

文章编号: 0529-6579 (2000) S-0054-05

对虾配合颗粒饲料水中稳定性的探讨^{*}

李兆新, 李晓川

(中国水产科学院黄海水产研究所, 青岛 266071)

摘 要: 水中稳定性是对虾配合颗粒饲料的一个重要指标. 结合作者近 10 年来的研究工作, 综合分析了这方面的研究成果, 阐述了对虾配合颗粒饲料水中稳定性的概念及其重要性; 分析了影响颗粒饲料水中稳定性的内外因素; 深入探讨了各种测试方法的优缺点; 并提出了今后的研究方向.

关键词: 对虾配合颗粒饲料; 稳定性

中图分类号: S963.72 **文献标识码:** A

1 对虾配合颗粒饲料水中稳定性的概念及其重要意义

“对虾配合颗粒饲料水中稳定性”的定义是对虾配合颗粒饲料在水中浸泡一定时间后, 保持组成成份不被溶解和不散失的性能. 一般以一定时间内饲料在水中的散失量与饲料质量之比的百分数表示 (即散失率). 也可用饲料在水中不溃散的最小时间表示. 这里须注意以下几点: ①就目前国内养殖现状, 对虾主要指中国对虾、罗氏沼虾、日本对虾; ②饲料一般指人工配合的颗粒饲料, 即将各种原料按一定的工序成形造颗而成的饲料, 不包括天然饲料, 也不包括粉状饲料; ③稳定性是几项指标的综合性概念, 它概括了饲料在水中的保形性、不溶性, 不溃散性; ④这一术语充分考虑到虾饲料的投喂特点和虾的摄食特点. 饲料投入水中后, 首先遇到水流的冲击和水的浸泡, 所以饲料能否继续保持完整十分重要. 其次, 虾具有抱食性, 如果饲料经不住虾的抱取, 那么虾就无法进食; 再次, 虾具有间歇性摄食的特点, 超过一定时间虾就不再摄食. 另外对虾颗粒饲料“水中稳定性”的指标也是水产饲料与畜禽饲料最显著的区别之一. 虽然畜禽也有颗粒型饲料, 但畜禽饲料仅需研究营养的科学合理性, 而不必考虑营养成份在水中的溶失性及由此引起的营养失衡等问题.

对虾配合颗粒饲料的开发和生产是水产养殖业实现“优质、高产、高效”的关键之一. 对虾配合颗粒饲料可以提供较全面的营养成分, 可以充分利用饲料资源, 充分保护养殖环境. 因而随着近十几年来养殖业的迅速发展, 对虾颗粒饲料得到广泛的应用. 我国有渔用饲料厂数百家, 年产约 100 万 t. 但由于对虾配合颗粒饲料的使用环境是水体 (海水

^{*} 收稿日期: 1999-09-15

或淡水), 易在水中发生溶解、溶胀、粉化等现象^[1,2]。据试验, 颗粒饲料在水中浸泡的稳定性不足 30 min 时, 饲料在水中的损失率可达 40% 以上^[3], 近几年对虾大规模流行性疾病的发生, 除养殖密度过高、对虾种质退化等方面的原因外, 另一重要原因是由于长期大量使用稳定性差的配合颗粒饲料, 这不但造成饲料沉积浪费, 而且会使水质富营养化, 导致细菌滋生, 藻类大量繁殖, 在高温季节水质严重恶化, 对虾抗病能力下降。这一问题已引起养殖专家的高度重视, 所以对虾配合颗粒饲料在水中的稳定性是关系到饲料营养效价和养殖成败的关键因素, 是衡量配合颗粒饲料品质优劣的重要指标^[4,5]。

2 影响对虾配合颗粒饲料水中稳定性的因素

对虾配合颗粒饲料水中稳定性的影响因素包括 2 个方面^[6]: ①饲料自身的质量, 亦可称为内在质量因素; ②饲料投放的养殖水体, 亦可称为外在环境因素。

饲料自身质量主要决定于生产原料、生产工艺和粘合剂。

(1) 生产原料指按一定配方要求提供蛋白质、脂肪、纤维素等营养成分的物质, 常用的有鱼粉、肉骨粉、麸皮、大豆、玉米、米糠等。原料分子之间具有一定的相互作用, 主要表现为化学成键和分子间的范德华力。因此在选原料和添加剂时必须充分考虑原料间有无结抗及不良化学反应。应控制米糠、麸皮、骨粉等的用量比例, 以免颗粒过于松散。应控制原料 pH (5.0~8.5), 应保证原料新鲜无变质。如用酸败的鱼粉加工对虾饲料, 饲料水中稳定性必定较差。

(2) 生产工艺包括粉碎、搅拌、混匀、熟化、造粒、包膜、干燥等过程。它对提高饲料水中稳定性具有决定性作用^①。原料粉碎粒度越细, 原料分子间接触越紧密, 原料与粘合剂反应越充分, 不同原料越易混匀, 从而可减轻不同原料分子溶胀程度差异造成的分散效应。搅拌是将原料充分混匀的过程, 分为干粉搅拌和加入添加剂、粘合剂、水后的搅拌。混合均匀度最好达到 10^{-5} 以上。搅拌越均匀营养成分分布越均匀, 营养越均衡, 原料分子间的作用力越大, 粘合剂发挥的作用越大, 饲料水中稳定性越高。熟化是饲料生产的关键环节, 熟化必须掌握适宜的温度和时间。饲料熟化后可提高粘度, 利于饲料分子间的牢固结合。但熟化过度又会造成饲料成分变性, 营养损失, 同时亦会使原料分子间相互作用的键断裂, 结合力下降, 颗粒饲料水中稳定性降低。所以最好选用蒸汽方式快速高温熟化。造粒是原料均质熟化后的成形过程, 造粒机主要有螺杆型、平膜型和环膜型 3 种。所造颗粒表面应光洁、牢固, 颗粒断面亦不宜粗糙。这样可以减少饲料颗粒与水的接触面积, 使饲料颗粒更抗水波的冲击。一般而论, 在相同条件下采用螺杆型造粒, 饲料水中稳定性较好。包膜, 一些先进的颗粒饲料加工厂在造粒后, 又在颗粒表面喷一层很薄的可成膜材料 (如褐藻酸钙), 该材料不影响饲料的适口性和易利用程度, 但可以有效地提高饲料水中稳定性。干燥是将成型后的饲料烘干控制水分含量的过程。温度越高饲料表层的淀粉越易于 α 化, 表面粘性越大, 饲料水中稳定性越好。

(3) 粘合剂是具有将各种不同原料粘合在一起作用的特殊物质, 也是影响饲料水中稳定性的关键物质。一般为大分子聚合物, 现在常用的粘合剂有鲜鱼浆、骨胶、琼脂、聚乙烯醇、面粉、 α 淀粉、大豆蛋白胶、豆浆、羟甲基纤维素、褐藻胶等^[3,4]。在工业化大生

① 李晓川, 等. 对虾配合颗粒饲料水中稳定性检测技术的研究. 1995.

产中, 由于 α 淀粉易于控制, 所以被大量使用. 在中、小型养殖场自制饲料时, 由于鲜鱼浆既有很好的营养和诱食效果, 又有较好的粘性, 所以被普遍采用. 粘合剂的选择原则是用量少、粘性好、无毒无害, 它的使用不影响加工工艺, 不降低饲料的适口性等.

至今尚没有关于养殖环境(水温、水深、盐度、水流、潮汐等)影响饲料水中稳定性的全面报道. 作者曾对影响颗粒饲料水中稳定性的外因进行过粗略的分析. 即水温升高, 分子运动加剧, 水分子对饲料作用速度加快, 水中稳定性下降; 盐度增大, 由于水中离子强度增大, 水分子的渗透力增强, 水中稳定性下降; 饲料颗粒的崩解实验表明, 水流的冲击会使饲料水中稳定性下降.

3 对虾配合颗粒饲料水中稳定性的评价及测试方法

对虾配合颗粒饲料水中稳定性的测试方法通常有感官法^{[3]②}、干燥称质法^[5, 7, 8]、COD法^[9]、光度法^[10]等.

感官法是一种常用的简便方法. 可以帮助生产者或使用者做出简单的直观的判定. 该法曾做为1990和1992年农业部对虾配和颗粒饲料优质产品的评比标准. 可见具有较大的实用价值. 具体为, 加400 mL水于500 mL烧杯中, 放入10 g颗粒完整的饲料样品, 每隔30 min观察并拨动一次饲料颗粒, 至2 h为止. 按下列项目打分, 每项满分10分, 共40分. 得分越高的表明其水中稳定性越好. 其中, 水色(溶失率): 浸泡液色越深表示溶失物质越多; 外形(保形性): 颗粒外形是否完整; 粉化(散失率): 水中散失的颗粒多少; 镊取(可摄取率): 用镊子轻轻夹取, 观察颗粒是否断裂. 感官法从上述4个方面综合判断饲料的水中稳定性, 具有全面系统的特点, 但也存在很大局限性. 方法中专家的主观性很大, 由于不同的专家具备的判断经验不同, 评比结果会相差甚远.

COD法, 该法主要从颗粒饲料中有机成分的溶失和散失两方面考虑, 在原理上具有一定创新和可取之处, 但该法测试复杂, 且没有综合考虑无机盐的溶失和颗粒形态方面的变化, 因此有待于进一步探讨.

光度法, 该方法为一种快速测试方法. 因为饲料在水中浸泡会有色素和其它水溶性营养成分溶出, 也会有固体微颗粒散失, 浊度可以较准确地同时反映出这两者的特征, 因此, 可以用一定量颗粒饲料在水中浸泡后溶液的浊度与等量颗粒饲料全部溃散于水中的浊度之比做为颗粒饲料水中稳定性的表征, 为了加快测试速度, 提高测试效率, 该方法采用了崩解方式模拟颗粒饲料在水中受水流的冲击, 以加快颗粒饲料在水中溃散. 依据该方法原理, 已设计出专门的测试仪器, 仪器测试结果与其他方法所测结果具有较好的对应性关系.

干燥称质法, 该方法已引入《中国对虾配合饲料》标准(SC2002-94). 标准规定, 准确称取对虾饲料10 g放入网框中(孔径0.85 mm, 高6.5 cm, 直径6.5 cm, 呈圆桶形), 网框置于盛有海水容器中, 海水深5.5 cm, 水温控制在25~28℃, 盐度为20‰~30‰(也可以用2.5%~2.8% NaCl溶液代替). 待浸泡2 h时, 把网框从容器底部至水面上下提动3次, 下沉时使饲料颗粒离开网框底面, 然后取出网框. 把网框内饲料置105℃烘箱烘干至恒重, 另取未浸泡的饲料测定其水分. 配合颗粒饲料的水中稳定性以散失率 S 表

②. 农业部. 对虾配合饲料优质产品评比标准. 1992

示

$$S = \frac{g(1-x)-w}{g(1-x)} \times 100 = 1 - \frac{w}{g(1-x)} \times 100$$

(1)

式中， g 为称取的饲料质量； w 为烘干后网框内饲料质量； x 为饲料水分百分含量。

在某些方法的测定过程中，规定不采用上下提动的方式，而用气泡鼓动的方法方式来模拟水流对饲料的冲击。即将一根导气管插入容器底部，每秒鼓气泡 1 个，2 h 后将网框取出。该方法是一常规方法，多个省市的地方标准及行业标准已经采用，具有一定实用价值。但方法是也存在严重的缺陷和错误。第一，测量时间较长，工作效率低下。需要已知或测量样品的水分，需对浸水后的颗粒进行干燥恒质量，一个样品的测定至少需要 6 h；第二，无论提升还是鼓气均不宜严格控制。重复测定时，结果存在较大偏差；第三，散失率只能反应物质数量的变化，没有反应出营养成分及形态的变化。因为水溶性维生素等营养成分所占饲料比例很少，尤其是当水溶性维生素等物质大量流失而造成营养比例失衡时，重量法的测试结果却不能有效反映出来。存在只重视物质数量，不重视营养的倾向；第四，由于近年来仔虾饲料的发展，出现微囊、微颗粒饲料，饲料粒径在 0.1 mm 以下，而《中国对虾配合饲料》标准中规定测量用网框孔径就为 0.85 mm，对于粒径小于 0.85 mm 的配合颗粒饲料，该测量方法显然无效；第五，该方法计算公式中存在严重的概念错误。式中 w 为网框中剩余的颗粒饲料质量（干质量），这一质量并非真正意义上的颗粒饲料在水中溃散后所剩余的纯饲料的质量（ w' ）。因为所用水为海水或浓度为 2.5%~2.8% 的 NaCl 溶液。浸泡后，饲料吸水膨胀，烘干后，饲料水分（包括吸收的海水和饲料自身含有的水）蒸发，但盐分却留在饲料中。因此 w 要比 w' 大。取极限情况就会更加清楚，假如颗粒饲料稳定性极好，在水中不散失，散失率应为 0%。由于泡水饲料经烘干后附有盐分，所以 $w > w'$ ， $g(1-x) = w'$ ，那么散失率测试结果必定是负数，而不是 0。而且这一误差随着饲料在水中稳定性的降低而减少。所以（1）式应为

$$S = 1 - \frac{w(1-kp)}{g(1-x)} \times 100$$

(2)

式中， g 为称取的饲料质量； w 为烘干后网框内饲料质量； x 为饲料水分质量百分含量； k 为吸水率； p 为浸泡液的盐度。

对于不同散失水平，误差校正如表 1 所示。

表 1 对虾配合颗粒饲料水中稳定性理论值与实测值校正表

理论散失量/g	0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
理论散失率/%	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
实测网框中 存留量/g	10.18	9.671	9.162	8.144	7.126	6.108	5.090	4.072	3.048	2.036	1.018	0
实测散失率/%	-1.8	3.29	8.38	18.56	28.38	38.92	49.10	59.28	69.52	79.64	89.82	100

对虾配合颗粒饲料水中稳定性的综合评价方法，由于对虾配合颗粒饲料水中稳定性是一个综合指标，分析上述几种测定方法的优劣，作者建议采用多项参数表达。如以光度法评价对虾颗粒饲料可溶性物质的溶失状况，以干燥称重法评价对虾颗粒饲料物质质量的溃散程度，或者将二项指标加权后合为一项指标，就能更全面、更准确地表达颗粒饲料在水

中的稳定性, 因此值得深入研究.

由以上综述可见, 我国目前关于对虾配合颗粒饲料水中稳定性的研究尚存在很多问题. 集中表现在概念混乱、测试方法不准确、标准不健全等方面. 技术的落后必然导致行业管理不严格, 如水中稳定性下降 1%, 以全国每年对虾饲料产量约 100 万吨, 产值 30 亿元计, 那么每年就要增加直接损失 1 万吨, 折合 3 000 万元. 而由此造成的环境污染、水质败坏、养殖失败等间接经济损失就无法估量. 前几年大规模对虾流行性疾病暴发, 养殖池废弃, 对虾养殖业经济滑坡已为我们敲响了警钟. 虽然近来对虾养殖业及饲料加工行业情形有所好转, 但加强行业管理, 提高饲料加工技术水平, 提高饲料水中稳定性, 降低浪费, 保护水质, 已成为一个重要课题.

参考文献:

- [1] 陈四清, 等. 中国对虾配合饵料入水后营养成分的流失及其对水环境的影响[J]. 中国水产科学, 1995, 2(4): 40~47.
- [2] 邓日清. 减少水产饲料对水环境的冲击[J]. 养鱼世界, 1992, 6: 76~80.
- [3] 朱伯清, 等. 鱼虾饵料粘合剂的研究[J]. 饲料工业, 1990, 11(1): 9~11.
- [4] 刘兴海, 等. 鱼虾饵料的粘合剂机理及影响饵料在水中稳定性的因素[J]. 饲料工业, 1991, 12(2): 24~26.
- [5] 翟毓秀, 等. 对虾饲料水中稳定性测定方法的研究[J]. 海洋与湖沼通报, 1997(1): 54~57.
- [6] 陈欣欣. 对虾饲料生产中褐藻酸钠胶化的影响因素及控制条件[J]. 饲料工业, 1991, 12(3): 27~29.
- [7] 梁萌青, 等. 对虾配合饲料中稳定性测试方法的研究[J]. 齐鲁渔业, 1991(6).
- [8] 谷文英. 提高对虾饵料耐水性研究报告[J]. 饲料工业, 1988(2): 6~8.
- [9] 陈四清, 等. 用 COD 法快速检测水产饲料的水中稳定性[J]. 饲料工业, 1993(9).
- [10] 李晓川, 等. 渔用饲料水中稳定性快速测试技术的研究[J]. 中国水产科学, 1998, 15(1): 118~122.