静,张海华,蔡熙姮,等.日粮维生素 D 和钙水平对冬毛期水貂生长性能、营养物质消化率及氮、钙、磷代谢的影响[J].中国畜牧兽医,2018,45(11):

3051-3061.

[6] 郑菲菲,王利华.维生素 E 对水貂的营养作用[J].饲料研究,2016(22):9-11.

[7] 穆琳琳,钟伟,陈双双,等.饲料维生素 B<sub>2</sub> 添加水平对冬毛期水貂生长性能、毛皮品质、营养物质消化率及氮代谢的影响[J].动物营养学报,2019,31(1):251-257.

[8] 南韦肖,张海华,司华哲,等.过量维生素 A 对育成期雄性水貂生长性能及血清生化指标的影响[J].畜牧兽医学报,2018,49(11):2425-2434.

[9] 张海华,王士勇,南韦肖,等.饲料铁水平对冬毛期水貂生产性能、血清生化指标和脏器指数的影响[J].畜牧兽医学报,2017,48(8):1557-1564.

[10] NRC.Nutrient requirements of mink and foxes[S]. Washington, D.C.:National Academies Press,1982.

[11] 王卓,李光玉,刘可园,等.饲料泛酸水平对育成期水貂生长性能、营养物质消化率、氮代谢和血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2020,32(1):463-471.

[12] 张甜甜,纪君波,徐燕红,等.谷氨酰胺对育成期水貂饲料营养物质消化率和脏器重量的影响[J].中国畜牧杂志,2019,55(7):137-141.

[13] 朱春梅,张凌洪,王军.锌和维生素 C 对热应激条件下肉鸡生长性能和免疫反应的影响[J].中国饲料,2019(16):87-90.

[14] 李浩杰,景栋林,王晔,等.维生素 C 对高温环境下笼养育成蛋鸭生长性能和生化指标的影响研究[J].中国饲料,2017(18):19-23.

[15] 刘海民,张旭东,马丽.维生素 C 和氯化钾对夏季高温条件下肉鸡生长性能和血液生化指标的影响[J].中国饲料,2019(10):64-67.

[16] 胡倡华.维生素 C 在水产饲料中的应用[J].河南畜牧兽医,2000,21(10):11.

[17] RAJA A Q, QURESHI A. Effectiveness of supplementation of vitamin C in broiler feeds in hot season[J]. Pakistan Veterinary Journal, 2000, 20(2):100.

[18] 王胜林,方智.维生素 C 和维生素 E 对热应激肥育猪生产性能的影响[J].饲料博览,2004(2):1-3.

[19] 黄钦成.多鳞鱮(*Sillago sihama*)幼鱼对维生素 A、维生素 C、维生素 E 需要量的研究[D].硕士学位论文.湛江:广东海洋大学,2019.

[20] 王贞杰,叶保民,常青,等.维生素 C 对圆斑星鲽早期发育的影响[J].渔业科学进展,2018,39(2):96-103.

## Effects of Vitamin C on Growth Performance, Nutrient Digestibilities and Nitrogen Metabolism of Growing Minks

XU Yanhong LI Keru CI Yang LI Wenli\*

(College of Animal Science and Technology, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

**Abstract:** This experiment was conducted to study the effects of vitamin c on growth performance, nutrient digestibilities and nitrogen metabolism of growing minks. One hundred and twenty 60-day-old growing minks were randomly divided into 6 groups with 20 minks in each group (10 male minks and 10 female minks). Minks in group I (control group) were fed a basic diet, and others in groups II, III, IV, V and VI were fed basic diets supplemented with 25, 50, 100, 200 and 400 mg/kg vitamin C, respectively. The pre-experimental period lasted for 7 days, and the experimental period lasted for 58 days. The results showed as follows: 1) the average daily feed intake of male minks in group IV was significantly higher than that in groups I and III ( $P<0.01$ ), and significantly higher than that in groups II, V and VI ( $P<0.05$ ); the feed to gain ratio of male minks in group III was significantly lower than that in groups I, II and VI ( $P<0.05$ ). The average daily feed intake of female minks in group IV was significantly higher than that in groups I and II ( $P<0.01$ ), and the feed to gain ratio of female minks in groups I, II, III and IV was significantly lower than that in group IV ( $P<0.05$ ). 2) The crude protein digestibility of male minks in group III was significantly higher than that in groups II and V ( $P<0.05$ ), and the calcium digestibility of male minks in groups III, IV, V and VI was significantly higher than that in groups I and II ( $P<0.01$ ). The crude protein digestibility of female minks in group III was significantly higher than that in groups I and II ( $P<0.05$ ). 3) The urine nitrogen of male minks in groups IV, V and VI was significantly lower than that in group I ( $P<0.05$ ), the nitrogen deposition of male minks in group IV was significantly higher than that in the other groups ( $P<0.05$ ), and the biological value of protein of male minks in groups III, IV and VI was significantly higher than that of group II ( $P<0.05$ ). In conclusion, dietary appropriate amount of vitamin C can improve the growth performance and nutrient digestibilities of minks, and improve the nitrogen metabolism level. The suitable dietary supplemental level of vitamin C of growing minks is 50 to 100 mg/kg. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2020, 32 (9):4302-4308]

**Key words:** vitamin C; minks; growth performance; nutrient digestibilities; nitrogen metabolism