

# 酵母作为微量元素载体的研究及应用前景

李淑敏

(中国农业科学院饲料研究所 北京 100081)

关键词 酵母, 微量元素, 载体

分类号 Q939.9 文献标识码 C 文章编号 0253-2654(1999)-03-0220-222

微量元素是动物维持生命和发育的必需营养物质, 它们的重要营养功能早已被人们所认识。微量元素的缺乏会造成人及动物营养不良并诱发多种疾病<sup>[1,2]</sup>。矿物质微量元素一般以无机盐形态补充, 这种形式不利于动物吸收利用, 有些微量元素在加工、储存及运输过程中不稳定易于氧化并与食品及饲料中其它成分协同配伍性差。近年来, 不同来源的有机态微量元素逐渐被采用, 大量试验表明, 有机态微量元素较之无机态不仅利于动物吸收利用, 而且某些有机微量元素, 对增进动物健康, 提高饲料转化率及生产性能, 减少应激等方面均起很大作用<sup>[3-5]</sup>。螯合型氨基酸矿物质盐就是这类有机态微量元素的代表之一, 其稳定性及在动物营养中的有效性是无机盐添加剂所不可比拟的。这种产品国内外都有规模化生产, 但就目前看, 这种螯合盐成本较高, 制造工艺也不够完善, 广泛使用还有一定困难。近十几年来, 用微生物特别是用酵母为载体富集人及动物所必需的微量元素以求有机形态, 制造成本较低廉而富有多种营养的微量元素产品引起人们的关注。酵母菌具有富集多种微量元素的能力, 又是发酵工

业中最常用的菌种之一, 发酵工艺成熟, 生产周期短, 是目前作为微量元素载体可能性最大的菌种。用酵母富集微量元素铁、锌、硒、铬、锗等的研究已成热点课题。在研究富集发酵工艺的同时, 对其产品进行了多方面的动物试验和某些机理方面的研究, 取得了多项成果。一些微量元素载体酵母作为食品, 饲料添加剂及保健药品使用的产品相继问世。本文概述用酵母为载体富集多种微量元素的有关研究及应用前景概括如下:

## 1 国内外富集微量元素所用的主要酵母菌种

从目前看, 我国及世界不少发达国家, 如美国、法国、西德、芬兰、日本等多采用酿酒酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) 或葡萄汁酵母 (*S. uvarum*) 作为富集微量元素铁、锌、铬、硒等多种微量元素的载体。日本除采用上述菌种外, 还使用鲁氏酵母 (*S. rouxii*), 阿舒接合酵母 (*Zygosaccharomyces*), 汉逊酵母 (*Hansenula*) 属, 球拟酵母 (*Troulopsis*) 属, 有孢圆酵母

1998-03-31收稿, 1998-06-22修回

(*Torulasporea*)属,假丝酵母(*Candida*)属中的某些酵母菌种以及米曲霉(*Aspergillus oryzae*)和某些担子菌<sup>[5]</sup>。此外,我国也有不少院校及科研单位研究用食用菌如香菇、金针菇<sup>[7]</sup>富锌、用灵芝富硒<sup>[8]</sup>等方面的报道。

## 2 酵母富集不同微量元素的研究水平及应用研究情况

国外自70年代末相继研制出铁酵母、硒酵母、铬酵母、锗酵母等新产品。90年代日本的旭化成工业股份有限公司的商品硒酵母硒含量为1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上<sup>[9]</sup>,该公司的高铁酵母铁含量已达9000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上<sup>[10]</sup>,该产品主要添加到动物饲料,水产饵料或食品当中,成为人及动物使用方便的铁供给物。美国的富硒酵母也达到日本的水平。近年来匈牙利布达佩斯工业大学农业和化学系成功地研制了多种微量元素的酵母产品,其中硒酵母中的硒含量为1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上;锌酵母中的锌含量5000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上,铁酵母中的铁含量达10000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ,铜酵母中的铜含量500~1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 等。这些新酵母产品味道好,生物利用率高,易于分散,可做食品添加剂及医用<sup>[11]</sup>。在美国、法国、芬兰、西德等均有硒酵母作为食品添加剂及补充药物出售。

近10年来,美国对用啤酒酵母作为铬和硒的载体进行了深入的研究,投入了大量的人力及财力。认为铬酵母和硒酵母是当今世界用于动物生产的生物技术研究和发展的重点之一。美国Alltech公司几年来对本公

司研制的硒酵母和铬酵母进行了全世界范围的应用试验研究,取得了振奋人心的结果。硒酵母的研究证明,在改进牛、猪等的硒状况方面要比硒酸钠盐提高3~6倍<sup>[12]</sup>。在对反刍动物、非反刍动物及水产等应用研究表明硒酵母与硒酸钠盐相比,在提高动物繁殖能力,促进生产性能,改善畜产品质量,提高动物免疫性能等方面均很显著。对铬酵母在畜禽及水产广泛的应用试验表明,铬酵母在抗动物应激,提高机体免疫能力,提高饲料利用率和畜产品瘦肉比率方面效果均很明显。

我国用酵母为载体富集微量元素的研究始于80年代,研究的目的一般限于作为人的营养添加剂和医用。上海酵母厂和上海生物工程试验基地首先成功地研制了高铁酵母、锌酵母,并用高铁食用酵母对小鼠进行了喂养试验和托儿所135名18~36个月的小儿进行了3个月喂养观察,结论是:高铁食用酵母作为膳食铁补充物是预防小儿缺铁性贫血的有效措施。继而上海酵母厂又同上海交大、上海工大、上海中医学院气功研究所,上海肿瘤研究所等单位组成上海功能食品协作组,共同组织攻关,研制成防癌、防冠心病、克山病等的硒酵母。我国其它科研单位和院校最近在酵母富集微量元素的研究方面也做了大量工作,见表1。

## 3 酵母富集微量元素存在形态的研究

目前国内外有关用酵母富集各种微量元素的结合形态方面的研究甚少。美国的富铬、富硒酵母的研究曾

表1 国内部分院校及科研单位用酵母为载体富集微量元素情况

单位	富集类别	含量	规模	动物试验
上海功能食品及 食疗研究协作组	铁酵母			小儿喂养观察试验
	锌酵母			
	硒酵母	800 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上		
北大生物系	谷氨酸废液发酵	4500 $\mu\text{g}/\text{mL}$	30L罐	大量动物试验
	高锌酵母			
	硒酵母			
辽宁微生物所	铁酵母	5260 $\mu\text{g}/\text{mL}$	摇瓶	
	锌酵母	5881 $\mu\text{g}/\text{mL}$	摇瓶	
黑龙江商学院	铁酵母	2650 $\mu\text{g}/\text{mL}$	摇瓶	大鼠表现消化率与无机 铁盐相比为31.22:11.31
	钙酵母	7000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上	摇瓶	
贵阳中医学院	锌酵母	4000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上	摇瓶	小鼠急性毒性试验
中科院高能物理所	硒酵母	1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 以上	1L罐	
农业部新兽药 工程重点实验室	锌酵母	15000 $\mu\text{g}/\text{mL}$	摇瓶	

简要地报道过其存在的形态。据报道硒在适当的培养条件下,可进入一系列蛋白质,包括硒蛋氨酸和硒胱氨酸,在这些氨基酸中,硒取代了硫。在硒酵母中所含的硒有40%~55%以硒氨基酸的形式存在,而铬在酵母细胞中也可进入一系列蛋白质。以上所述与Prinz1975年报道一致。Prinz证实了酿酒酵母细胞中含有低分子的富含半胱氨酸的蛋白质—金属硫蛋白。Christie NT 1980年也发现很多生物体内都含有这种金属硫蛋白,其主要功能是储备,调节或解毒细胞的金属离子。也有证明某些微量元素(例如锌酵母中的锌)为酵母细胞壁多糖强烈络合无机盐而形成的多糖络合物<sup>[13,14]</sup>。

#### 4 应用前景

据我国营养学会发表的资料表明,人体必需微量元素中的硒、铁、锌、碘等在我国均较缺乏,长期摄入量不足。我国有相当一部分地区缺硒,尤其是黑龙江地区,表现出急性缺硒而引起的克山病。我国儿童缺铁、缺锌现象严重,缺铁性贫血也是遍及全球的营养缺乏症,特别是发展中国家。服用硫酸亚铁、乳酸亚铁、硫酸锌等吸收性不好,而且引起胃肠不适等。那些以强化铁为目的的营养强化剂仍有利用率低、对食品产生不良风味等优点。矿物质微量元素预混剂,也是配合饲料的核心之一,是国内生产量较大使用较普遍的饲料添加剂。

长期以来,一些人用微量元素补剂及饲用微量元素添加剂大部分以无机盐的形式存在,其稳定性不好,容易与饲料中的草酸、植酸、氧化物、维生素等发生各种反应,变成不被吸收的形态,利用率低<sup>[15]</sup>。硫酸亚铁更是难以解决仔猪缺铁性贫血的问题。

多种食用酵母均可成为富集微量元素的良好载体。酵母菌是对发酵工业最有贡献的菌种之一,也是最老的单细胞蛋白来源,是传统的发酵剂。酵母作为微量元素的载体不仅能提供人及动物必需且利于吸收的矿物质营养素,而且富含丰富而全面的其它营养。酵母菌安全无毒,发酵周期短,细胞产量高,工艺成熟,其培养

基可用农副产品来源的基质,这样生产成本会更低。以酵母为载体的微量元素具有稳定性好、抗干扰、与食品及饲料中其它成分协同配合性好,并具有良好风味等优点。此项技术国外已应用于生产,这是一项有关微量元素营养换代的研究。此项研究必将带动动物营养、饲料工业、应用基础和预混工艺等一系列技术的发展。我国研究的单位虽然不少,也展示了光明的前景。但就目前看多停留于实验室小试阶段,应用机理方面的研究更少。要使这些科研成果应用于工业化生产,除在菌种选育,发酵工艺的完善方面做大量工作外,广泛的应用试验是急待进行的工作。目前世界发展国家对食用酵母作为保健药品及强化营养食品添加剂和饲料添加剂都非常重视,我国的酵母工业新产品的数量有限,品种单一,扩大酵母研究和应用领域更应受到有关方面的重视,因为这是一件造福于我国人民的好事情。

#### 参 考 文 献

- [1] Rober E. Nutrition Review, 1986, 44:300.
- [2] Salonen J T, Huttunen J K. Ann Clin Res, 1986, 18: 20.
- [3] Madoson F C. Feedstuff, 1989, April, 13~16.
- [4] Spears J W. Animal Feed. Sci. Tech., 1996, 58: 151~163.
- [5] 陈厚基. 饲料营养杂志, 1996, 12: 4~15.
- [6] 唐川卓郎. 日本公开特许公报, 1979, 54~2396.
- [7] 莫宝庆, 马凤楼. 营养学报, 1990, 12(4): 378~382.
- [8] 谢必峰, 林玉林, 施巧琴等. 食品与发酵工业, 1996, 4: 54~57.
- [9] 陈厚基. 饲料营养杂志, 1996, 12: 4~15.
- [10] 中岛, 日本特开平, 1993, 15~176758.
- [11] Hegoczki J. Devent Bio. Abs. 1995, 14(16):77.
- [12] Lyons T P. 饲料营养杂志, 1995, 12: 37~52.
- [13] 石玉城, 张之申, 郭锡勇. 中国医药工业杂志, 1993, 24(12): 534~537.
- [14] 胡振英, 宋中枢, 邓卫斌等. 中兽医医药杂志, 1997, 6: 14~16.
- [15] 庄健隆. 饲料营养杂志, 1996, 8: 63~68.