

微量元素铬的营养调控 及吸收转运模式探讨

晏家友,张 纯,唐 凌,邝声耀

(四川省畜科院动物营养研究所,四川省饲料科技研发中心,四川 成都 610066)

中图分类号:S816.72 文献标识码:A 文章编号:1001-8964(2010)07-0025-02

摘要:铬作为葡萄糖耐受因子的重要活性成分,可以刺激胰岛素与跨膜胰岛素受体结合,增强胰岛素活性,并参与碳水化合物、脂肪、蛋白质和核酸代谢。本文主要综述铬的研究概况、营养调控机制及吸收转运模式。

关键词:铬;微量元素;营养调控;吸收转运

Study on the nutrition regulation and absorption and transport mechanism of Chromium

YAN Jia-you, ZHANG Chun, TANG Ling, *et al.*

(Sichuan Academy of Animal Science, Sichuan Feed Science Research
& Development Center, Sichuan Chengdu 610066, China)

Abstract: As an critical active constituent of glucose tolerance factor (GTF), Chromium can stimulate the binding of insulin to transmembrane protein insulin receptor, potentiate insulin activity. Chromium also participate in carbohydrate, lipid, protein, and nucleic acid metabolism. This article mainly reviewed the research situation, nutrition mechanism, absorption and transport of Chromium.

Key words: Chromium; Trace element; Nutrition regulation; Absorption and transport

铬是动物机体的必需微量元素之一,它可以作为葡萄糖耐受因子(GTF)的组成成分,协助胰岛素发挥生理功能。近年来,关于铬在畜禽生产上应用的研究报道日益丰富,大量研究结果都表明,铬具有促进动物生长、增强免疫功能、提高胴体品质、改善繁殖性能的功能。然而有关铬如何调节动物机体的营养代谢,以及铬在动物体内的吸收转运模式,目前尚不清楚。本文主要就铬的研究概况、营养调控机制以及吸收转运模式作一综述,为实际生产中铬的进一步开发和应用提供

收稿日期:2010-05-26

作者简介:晏家友(1981-),男,四川隆昌县人,硕士研究生,主要从事单胃动物营养方面的研究。

E-mail: yanjiayou0907@yahoo.com.cn

理论参考。

1 铬的研究概况

1959年, Schwarz首次从啤酒酵母中分离出含有铬的葡萄糖耐受因子,并通过小鼠实验证实,铬可以促进胰岛素调节葡萄糖代谢和脂肪合成,由此掀起了微量元素铬的研究热潮。Mertz等研究发现,在有机化合物中,铬以三价形式作为辅助因子,协同胰岛素调节机体外周组织中的葡萄糖水平。Steele等认为, GTF包含三价铬,具有生物学活性,能够激发胰岛素与受体结合,从而增强胰岛素的活力。Nielsen等研究发现,铬还与碳水化合物、脂肪、蛋白质和核酸代谢有关。铬作为机体必需的营养素,已经在人和其他动物上得到广泛认同。Mertz等认为,人体缺铬将导致胰岛素抵抗

(insulin resistance) 产生, 严重威胁人类的健康和生命。虽然 20 世纪 90 年代以后, 铬就开始作为动物必需微量元素在猪、鸡、牛、羊和马上广泛研究, 但是大部分动物对铬的营养需要量迄今仍不清楚。除美国食品与药物管理局 (FDA) 在 1996 年首次批准猪配合饲料中三氯化铬的添加量不多于 0.2 mg/kg 外, 我国及美国 NRC 至今尚未提出猪、鸡等动物对铬的需要量标准。

2 铬的营养调控机制

当前, 人们已经开始从分子水平上探讨铬在促进动物营养代谢方面的作用, 并取得了很大进展。Yamamoto 等从兔的肝脏中分离并鉴定出一种特殊的铬结合寡肽 (LMWCr 或 chromodulin), 由此引导人们从分子水平上去探讨铬的作用机制。chromodulin 仅由四种氨基酸残基——甘氨酸 (glycine)、半胱氨酸 (cysteine)、谷氨酸 (glutamate) 和天冬氨酸 (aspartate) 构成。尽管 chromodulin 分子量小 (约 1500 Da), 却以类似四环的形式结合 4 个铬离子。Vincent 等研究发现, chromodulin 最奇特的功能在于, 它可以促使小鼠脂肪细胞中的胰岛素在浓度不变的情况下将葡萄糖转化成二氧化碳和脂肪。这就提示, 铬在脂肪细胞中对胰岛素发挥着重要的刺激作用。当血液中的葡萄糖浓度升高时, 胰岛素在血液中快速释放, 入血后的胰岛素结合一个外周跨膜胰岛素受体 (IR) 的 α 亚单位, 引发 IR 构型改变, IR 内部 β 亚单位的酪氨酸残基自身磷酸化, 转变成成为 IRK。激活的 IR 引起铬-铁转运蛋白 (Cr-transferrin, Cr-Tf) 由血液向细胞流动, 导致铬与 apo-chromodulin (不含铬的 chromodulin, 不能结合 IR 或激活 IRK) 结合, 而 apo-chromodulin 具有极强的结合能力 ($K_f \approx 10^{20}$), 可以结合 4 个 Cr^{3+} 形成 holochromodulin, holochromodulin 与 IR 结合进一步激发 IRK 的活性。当血液中的葡萄糖浓度降低时, 胰岛素受体信号传导通路终止, holochromodulin 就从细胞中释放出来, 解除胰岛素效应。

3 铬的吸收转运模式

Mertz 认为, 铬具有很强的形成配位化合物的能力, 它很可能以低分子有机铬配合物的形式, 通过肠黏膜吸收入血。Chen 等在小鼠上的研究结果表明, 铬主要是在空肠中被吸收, 而十二指肠和回肠对铬的吸收相对较弱。无机铬在动物胃肠道中很难被吸收, 吸收率仅为 0.4%~3.0%; 而有机铬的吸收率远高于无机铬, 可达 10%~25%。铬被吸收以后, 主要经过肾小球滤过作用, 从尿液中排出, 也有一小部分铬通过毛发、汗腺和胆汁排泄。有报道指出: 在血液中, 铬与铁共同使用 β -球蛋白进行转运, 二者分占转移蛋白的不同位点, 随后被运送到肝脏和机体其他组织。Brock、Borguet 等的研究结果表明, 转铁蛋白 (transferrin, Tf) 可能是铬转

运过程中主要的生理因子。当血浆中胰岛素浓度增加时, 转铁蛋白受体 (transferrin-receptor, Tf-R) 在胰岛素敏感细胞中从小囊泡向细胞膜移动。Tf 携带 2 个金属离子 (含 1 个铬离子) 与受体结合, 并且通过入胞作用内陷, 在 ATP 驱动的 H^+ 泵作用下, 小囊泡内 pH 值降低, 伴随金属离子从 Tf 中释放, 导致铬从 Tf 中移出, 并生成 chromodulin。因此, 胰岛素水平升高将增加 Tf 转运, 包括结合铬的那部分 Tf 的转运, 以及铬从血液到胰岛素敏感细胞、最后到 chromodulin 的转运过程。

4 结语

虽然人们对铬的研究起步较晚, 但是从分子水平上评估铬的营养作用已取得了很大突破。在动物日粮中添加有机铬以后, 它通过各种不同的作用机制进入到细胞当中, 并最终被机体吸收利用, 但其中的某些生理、生化调节过程仍不清楚。由于人们对铬的重视不够, 在配制动物饲料时, 基本忽略了动物对铬的营养需要, 因而不同动物对铬的缺乏和需要量标准还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] Schwarz K, Mertz W. Chromium (III) and the glucose tolerance factor [J]. Archives of Biochemistry and Biophysics, 1959, 85:292-295.
- [2] Mertz W, Roginski E E, Schwarz K. Effect of trivalent chromium on glucose uptake by epididymal fat tissue of rats [J]. Journal of Biological Chemistry, 1961, 236 (2):318-322.
- [3] Steele N C, Althen T G, Frobish L T. Biological activity of glucose tolerance factor in swine[J]. Journal of Animal Science, 1977, 45:1341-1345.
- [4] Nielsen F H. Chromium [A]. In: Shils M E, Olson J A, Shike M, eds. in Modern Nutrition in Health and Disease. 8th ed. [C]. Philadelphia: Lea & Febiger, 1994, 264-268.
- [5] Yamamoto A, Wada O, Ono T. Isolation of a biologically active low-molecular-mass chromium compound from rabbit liver [J]. European Journal of Biochemistry, 1987, 165:627-631.
- [6] Vincent J B. The Biochemistry of Chromium[J]. Journal of Nutrition, 2000, 130:715-718.
- [7] Mertz W. Chromium occurrence and function in biological systems [J]. Physiological Reviews, 1969, 49:2.
- [8] Brock J H. Transferrins [A]. In: Harrison P M, ed. Metalloproteins[C]. London: MacMillan, 1985:183-262.
- [9] Borguet F, Cornelis R, Lameire N. Speciation of chromium in plasma and liver tissue of endstage renal failure patients on continuous ambulatory peritoneal dialysis [J]. Biological Trace Element Research, 1990, 26-27:449-460.