

酵母深加工产品及其在水产饲料中的应用（上）

朱志明 朱旺明 崔祥东 蓝汉斌
(广州市信豚水产技术有限公司 广州 510640)

酵母是一类单细胞真核微生物的统称，酵母细胞宽约1~5 μm，长约5~30 μm，细胞形态因种而异，常见的有球形、卵形和圆筒形，某些酵母因种属或生长期差异，还呈现出高度特异性的细胞形状，如柠檬形或尖形等。截止到1998年，已描述的酵母菌达到95属，723种，目前荷兰微生物菌种保藏中心保藏的酵母菌有900种，而文献报道称不完全统计的酵母菌种类超过1,500种，其中最常见的是酵母属(*Saccharomyces*)，包括酿酒酵母(*S. cerevisiae*)和葡萄酒酵母(*S. uvarum*)等种类。

啤酒酵母属于酿酒酵母的不同品种，是啤酒生产上常用的发酵酵母，其细胞结构包括细胞壁、细胞膜、细胞核、一个或多个液泡、线粒体、核糖体、内质网、微体、微丝、内含物等，此外还有出芽痕和诞生痕(图1)。

啤酒酵母细胞含有丰富的营养物质，其中蛋白质含量可达酵母干物质含量的45%~55%，且富含人体所必需的8种氨基酸。脂肪含量约为1%~2%，而功能性多糖含量则高达40%~50%。啤酒酵母中的维生素和矿物质含量十分丰富，富含硫胺素、核黄素、泛酸、胆碱、烟酰胺、生物素和叶酸等B族维生素，且多以磷酸酯形式存在，易被动物体吸收利用。啤酒酵母中还含有磷、铁、钙、钠、钾、镁、铜、锌、锰、钴、硒和铬等众多的微量元素，在调节动物体生理机能方面发挥重要作用。

此外，啤酒酵母作为优良的发酵菌种，其细胞内还具有发达的酶系统和丰富的生理活性物质，能够分泌产生蔗糖酶、麦芽糖酶、乳糖酶、蛋白酶、脂肪酶、磷酸酶、脱羧酶、脱氢酶、氧化还原酶等等丰富的生物酶，以及辅酶A、辅酶Q、辅酶I、细胞色素C、凝血质、谷胱甘肽等生理活性物质，目前利用废啤酒酵母提取具有生物活性的功能物质已逐渐成为研究的热点。

1 酵母深加工产品简介

20世纪70年代，我国曾集中进行饲料酵母的研发，但因技术制约、资源受限和成本过高而中断。20世纪末期，随着啤酒产量日趋扩大，我国在利用啤酒副产物生产饲料酵母方面也积累了很多宝贵经验，并逐渐形成规模生产。但是直到最近10年，啤酒酵母作为营养丰富、无毒、无残留和无抗药性的饲料添加剂(原料)，其在饲用方面的价值才引起广泛关注，国内饲用酵母的开发利用才真正走上快速发展的道路。

影响酵母深度开发利用的难点之一，就在于酵母细胞膜外有一层坚韧、不被胃肠道消化酶所消化的细胞壁。酵母细胞壁厚度约为0.1~0.3 μm，重量占细胞干重的18%~30%，主要由β-葡聚糖和甘露聚糖组成，含少量的蛋白质、脂肪、几丁质和矿物质，β-葡聚糖和甘露聚糖含量相近，共



图1 酿酒酵母菌扫描电镜和透射电镜照片(Masako O, 1998)

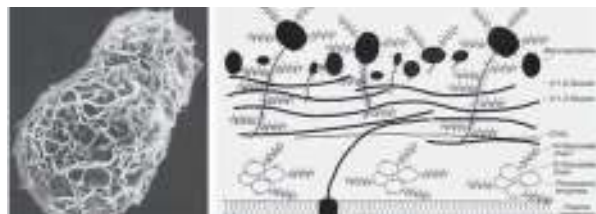


图2 由β-1,3-葡聚糖和β-1,6-葡聚糖组成的酵母细胞壁微网状结构(左);酵母细胞壁结构示意图(右)

占细胞壁干重的80%~90%左右。其中β-葡聚糖主要成分为β-1,3-葡聚糖主链及少量β-1,6-葡聚糖残基或分支，而维持酵母细胞形状和坚韧性的则是位于细胞壁内层由β-1,3-葡聚糖及若干β-1,6-葡聚糖组成的微网状结构(图2)。

酵母深加工产品，目的就是利用生物复合酶或其它方法来破除坚韧的酵母细胞壁，使营养丰富的胞内物质如蛋白质、核酸等充分释放出来，并在生物酶的作用下进一步将大分子有机物质降解成更易消化吸收的氨基酸、小肽、核苷酸等物质，提高营养物质在动物体肠道内的消化吸收效率。同时，酵母细胞壁中的功能性多糖即β-葡聚糖和甘露寡糖也被释放出来，在进入胃肠道之后发挥相应的维护肠道、增强免疫的作用。

2 酵母深加工产品在水产饲料中的应用

啤酒酵母细胞经过深加工之后，营养物质得以充分释放，因此利用价值也大大提升。根据酵母酶解破壁后是否进行细胞壁和核苷酸的分离，可以简单的将酵母深加工产品分为三类：

1.酵母细胞壁：是酵母细胞酶解破壁之后，进一步将细胞壁和内容物进行分离而获得的细胞壁及其多糖成分，主要成分为β-葡聚糖和甘露寡糖等，一般来源于酵母抽提物的副产物；

2.酵母核苷酸：酵母细胞破壁之后，进一步将其胞内的核酸降解为小分子的核苷酸，主要成分为5' CMP、5' AMP和5' UMP，5' IMP和5' GMP含量也较为丰富，其抽提纯化之后一般用于食品、医药等行业；

3.酵母膏：酵母膏是全营养的酵母深加工产品，其最大的特点是酵母细胞在酶解破壁之后，不进行细胞壁多糖和核苷酸的分离，而是直接低温浓缩成膏状物质，因而几乎保留了酵母全部的营养物质。(未完待续)