

# 动物吸收类胡萝卜素的肠道内环境控制研究

周光宏, 高峰, 朱旭东

(南京农业大学 农业部农畜产品加工与质量控制重点开放实验室, 江苏 南京 210095)

**摘 要:** 本研究证明了类胡萝卜素在肠道内的被动吸收机制, 对不同动物肠道内环境进行了检测, 结果表明不同动物的肠道内环境有较大的差异。对差异较大的因素(如 pH 值、胆盐浓度、游离脂肪酸等)进行了一系列的研究, 发现这些因素对动物吸收  $\beta$ -胡萝卜素有明显的影响。因此首次提出了肠道内环境控制动物吸收胡萝卜素的假说。  
**关键词:** 肠道内环境; 类胡萝卜素; 吸收

## Mechanism of Carotenoids Absorption Controlled by Intestinal Environment

ZHOU Guang-hong, GAO Feng, ZHU Xu-dong

(Key Laboratory of Food Processing and Quality Control, Ministry of Agriculture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

**Abstract:** This study aims to explore the potential factors resulting in selective uptake and deposition of carotenoids by animals. The results showed that absorption mechanism of carotenoids was passive. There were significant differences in the intestinal environment between different species, such as, pH, bile salt content, free fatty acid composition. The results also showed that these intestinal factors affect absorption of carotenoids. Therefore the hypothesis was put forward that the absorption of carotenoids was controlled by intestinal environment in the first time.

**Key words:** intestinal environment; carotenoids; absorption

中图分类号 R151.43

文献标识码 A

文章编号 1002-6630(2005)09-0196-06

类胡萝卜素(Carotenoids)是自然界中广泛存在的一种天然色素, 具有多种生物学功能, 根据其结构不同可分为胡萝卜素(Carotenes)和类胡萝卜素含氧衍生物——叶黄素(Xanthophylls), 前者的典型代表是  $\beta$ -胡萝卜素( $\beta$ -Carotene,  $\beta$ C), 后者的典型代表是黄体素(Lutein)。动物对类胡萝卜素的吸收、沉积表现出很强的选择性。根据动物对类胡萝卜素的沉积能力, 可将动物分为三类: 沉积者、非沉积者和选择性沉积者<sup>[1]</sup>。同人一样, 其它灵长类能沉积多种类胡萝卜素, 属于沉积者<sup>[2]</sup>; 非沉积者包括猪、羊、豚鼠和兔子等<sup>[3,4]</sup>; 介于两者之间的是选择性沉积者, 这些动物仅能沉积特定的类胡萝卜素。例如: 禽类的许多组织几乎只沉积叶黄素类; 牛则相反, 尽管在牧草中叶黄素类的含量是  $\beta$ -胡萝卜素的 5 倍, 但是牛体内  $\beta$ -胡萝卜素的含量却显著高于叶黄素<sup>[5]</sup>。

虽然有研究证明  $\beta$ -胡萝卜素是以被动扩散的方式吸收, 但对动物吸收类胡萝卜素出现的选择性仅以被动

扩散吸收理论是很难解释的。因此, 为解释这一现象我们提出了肠道内环境控制类胡萝卜素吸收假说, 并以牛、山羊、鸡为模型进行了一系列的研究。我们测定了不同动物的肠道内环境, 并对肠道内环境和类胡萝卜素吸收间的关系进行了系列研究, 以阐明动物肠道内环境对类胡萝卜素吸收的调控作用。

### 1 吸收机制的研究

我们采用细胞培养、肠道瘘管的方法, 从浓度和温度两个方面条件对牛、羊、鸡吸收类胡萝卜素的机制进行了系列离体、在体研究。

#### 1.1 浓度

牛肠粘膜细胞对胶体溶液中  $\beta$ C 和 Lutein 的吸收呈浓度依赖性, 如图 1 所示, 当  $\beta$ C 浓度高达  $20 \mu\text{mol/L}$  时, 吸收量仍无饱和或减少的迹象, 且各浓度组的  $\beta$ C 的吸收率保持恒定<sup>[6]</sup>。

收稿日期: 2005-07-02

基金项目: 教育部高等学校优秀青年教师教学科研奖励计划; 国家自然科学基金资助项目(30270971)

作者简介: 周光宏(1960-), 教授, 博士, 研究方向为肉品学和营养生理。

鸡、山羊离体肠细胞随着培养液中 $\beta$ c浓度的增加,细胞对其吸收量增加,当 $\beta$ c浓度高达 $20\mu\text{mol/L}$ 时,吸收量仍无饱和的迹象,且各浓度组的 $\beta$ c的吸收率保持恒定( $p > 0.05$ )(如图2),相关性分析表明:浓度与吸收量间呈正相关( $r=0.98, p < 0.01$ )<sup>[7,8]</sup>。

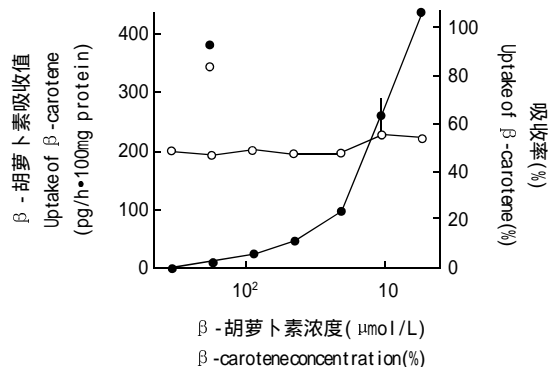


图1 牛小肠细胞对 $\beta$ -胡萝卜素的吸收率和吸收量

Fig.1 Percentage and value of  $\beta$ -carotene uptake by small intestinal cell of bovine

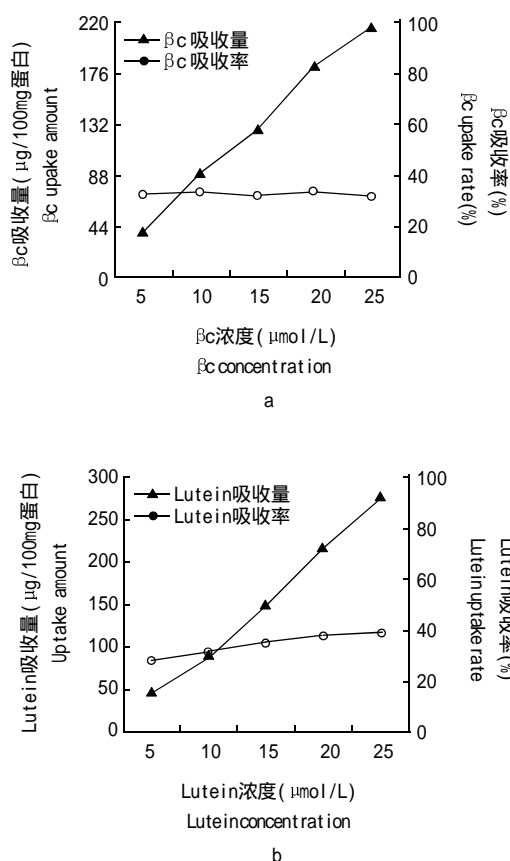


图2 鸡离体小肠细胞对不同浓度 $\beta$ -胡萝卜素(a)和黄体素(b)的吸收率和吸收量

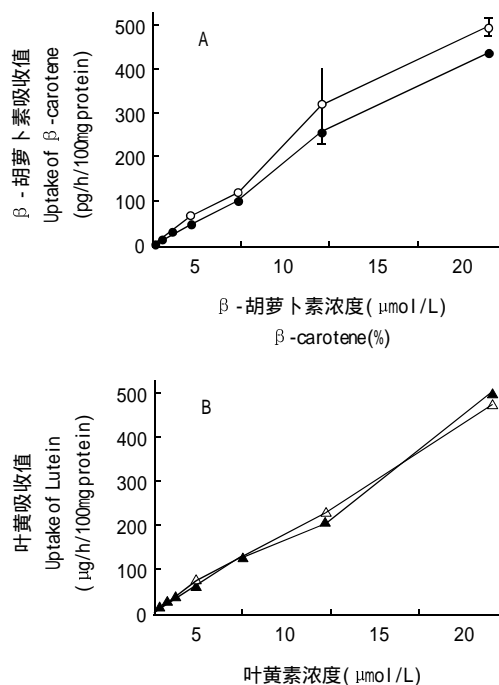
Fig.2 Percentage and value of  $\beta$ -carotene(a) and Lutein(b) uptake by isolated intestinal cell of broiler with gradient perfusate concentration

陈波(2002)利用肠道台瑞维拉瘻、肠系膜静脉瘻管和肝静脉瘻管,对肉鸡肠道吸收不同浓度类胡萝卜素的情况进行了在体研究<sup>[9]</sup>。浓度为 $200\sim 800\mu\text{g/ml}$ 的类胡萝卜素胶体溶液,对肉鸡空肠进行灌注,4h后对灌注液、肠黏膜和肠系膜总静脉血浆中的 $\beta$ -胡萝卜素浓度进行检测。肉鸡肠道对胶体溶液中 $\beta$ -胡萝卜素和黄体素的吸收量呈浓度依赖性,即随着类胡萝卜素浓度的升高而增加,在的浓度范围内呈线性关系;而对类胡萝卜素的吸收率与浓度无关,基本保持一定,呈非浓度依赖性。通过安装山羊空肠瘻管和前腔静脉瘻也得到了相同的结论<sup>[12]</sup>。

以上结果表明,动物对不同浓度类胡萝卜素的吸收呈浓度依赖性,这与典型的被动吸收模型是一致的。

## 1.2 温度

相同浓度不同温度间t检验表明: $0^{\circ}\text{C}$ 时蛋鸡、牛离体小肠细胞对 $\beta$ c和lutein的吸收量与 $38^{\circ}\text{C}$ 时差异不显著( $p > 0.05$ ),如图3所示。而温度却显著地影响了葡萄糖吸收(小肠以主动转运的方式吸收葡萄糖)。因为载体调控的吸收机制只有在接近体温的培养条件下存在,在 $0^{\circ}\text{C}$ 时被抑制,而试验结果表明,低温并未影响类胡萝卜素的吸收,则进一步表明了类胡萝卜素吸收过程中载体介入的可能性不大<sup>[6,10]</sup>。



实心符号代表 $38^{\circ}\text{C}$ 温育,空心符号代表 $0^{\circ}\text{C}$ 温育  
Filled symbols: incubated at  $38^{\circ}\text{C}$ ; Open symbols: incubated at  $0^{\circ}\text{C}$

图3 温度对牛离体小肠细胞吸收 $\beta$ -胡萝卜素(A)和黄体素(B)的影响  
Fig.3 The effect of  $\beta$ -carotene(a) and Lutein(b) concentration on their uptake by isolated intestinal cell of bovine

从浓度和温度两个方面的研究结果表明,即使是出现选择性吸收的动物对类胡萝卜素的吸收也是以被动扩散方式进行的。

## 2 动物肠道内环境某些指标的测定

对山羊、AA肉鸡、安徽黄牛不同动物肠道内环境若干指标进行的测定表明,在胆盐、脂肪酸的种类和数量、pH值上都存在着显著的差异。

### 2.1 pH值

山羊空肠前段食糜的pH值接近中性(7.05),AA肉鸡接近酸性(6.09),安徽黄牛在两者之间(6.56)<sup>[9]</sup>。

### 2.2 胆盐

空肠前段食糜中总胆盐的含量以安徽黄牛为最高(6.29mg/g食糜),其次是本地山羊(5.29mg/g食糜),AA肉鸡最低,仅为黄牛的10%左右(0.60mg/g食糜)<sup>[9]</sup>。除了数量上的不同外,在胆盐种类上不同动物也存在着差异:肉食动物和牛肠道内的胆盐主要是牛磺胆酸钠,草食动物(除牛外)主要是甘氨酸胆酸盐,禽类主要是鹅脱氧胆酸盐<sup>[11]</sup>。

### 2.3 脂肪酸

气相色谱法测定表明,AA肉鸡空肠前段食糜的脂肪酸主要由软脂酸、硬脂酸、油酸和亚油酸组成,分别占24.39%、20.38%、15.85%、39.39%,可见不饱和脂肪酸的含量高于饱和脂肪酸,二者比率约为5:4。多不饱和脂肪酸亚油酸高于单不饱和脂肪酸油酸,高出一倍多。本地山羊空肠前段食糜中的脂肪酸种类与肉鸡类似。与肉鸡不同的是,不饱和脂肪酸的含量低于饱和脂肪酸,二者比率约为4:5,亚油酸的含量低于油酸,仅为油酸的70%。安徽黄牛空肠前段食糜的脂肪酸主要是软脂酸、硬脂酸和亚油酸组成,仅含微量的油酸。硬脂酸占到50%以上,不饱和脂肪酸的含量远远低于饱和脂肪酸,二者比率约为1:4<sup>[9]</sup>。

以上研究结果表明,不同动物肠道内环境存在很大差别,即使同为反刍动物的牛和羊也存在较大差别。因此,在研究养分尤其是脂溶性物质吸收的同时,应当充分考虑肠道内环境在吸收过程中所起的作用。

## 3 肠道内环境对类胡萝卜素吸收的影响

进一步研究发现肠道脂肪酸、类胡萝卜素的含量及组成、pH值、胆盐浓度对类胡萝卜素的吸收均有影响。还有一些物质如Tween20对 $\beta$ c、Lutein的吸收有不同程度的影响。所以提出了肠道内环境控制动物吸收类胡萝卜素的观点。

### 3.1 pH值

保持灌注液中 $\beta$ c与Lutein浓度为200 $\mu$ mol/L不变,

利用 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 和 $\text{NaHCO}_3$ 调节灌注液的pH值。当pH=5时的山羊小肠对 $\beta$ -胡萝卜素的吸收极显著低于pH=7、pH=9时增加( $p < 0.01$ )。对Lutein的吸收随pH值的升高而显著降低<sup>[12]</sup>。Hollander, Ruble等(1978)利用大鼠小肠进行灌注试验,发现随灌注液pH值的上升, $\beta$ -胡萝卜素的吸收率明显降低。当pH值由7.4上升为8.3时,明显地降低了 $\beta$ -胡萝卜素的吸收,当灌注液的pH值由7.4降为5.3时,极显著促进了 $\beta$ -胡萝卜素的吸收<sup>[13]</sup>。肠道pH影响 $\beta$ c吸收的原因之一是随着 $\text{H}^+$ 浓度的改变,肠道吸收细胞膜和肠道中经胆汁乳化胶粒表面的理化状态发生了改变。Schultz(1968)、Carey(1972)分别报道了肠道吸收细胞膜和经胆汁乳化的胶粒均带有负电荷<sup>[14,15]</sup>。当胶粒向吸收细胞膜扩散时受到同种电荷间的排斥力。 $\text{H}^+$ 可以中和两者表面所带的部分负电荷,减小两者间的斥力,从而促进了溶有 $\beta$ -胡萝卜素的胶团的扩散。

$\beta$ -胡萝卜素-15, 15'-加双氧酶( $\beta$ CDIOX)可将 $\beta$ c断裂成两分子的视黄醛,然后再生成VA。肠道pH影响 $\beta$ c吸收的另一原因是改变了肠黏膜中 $\beta$ -胡萝卜素-15, 15'-加双氧酶的活性,因为 $\beta$ CDIOX的最适pH值是7.5~8.5<sup>[16]</sup>。

### 3.2 胆盐

胆盐和脱氧胆盐的促吸收模式是存在差异的。在山羊和肉鸡的肠瘘试验中脱氧胆盐在6.0~7.2mmol/L时动物对 $\beta$ c和Lutein的吸收均达到最大,高于此浓度,二者开始显著下降。在体实验中,胆盐促Lutein吸收的最佳浓度为9.5mmol/L,这与犊牛、仔鸡离体试验中促进吸收Lutein的浓度为10mmol/L的结论相近<sup>[8,9]</sup>。但在体实验中,直到胆盐浓度达约14mmol/L时,肠道对 $\beta$ c吸收的增加量与胆盐浓度始终呈线性正相关。而在离体研究中得到的结论为:胆盐极显著促进鸡小肠细胞对 $\beta$ c和Lutein的吸收,其促进 $\beta$ c和Lutein吸收的最佳浓度分别为3mmol/L和10mmol/L,高于此浓度,二者开始显著下降,如图4所示<sup>[8]</sup>。

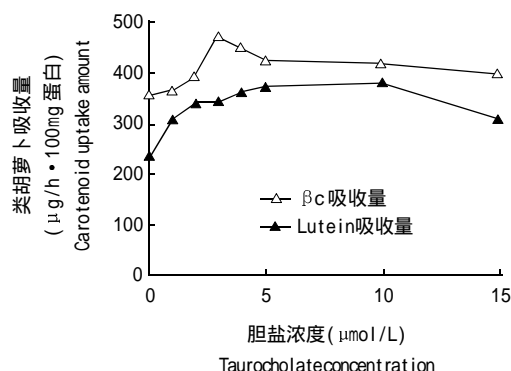


图4 牛磺胆酸钠对鸡离体小肠细胞类胡萝卜素吸收的影响  
Fig.4 The effect of taurocholate on carotenoids uptake by isolated intestinal cell of broiler

胆汁可通过加速脂肪的乳化促进 $\beta$  c的吸收。胆汁促脂肪形成体积小的胶粒,使之在小肠水液态的环境内易于吸收,并促进溶解在脂肪中的类胡萝卜素的吸收。但在无胆汁存在时 $\beta$  c既不吸收也不发生断裂生成酯,这说明胆汁不仅起一个肠腔助溶作用,而且参与了 $\beta$  c的吸收、断裂和酯化的全过程<sup>[17]</sup>。添加胆盐后,黏膜细胞、肠系膜血浆以及肝静脉血浆中VA的水平显著或极显著高于对照组,说明脱氧胆酸盐提高了 $\beta$  c向VA的生物转化<sup>[9]</sup>。进一步研究表明,牛磺胆酸钠为4mmol/L、8mmol/L显著提高了肉仔鸡小肠黏膜的 $\beta$  CDIOX活性,其中8mmol/L极显著。而且牛磺胆酸钠和胆酸对 $\beta$  CDIOX活性的促进作用相近,脱氧胆酸钠的作用高于牛磺胆酸钠,但差异不显著( $p > 0.05$ ),如图5、6所示<sup>[18]</sup>。

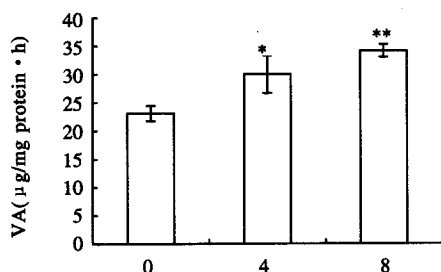


图5 牛磺胆酸钠不同浓度对酶活影响  
Fig.4 Effect of concentration of chholyaurine sodium on BCDIOX activity

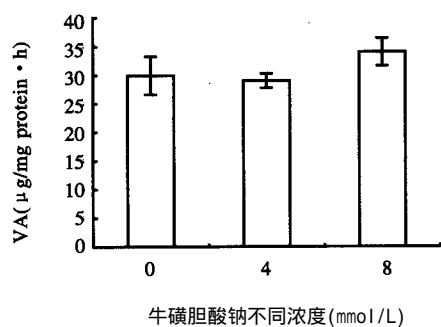


图6 不同胆盐对酶活的影响  
Fig.6 Effect of different bile acid on BCDIOX

### 3.3 Tween20

聚环氧乙烷山梨糖醇单月桂酸酯(Tween20)是一种常用的乳化剂。我们在用其配制培养牛小肠细胞所用的类胡萝卜素胶体溶液时发现了有趣的现象。随着培养液中Tween20的增加,细胞对两种类胡萝卜素的吸收减少。而Tween20对叶黄素的影响更大,当其浓度达到1.3%时,叶黄素的吸收均被完全地阻断,如图7所示<sup>[6]</sup>。这种差异与牛吸收的远远多于叶黄素(尽管后者在牧草中的含量是前者的5倍)的现象相符。导致两种类胡萝卜素的

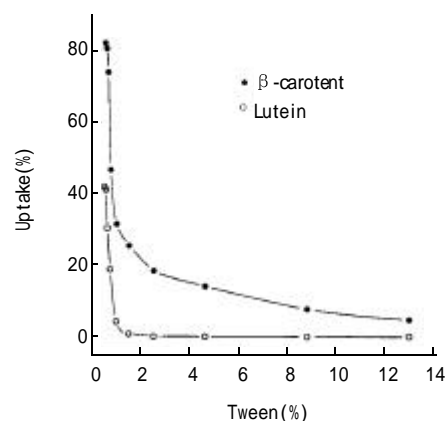


图7 Tween20浓度对牛离体小肠细胞吸收 $\beta$ -胡萝卜素和黄体素的影响  
Fig.7 The effect of Tween20 concentration on  $\beta$ -carotene and Lutein uptake by isolated intestinal cell of bovine

吸收出现明显差异。因为在活体动物肠腔内存在着大量性质不同的各种脂肪酸,其中一些和Tween20中的脂肪酸类似,所以我们推测在牛消化肠腔中存在类似Tween20的物质,导致了牛对 $\beta$  c吸收远大于叶黄素的情况。

对鸡离体小肠细胞进行的研究得到了相同的结论,如图8所示<sup>[19]</sup>。

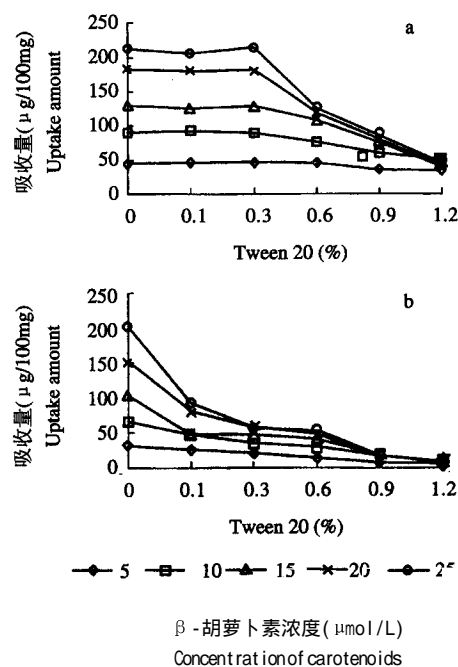


图8 Tween20浓度对鸡离体小肠细胞吸收 $\beta$ -胡萝卜素(a)和黄体素(b)的影响

Fig.8 The effect of Tween20 concentration on  $\beta$ -carotene(a) and Lutein(b) uptake by isolated intestinal cell of broiler

### 3.4 游离脂肪酸

游离脂肪酸(FFA)的数量及种类对类胡萝卜素的吸收

都有一定的影响。FFA 可显著促进鸡离体小肠细胞对  $\beta$ -胡萝卜素和 Lutein 的吸收, 并随 FFA 中油酸比率 的增加, 吸收得到进一步提高。当 FFA 为 100% 油酸时,  $\beta$ -胡萝卜素的吸收最高, Lutein 的吸收反而下降。促进  $\beta$ -胡萝卜素和 Lutein 吸收的最佳硬脂酸与油酸的比例 分别为 0:100 和 1:3。如图 9<sup>[8]</sup>。

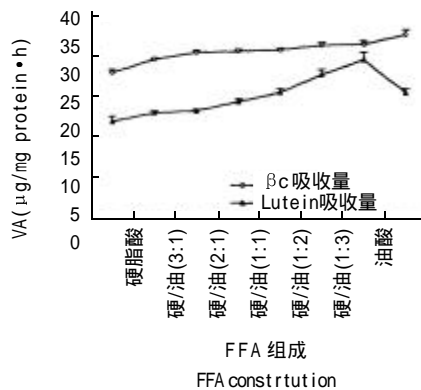


图9 游离脂肪酸对鸡离体小肠细胞类胡萝卜素吸收的影响

Fig.9 The effect of free fatty acids on carotenoids uptake by isolated intestinal cell of broiler

在山羊上进行的在体实验也得到了一致的结论<sup>[12]</sup>。由表 1 可见, 在山羊空肠灌注液中添加游离脂肪酸可以极显著的促进类胡萝卜素的吸收, 其中以油酸的促吸收作用最大。

表1 游离脂肪酸(FFA)对山羊吸收类胡萝卜素的影响 ( $\mu\text{g/ml}$  灌注液)  
Table 1 Effect of FFA on carotenoids absorption by goats in vivo ( $\mu\text{g/ml}$  perfusate)

游离脂肪酸 2.5mmol/L FFA 2.5mmol/L	$\beta$ -胡萝卜素 $\beta$ -carotene	黄体素 Lutein
对 照 Control	27.64 $\pm$ 2.48	37.24 $\pm$ 1.37
丙 酸 Propionic acid	47.36 $\pm$ 2.59**	55.31 $\pm$ 5.86**
丁 酸 Butyric acid	50.48 $\pm$ 3.38**	57.82 $\pm$ 5.07**
软脂酸 Palmitic acid	44.19 $\pm$ 2.00**	54.45 $\pm$ 2.90**
硬脂酸 Stearic acid	42.93 $\pm$ 2.44**	53.65 $\pm$ 4.02**
油 酸 Oleic acid	59.10 $\pm$ 3.85**	64.77 $\pm$ 0.94**

同列中与对照比较 \* $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ 。

FFA 极显著促进离体小肠细胞对类胡萝卜素的吸收, 这与脂肪有利于胶体的形成及类胡萝卜素本身是一种非极性的、疏水的脂溶性物质有关。During(1998)报道日粮脂肪促进了细胞对  $\beta$ -胡萝卜素的吸收, 而且油酸作用最大<sup>[20]</sup>。此外, 牛体脂肪中  $\beta$ c 与油酸的含量间存在正相关关系<sup>[21]</sup>, 表明油酸还有利于类胡萝卜素的沉积。油酸为 5mmol/L 时能显著促进  $\beta$ CDIOX 的活性( $p < 0.05$ ); 软脂酸、硬脂酸对  $\beta$ CDIOX 活性无促进作用, 亚油酸、亚麻酸能促进  $\beta$ CDIOX 活性, 但差异不显著( $p > 0.05$ ), 如图 10、11 所示。说明适当的油酸可以

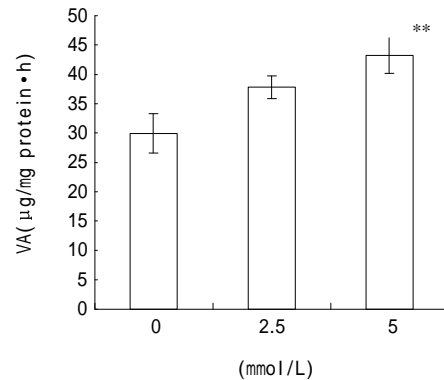


图10 油酸不同浓度对BCDIOX的影响

Fig.10 Difference concentration of oleic acid on BCDIOX

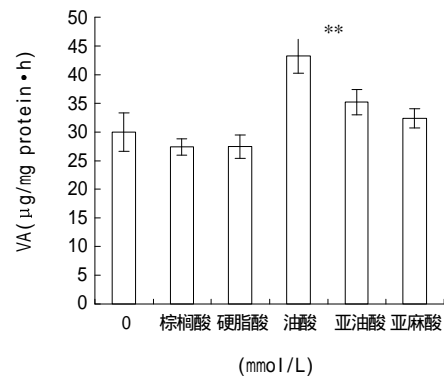


图11 不同脂肪酸对BCDIOX活性的影响

Fig.11 Effect of different fat acid on BCDIOX

促进类胡萝卜素的代谢<sup>[18]</sup>。

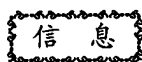
#### 4 结 论

吸收是营养素起作用的前提条件, 肠道又是进行吸收的重要场所。通过研究我们发现, 动物在进化过程中形成了不同的肠道内环境, 而肠道内环境的诸多因素又对类胡萝卜素的吸收有着明显的影响。因此, 我们提出了肠道内环境控制动物吸收类胡萝卜素的假说, 并以此来解释动物对类胡萝卜素吸收能力不同的现象。此假说不仅为研究类胡萝卜素的吸收, 更为研究其它营养素的吸收提供了新的研究思路。但肠道内环境控制类胡萝卜素吸收的具体机制还有待于进一步深入研究。

#### 参考文献:

- [1] Goodwin T W. Animals biochemistry of the carotenoids[J]. Chapman and Hall, 1984, (2): 176-195.
- [2] Krinsky N I, Mathews-Roth M M, Welankiwar S, et al. The metabolism of [ $^{14}\text{C}$ ]-carotene and presence of other carotenoids in rats and monkeys[J]. J Nutr, 1990, 120: 81-87.
- [3] Beeson W M. Relative potencies of vitamin A and carotene

- for animals[J]. Fed Proc, 1965, 24: 924-926.
- [4] Bondi A, Sklan P. Vitamin A and carotene in animal nutrition [J]. Prog Food Nutr Sci, 1984, (8): 165-191.
- [5] Yang A, Larsen T W, Tume R K. Carotenoids and retinal concentrations in serum, adipose tissue and liver and carotenoids transport in sheep, goats and cattle[J]. Aust J Agri Res, 1992, 43: 1809-1817.
- [6] 周光宏, Tume R, Larsen T. 离体牛小肠细胞对 $\beta$ -胡萝卜素和叶黄素吸收的研究[J]. 动物营养学报, 1996, 8(4): 15-18.
- [7] 刘清, 周光宏. 离体小肠粘膜细胞对类胡萝卜素的吸收[J]. 南京农业大学学报, 1997, 20(4): 54-59.
- [8] 陈波, 周光宏, 刘清. 胆盐和游离脂肪酸影响离体小肠细胞类胡萝卜素吸收的研究[J]. 动物营养学报, 2001, 13(2): 47-50.
- [9] 陈波. 动物肠道吸收类胡萝卜素及其影响因素的研究[D]. 南京: 南京农业大学博士论文, 2002.
- [10] 刘清, 周光宏. 蛋鸡离体小肠细胞对类胡萝卜素吸收的研究[J]. 动物营养学报, 1998, 10(3): 40-45.
- [11] Halsewood G. The biological significance of chemical differences in bile salts[J]. Biol Rev, 1964, 39: 537-574.
- [12] 周利梅. 类胡萝卜素在羊小肠内的吸收及其影响因素[D]. 南京: 南京农业大学硕士论文, 2001.
- [13] Hollander D, Ruble P E.  $\beta$ -carotene intestinal absorption: bile, fatty acid, pH, and flow rate effect on transport [J]. Am J Physiol, 1978, 235(6): 686-691.
- [14] Schultz S G. Intestinal absorption of sodium chloride and water[J]. Am Physiol Soc, 1968, 6(3): 1245-1275.
- [15] Carey C M. Micelle formation by bile salts physical-chemical and thermodynamic consideration[J]. Arch Internal Med, 1972, 130: 506-527.
- [16] Laurence V M, Christopher J B. Assay for  $\beta$ -carotene-15,15'-dioxygenase in homogenates of rat intestinal mucosa scrapings and application to normal and vitamin A deficient rats[J]. Methods in Enzymology, 1993, 214: 169-175.
- [17] Olson J A. The effect of bile and bile salts on the uptake and cleavage of  $\beta$ -carotene into retinal ester (Vitamin A ester) by intestinal slices[J]. J Lipid Res, 1964, (5): 402-408.
- [18] 宋建婷. 日粮 VA 及油脂水平、游离胆酸盐、脂肪酸及黄体素对 $\beta$ -胡萝卜素-15, 15'-加双氧酶活性的影响[A]. 南京农业大学硕士论文. 南京: 南京农业大学, 2003.
- [19] 陈波, 周光宏, 刘清. 游离脂肪酸和 Tween20 对犊牛和仔鸡离体小肠细胞吸收类胡萝卜素的影响[J]. 南京农业大学学报, 2000, 23(4): 67-70.
- [20] During A, Nagao A, Junji Terao.  $\beta$ -carotene-15,15'-dioxygenase activity and cellular retinal-binding protein type II level are enhanced by dietary unsaturated triacylglycerols in rat intestines[J]. J Nutr, 1998, 128: 1614-1619.
- [21] Zhou G H, Yang A, Tume R K, et al. A relationship between bovine fat colour and fatty acid composition[J]. Meat Science, 1993, 35: 205-212.



## 日本成功培育出能预防脱发的转基因大豆

日本培育出一种转基因大豆新品种, 它能刺激头发生长和预防因化疗引起的脱发。如果新品种大豆的安全性获得证实, 则可以使许多人减少秃顶之烦恼。

日本京都大学研究小组负责人吉田川端教授声称, 只要定期食用这种大豆即可。

这种大豆之所以具有神奇性能, 是因为基因学家给它植入了一种具有抗高血压效果的成分, 该成分利用蛋白氨基酸组分制取。科学家指出, 这种成分能促进头发生长, 扩张血管和促使血液循环正常。

据俄通社-塔斯社报道, 上述大豆效果在鼠实验中被证实, 实验鼠被刮掉“胡子”(胡须和体毛), 然后给它们吃转基因大豆, 体毛恢复明显加快, 在增大实验鼠的食用量之后, 即使是接受化疗实验鼠也没有失去体毛。