

研究简报

渔用饲料水中稳定性快速测试技术的研究\*  
STUDIES ON A SIMPLE METHODS USED IN TESTING  
THE STABILITY OF FORMULATED FEEDS IN WATER

李晓川 李照新 翟毓秀 陈远惠 陈四清

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

Li Xiaochuan Li Zhaoxin Zhai Yuxiu Chen Yuanhui Chen Siqing

(Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Science, Qingdao 266071)

关键词 渔用饲料, 水中稳定性, 快速测试技术

KEY WORDS Fishery feed, Stability in water, Rapid testing technology

渔用配合饲料有提供全价营养、合理利用饲料资源、保护养殖环境的优点,是水产养殖业大力推广的产品。由于渔用饲料是在水环境中使用,所以饲料的“水中稳定性”是其重要的质量指标。“水中稳定性”这一术语的定义是:配合颗粒饲料在水中浸泡后,保持其组成成分不溶解和不溃散的性能。一般以饲料于水中的散失量与饲料样品质量之比来表示。稳定性差的饲料颗粒在水中浸泡后溃散,营养成分散失<sup>[2]</sup>,鱼虾难以摄食,降低了饲料利用率,还严重污染了养殖环境的水质和底质。这一重要指标的测试技术国际上一般采用感官法,即将鱼虾饲料在水中浸泡一定时间后,凭经验判断其水中耐泡及物质散失的情况。这种方法具有很大局限性,主观性很大,尤其是在进行多种饲料样品的对比时,不同具有这方面判定经验的专家之间的差异较大。我国80年代后期有人提出对虾配合饲料水中稳定性的测试采用气泡鼓动或反冲模拟饲料颗粒在水中的状态,浸泡一定时间后再干燥称重的方法<sup>[3,4]</sup>,但该方法费时较长(6h),吹气泡的速度不易控制,使数据的重现性及精确性较差。因此,在实际工作中人们一直仍沿用感官法,并进一步对感官法进行了量化,即将饲料在水中浸泡后性状分解为4个指标,每个指标满分为10分,根据不同情况给出分数<sup>[1]</sup>。90年代渔用饲料的历次国家优质产品、部优质产品及第一、第二届农业博览会优质产品的评定工作均采用此法。而国内权威人士感到此方法的主观性仍太大,而且费时、费力,要多个专家共同判定。在此基础上,本文研究了饲料颗粒在水中的溶解、散失及对水质各因素的影响,并进行了多方面比较和测试,从而建立了较先进的渔用饲料水中稳定性的快速测试技术。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验材料

取福建、山东省不同企业的对虾配合饲料(成虾用),原料粒径为40-60目,粒长0.2-0.4cm,分别编为

收稿日期:1996-12-17。

\* 国家“八五”科技攻关专题85-016-04-01。

1)1990,1992。农业部对虾配合饲料优质产品评比标准。

1、2、3、4、5、6号。7号为作者自制样品。贮于密封的磨口玻璃瓶中,置阴凉干燥处。

## 1.2 实验用仪器

1.2.1 紫外/可见分光光度计 日本、岛津 UV-265 型。

1.2.2 渔用饲料水中稳定性测试仪 自己研制见图 1。仪器应用光纤传感器采集搅动状态下样品浸泡液的吸光度信号,信号经光电转换,再进行 A/D 转换,采用单片机进行数据运算,以数字方式显示,以饲料颗粒在水中浸泡 20min 后其浸泡液的吸光度与其全部溃散后浸泡液吸光度的比值表示饲料水中稳定性。

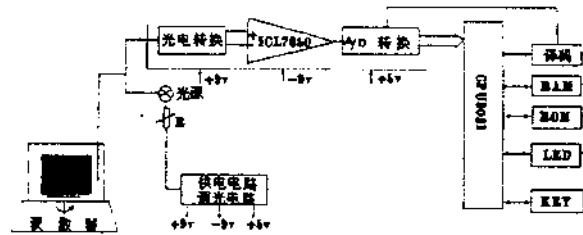


图 1 水中稳定性测试仪整机结构框图

Fig.1 The structure of feed stability testing instrument

## 1.3 测试方法

1.3.1 饲料浸泡液光学特性测试方法 将 1g 饲料样品浸泡于 400ml 蒸馏水中,水温 25℃,以 UV-265 型紫外/可见分光光度计分别测其浸泡 5、20、30min 后的浸泡液吸收光谱。

1.3.2 饲料浸泡液吸光度与饲料量相互关系的测定方法 用研钵将饲料样品研碎(粒度 $\leq 0.1$ cm)。按 0.1g 的间隔由 0.1g 到 0.8g 称取研碎样品 8 份(精确至 0.001g),取 8 只 500ml 标准型烧杯,分别加入 400ml 蒸馏水,然后向每只烧杯中分别加入定量饲料样品以磁力搅拌器搅拌,以渔用饲料水中稳定性测试仪测定浸泡 20min 后的吸光度,以蒸馏水为标准调整仪器零点。

1.3.3 饲料水中稳定性感官测试方法 感官检验<sup>[3]</sup>:加 400ml 水于烧杯中,再放入 10g 样品,每隔 30min 观察并拨动饲料颗粒至 2h 为止。按下列项目打分:

水色:浸泡液颜色越深表示溶失物质越多	满分 10 分
外形:颗粒外形是否完整	满分 10 分
粉化:水中散失的颗粒多少	满分 10 分
镊取:用镊子轻夹颗粒是否断开	满分 10 分

以渔用饲料加工和检验的专业技术人员打分结果的平均分为各样品得分,排出水中稳定性优劣次序。

1.3.4 饲料水中稳定性的行业标准测试方法 按 SC2002-94《中国对虾配合饲料》5.4 节规定进行。

1.3.5 饲料水中稳定性的仪器测试方法 取饲料 4~5g 研成粉末,使其通过 0.1cm 的筛网,备用。于两只 500ml 低型烧杯中分别放入 400ml 蒸馏水,以蒸馏水调节仪器零点。称取 1g 粉末样品放烧杯中,烧杯置“多功能饲料溃散器”上,以 240r/min 搅动水流,使粉末浸溶,待测。同时,将 1g 颗粒放入 0.1cm 网筛中,网筛置入上述烧杯中,烧杯置于“多功能饲料溃散器”上,以 240r/min 转动水流,开始计时,20min 后,将光纤传感器探头插入饲料粉末浸泡液中测  $A_0$ ,测毕,将探头取出,以蒸馏水冲洗,放入颗粒浸泡液中测  $A_1$ ,同时给出该时刻饲料的水中稳定性。

## 2 结果

### 2.1 颗粒饲料浸泡液的透光光谱

图 2 为 1 号样品分别浸泡 5、20、30min 后浸泡液的透光光谱,图 3 为 1、2、3、4、5、6 号样品在浸泡 20min 后浸泡液的透光光谱,波长范围在 200~760nm。

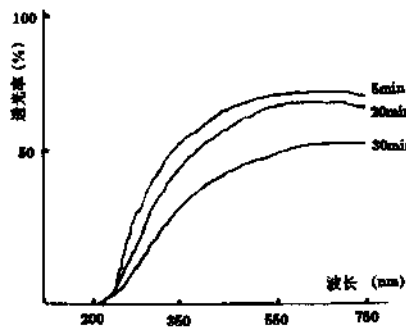


图2 1号饲料不同浸泡时间其浸泡液的光谱  
Fig.2 The U-V spectrum of feed's solution

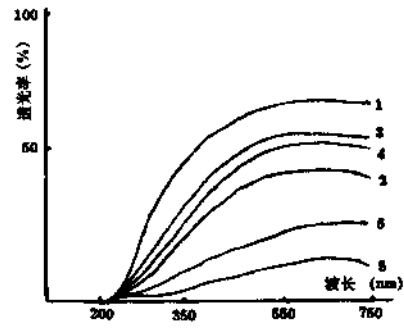


图3 1、2、3、4、5、6号饲料浸泡20min 浸泡液的光谱  
Fig.3 The U-V spectrum of different feed's solution

2.2 浸泡液中物质量与吸光度的线性关系

饲料量与其浸泡液的吸光度的关系见表1。

表1 饲料量与其浸泡液的吸光度的关系

Table 1 The relationship between feed quantity(m) and absoption(A) of it solution

杯号 Bake No.		1	2	3	4	5	6	7	8	
饲料 Feed	1	m	0.1024	0.2128	0.3092	0.4105	0.5229	0.5918	0.6954	0.8225
		A	0.1625	0.3567	0.4943	0.5978	0.7765	0.8916	1.0788	1.2040
	2	m	0.1485	0.2413	0.3270	0.4115	0.5090	0.6010	0.7057	0.8850
		A	0.2744	0.4780	0.5978	0.7657	1.0217	1.1712	1.3863	1.7430
	4	m	0.1284	0.2385	0.3293	0.4232	0.5128	0.6202	0.7112	0.8286
		A	0.1508	0.3285	0.4463	0.6539	0.7985	0.9163	1.0788	1.3470
	5	m	0.1250	0.2158	0.3197	0.4029	0.5227	0.6256	0.7208	0.9105
		A	0.2421	0.4155	0.6349	0.7340	0.9943	1.1394	1.4271	1.7720

m: 饲料质量(g); A: 浸泡液吸光度

2.3 感官测试结果

饲料水中稳定性感官法测试的结果见表2。

表2 饲料水中稳定性感官法测试结果

Table 2 Feeds' stability tested by oral testing method

样号 No.	1	2	3	4	5	6	7
水色 Water color	7	4	3	6	6	4	9
粉化 Soaked condition	3	8	5	7	7	9	2
外形 Appearance condition	3	9	5	7	8	10	2
罐取 Holden condition	3	9	6	7	8	10	2
总分 Total marks	16	30	19	27	29	33	15
排列顺序 Sequence	6	2	5	4	3	1	7

2.4 按 SC2002 - 94《中国对虾配合饲料》规定的方法测试结果

饲料水中稳定性 SC2002 - 94 法测试的结果见表3。

2.5 饲料水中稳定性测试仪测试结果

饲料水中稳定性测试仪测试的结果见表4。

表 3 饲料水中稳定性 SC2002-94 法测试结果  
Table 3 Feeds' stability tested by method SC2002-94

样号 No.	1	2	3	4	5	6	7
稳定性(%)Stability	33	2.1	11	2.4	2.3	1.6	42
排列顺序 Sequence	6	2	5	4	3	1	7

表 4 饲料水中稳定性测试仪测定结果  
Table 4 Feeds' stability tested by writer's technology

样号 No.	1	2	3	4	5	6	7
稳定性(%)Stability	42.70	2.11	13.75	2.29	2.20	1.71	54.80
排列顺序 Sequence	6	2	5	4	3	1	7

### 3 讨论

#### 3.1 透光光谱特性

由图 2 和 3 可知如下结果。

(1)对于单一的某饲料,在 200~270nm 紫外区内透光率接近零,在 270~400nm 范围透光率变化极缓和,没有特征峰,呈平直线状,在大于 750nm 后,透光率开始下降。浸泡 5、20 和 30min 的光谱曲线特征基本相同,区别只在于透光率的大小。这表明饲料的散失物的性质没变化,只是浓度发生变化。

(2)对于多个饲料,其 200~760nm 范围内的谱线特征相同,在 400~750nm 可见光区域内都表现为近似直线。这表明不同的饲料样品的透光光谱在可见光范围内没有特征峰。因此在可见光范围内,用全波长光测试饲料浸泡液的吸光度,不会因为饲料样品不同造成结果差异。

#### 3.2 饲料浸泡液吸光度与饲料量的关系

对表 1 中样品的  $m-A$  数据关系进行线性回归处理: $m=k \cdot A+b$  得:

$$m_1 = 1.46A_1 + 0.027 (r=0.993)$$

$$m_2 = 2A_2 - 0.028 (r=0.999)$$

$$m_4 = 1.72A_4 - 0.094 (r=0.998)$$

$$m_5 = 1.95A_5 - 0.008 (r=0.998)$$

可见饲料浸泡液物质量与浸泡液吸光度之间线性关系显著( $r>0.99$ )。按水中稳定性的定义可得下列经验关系式:

S: 饲料水中稳定性;

$A_t$ : 给定时间  $t$  饲料浸泡液吸光度;

$A_0$ : 饲料全部散失于水中时的吸光度;

$m_t$ : 给定时间  $t$  散失于水中的饲料物质量;

$m_0$ : 饲料样品初始质量

$$S = \frac{m_t}{m_0} \approx \frac{k \cdot A_t}{k \cdot A_0} = \frac{A_t}{A_0}$$

饲料样品在给定的浸泡时间浸泡液的吸光度除以该饲料全部溃散后浸泡液的吸光度,该值可表征饲料在水中稳定性的优劣。即值越小,说明溃散的物质越少,该饲料的水中稳定性就越好;值越大,溃散的物质越多,饲料水中稳定性越差。

#### 3.3 不同测试方法测试结果的对比

按饲料的水中稳定性排序,本法判定结果与 SC2002-94 法和感官法的判定结果完全相符合。但仪器

可以更精确地反应出不同饲料间的细微差异。比较 SC2002-94 法与本方法的实测值发现,当饲料水中稳定性好时,两种方法数值接近;饲料水中稳定性越差时,两方法所测得值相差越大。这是因为用本方法测试时,取样量少(1g),浸泡时间短,溃散的饲料可全部漏出网外;而 SC2002-94 法规定的浸泡时间较长(2h),稳定性较差的饲料基本都已溃散开,而且试验用的饲料量过大(10g),占金属网筛体积的 1/3,当网筛上下提动时,溃散下的饲料不能全部及时漏出网筛外。这也是 SC2002-94 法的不足之处。

### 3.4 本文测试技术的特点及关键

(1)利用本测试技术,可进行多个饲料样品水中稳定性的同时测定,一般工作人员在 30min 内即可完成,数据更具客观性,感官法需要专业人员进行,需要 2h 以上;SC2002-94 法测试需要 6h 以上。

(2)环境因素对测试结果的影响。由于对虾养成期一般在 4 月~10 月,此期间养殖水温范围为 15℃ 至 30℃,相对于饲料自身的稳定性,此温度差异造成饲料溃散的变化很少,无论感官法还是 SC2002-94 均未对水温做特殊规定。本测试方法的传感器采用光纤式光窗,不受温度变化的影响,因此,其工作条件对温度也没有特殊要求。

(3)为了便于实验室测试,本方法仅讨论用蒸馏水(或自来水)进行。饲料在淡水和海水介质中有一定差异,研究表明,海水中饲料溃散更快一点。这是离子作用的结果。但海、淡水之间的差异甚小,为便于在实验室内完成,规定用淡水测试。SC2002-94 也如此。

(4)饲料在水中的浸泡时间、饲料溃散器转子转速、筛网的大小及饲料合格与否的判定有待于在制订行业标准时做出强制性规定。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 中华人民共和国水产行业标准,SC2002-94(中国对虾配合饲料)。中国标准出版社。
- [ 2 ] 陈四清等,1995。中国对虾配合饲料入水后营养成分的流失及其对水环境的影响。中国水产科学,2(4):40-47。
- [ 3 ] 山东省地方标准,DB/3700 B54001-88(对虾配合饲料)。
- [ 4 ] 谷文英,1988。提高对虾饲料耐水性研究报告。饲料工业,2:6-8。