

饲料生产的质量管理方法及试验参数

对动物生产性能的影响（4）水稳定度指标

程宗佳（美国大豆协会国际项目 北京办事处）

水产饲料颗粒的水稳定度指标（Water Stability Index, WSI）现已用于虾饲料的质量管理。因为虾是缓慢而间歇取食的，所以要求虾饲料物理性质稳定，粘合牢固，能在水中停留不散的时间比大多数鱼饲料更长。高度耐水饲料能减少养分流失并使颗粒保持合格的物理状态，从而减少水污染并改进饲料转化率

（Meyers 等，1972）。为使虾饲料能在水中停留数小时，必须让饲料原料牢固粘合。通常使用的粘合剂诸如膨润土、羧甲基纤维、纤维素衍生物、二十四磺酸盐，以改善用于家畜和鱼的颗粒饲料质量，但都不足以获得 WSI 合格的虾颗粒饲料（Akiyama 等，1992），而且对于虾都没有营养价值。全麦粉、小麦粉和小麦面筋是良好的粘合剂，而且确能给虾提供养分。

除了粘合剂，另外还有一些因素能影响虾饲料的 WSI，包括原料特性如粒度和淀粉、脂类及液体含量，加工条件如在搅拌机内的物料水分、搅拌时间、搅拌均匀度、加工水温和时间、制粒和烘干的温度和时间，制粒机配置如模孔尺寸和环模厚度，供水情况如水流速度、水温、水中气流速度以及水的卫生状况，虾的数量以及饲料浸水的时间长短等。

早期 Wood 等（1954）研究鳟鱼和鲤鱼饲料时，涉及改善颗粒 WSI 的方法。他们的工作以及 Combs 和 Burrows（1958）的研究都考查过胍尔豆胶和羧甲基纤维的粘合性能。Hepher（1969）研究过小麦面筋的粘合性。先后多人研究过水产饲料浸泡过程中各种养分的丢失，如维生素（Goldblatt 等，1978, 1980; Slinger 等，1978）、氨基酸（Yamada 和 Yone, 1985）、矿物质（Goldblatt 等，1978）、干物质（Forster, 1972; Balazs 等，1973; Farmanfarmaian 等，1982; Taechanuruk 和 Stickney, 1982; Hashim 和 Saat, 1992）以及蛋白、灰分、脂类和碳水化合物（Cuzon 等，1982）。这些研究都对改善水产饲料的 WSI 作出了重要贡献。

附录 C 描述了一个测试 WSI 指标的简单方法。程宗佳等（2001a; 2002a）应用这个方法研究得出制作虾颗粒饲料的最佳水分、加工水温和浸水时间对 WSI 的影响。他们还用实验室绞肉机制作了用于研究的最佳 WSI 虾颗粒饲料（程宗佳等，2002b, 2002c）。Bortone 等（1995a）证实，颗粒的 WSI 与下列指标呈正相关，即 FCR ($r=0.88$, $P<0.01$)，淀粉糊化度 ($r=0.88$, $P<0.05$)，白对虾（*Penaeus vannamei*）的增重 ($r=0.82$, $P<0.05$)。Bortone 等（1995b）进一步得出，颗粒 WSI 与 FCR 呈正相关 ($r=0.74$, $P=0.02$)，与淀粉糊化度呈正相关 ($r=0.86$, $P=0.002$)。美国夏威夷海洋研究所建立了一个测定虾颗粒饲料的 WSI 的修订方法。用该方法测定虾颗粒饲料的 WSI 的装置见图 17。



图 17 一种测试虾饲料颗粒水稳定度指标的修改装置

附录 C：水稳定度指标（WSI）的测定(程宗佳等，2002)

1 2g 颗粒饲料放进 U. S. #12 不锈钢圆筒测试篮（直径 5cm，高 1.5cm）中，加盖以防滤浸时试样外溢。

2 3 份颗粒饲料重复样品分别放进 52L 养鱼缸中，在下列水质参数和近似养殖水流条件下分别滤浸 1h、2h、4h（水含盐度 34 ppt（万亿分之 34），水温 26° C，气流 180L/h，水流 52L/h）。

3 滤浸后，将测试篮仔细地浸到蒸馏水中 3 次以除盐，去掉盖子，将滤浸后的颗粒放烘箱内按预定温度和时间（135° C，4h）烘干。最初的颗粒（未滤浸）按 AOAC 标准方法（AOAC，1990）在 135° C 烘干 2h。

4 计算滤浸颗粒和最初颗粒的干物重。水稳定度指标为滤浸颗粒干物重与最初颗粒干物重之比乘 100。

（未完待续，参考文献 56 篇，略，可向作者函索）