

# 野菰叶粉代替粮食原料饲养草食性鱼 效益评价\*

王业勤 冯勃 谭德清

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

张勋品 吴先锦 陈华斌

(监利县水产局、老江河渔场 433300)

## 提 要

野菰是一种优质饲料植物, 本试验评价用 10%、20% 和 30% 野菰叶粉代替鱼用饲料中的米糠、麦麸饲养草鱼、团头鲂的效益。

加入野菰叶粉, 饲料中粗脂肪含量略有降低, 但粗蛋白含量不变。含不同野菰叶粉饲料饲养的鱼的生长速度和成活率没有明显不同, 其饲料系数及每 kg 鱼的饲料价, 以加 20% 野菰叶粉的饲料为优, 而加 10% 和 30% 野菰叶粉饲料的饲料系数及每 kg 鱼饲料价相似。而且, 随着在饲料中野菰叶粉用量适当增加, 米糠、麸皮可节省 44%—73.6%。用 3 种含野菰叶粉颗粒饲料在网箱中经 126 天饲养, 每亩平均鱼产量达到了 15 000 kg。因此, 可利用野菰叶粉作为草食性鱼饲料的节粮饲料原料。

**关键词** 野菰叶, 鱼, 节粮饲料

野菰 (*Zizania latifolia*) 又称茭草, 是洪湖水体中的优势挺水植物, 其茎叶干物质年产量超过 15 万吨, 绝大部分废弃分解还湖, 加速了该湖沼泽化进程, 亟须加以控制利用。

近年来, 我们对野菰的化学成分进行了分析<sup>[1]</sup>, 并利用野菰鲜叶饲养草食性鱼类, 取得了良好效果<sup>[2]</sup>, 证明野菰叶是草食性鱼优质饲料。本文报道利用野菰叶干粉代替部分粮食原料, 研制生产配合颗粒饲料, 进行比较饲养试验的效果及经济效益比较评价。

## 材 料 与 方 法

### 1. 野菰叶粉配合颗粒饲料的加工

野菰干叶收购于洪湖, 粉碎后按饲料配方组成与其他原料充分混合, 加适量水并压制成型颗粒饲料。试验用 3 种饲料分别加入 10%、20% 和 30% 野菰叶粉, 部分代替其中的麦麸、米糠等粮食原料, 而鱼粉、饼类、粘合原料、添加剂均相同。添加剂为自行研制的草

\* 本文承曹文宣教授审阅修改, 特此致谢。

1989年12月25日收到。

食性鱼矿物元素添加剂。

## 2. 网箱饲养试验

在监利老江河渔场进行,网箱每口  $23\text{ m}^2$ , 箱高  $3.5\text{ m}$ , 入水  $2\text{ m}$  (双层)。1、2、3 号箱分别投含 10%、20% 和 30% 野菰叶粉的颗粒饲料(饲料号分别为 1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup> 和 3<sup>#</sup>), 并投部分苦草补充维生素来源。1988 年 4 月 16 日投放鱼种, 每箱数量、规格相同, 由于管理上原因, 造成鱼种损失, 正式试验从 6 月 20 日开始。鱼种规格及数量见表 4 所列。

## 3. 饲料的营养成分分析

粗蛋白、粗脂肪、灰分、粗纤维成分由国家商业部饲料质量监督检验测试中心分析。矿物元素含量由中国科学院淡水生态与生物技术开放实验室用 ICP-AES 分析。

# 结 果 与 讨 论

## 1. 野菰叶粉代替粮食原料的依据

对野菰叶粉、米糠和麸皮营养成分的比较(表 1) 可以看出, 野菰叶中粗蛋白含量与米糠和麸皮的粗蛋白含量是比较接近的, 它们的必需氨基酸含量也有类似的水平, 其中野菰叶中的一些必需氨基酸含量还高于麸皮中的相应氨基酸含量。本表列举的是经脱脂的米糠饼, 其蛋白含量高于米糠。野菰叶的粗脂肪含量与麸皮脂肪含量接近, 而低于米糠饼。野菰叶含粗纤维 26%—28%, 是不利因素, 但对草食性鱼而言, 配合饲料中粗纤维含量在 10%—20% 为宜。野菰叶粗灰分含量与米糠相当, 高于麸皮的含量, 其中钙、磷以及多种微量元素含量丰富, 组成优于麸皮、米糠(表 2)。因此, 利用野菰叶粉部分代替米糠、麸皮等粮食原料是可能的。

## 2. 试验用饲料的组成及营养成分

试验用 3 种饲料, 除野菰叶粉、米糠、麸皮含量不同外, 其他原料含量相同(表 3)。3 种含不同量野菰叶粉饲料的营养成分分析表明, 随着野菰叶粉含量的增加, 粗脂肪含量略为降低, 粗纤维含量略为增加, 但粗纤维含量均为草食性鱼纤维需要量的适宜范围。而 3 种饲料的粗蛋白含量为 22.16—22.25%, 加入野菰叶粉代替米糠、麸皮不影响饲料中的粗蛋白含量。上述分析结果与表 1 是一致的。根据前人的研究结果<sup>[7]</sup>, 影响草鱼鱼体生长的主要因素为蛋白质。因此, 利用野菰叶粉代替部分粮食原料是可行的。

## 3. 3 种颗粒饲料饲养草鱼、团头鲂的生长增重比较

在整个试验期间共进行了 6 次生长增重情况测定, 从 6—9 月为线性增长期, 之后增重速度明显减慢, 其原因除了气温下降之外, 也与这期间主要投喂衰老的苦草有关。从图 1 可以看出, 3 种饲料饲养的草鱼、团头鲂个体平均增重速度基本一致, 没有明显差别。1<sup>#</sup> 饲料饲养的草鱼个体平均增重速度似略高于其他两种饲料, 但这可能是 1 号箱草鱼密度低之故。从 2 号、3 号箱和 1 号箱草鱼数量比和产量比看, 草鱼数量比值为 1:0.93:

表 1 米糠、麸皮和野菰叶营养成分比较

Tab. 1 Comparison of nutrient contents in rice bran, wheat bran and in leaf of *Zizania latifolia* (% Dry wt)

| 营养成分<br>Nutrient               | 野菰叶(八月收割)<br>Leaf of <i>Z. latifolia</i><br>(cut in August) | 米糠饼<br>Rich bran cake | 麸皮 <sup>[6,7]</sup><br>Wheat bran |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 粗蛋白<br>Crude protein           | 16.8                                                        | 18.4                  | 15.7                              |
| 粗脂肪<br>Crude fat               | 4.2                                                         | 6.5                   | 4.7                               |
| 粗纤维<br>Crude fiber             | 28                                                          | 9.2                   | 7.0                               |
| 灰分<br>Crude ash                | 10.3                                                        | 11.0                  | 4.8                               |
| 必需氨基酸<br>Essential amino acids |                                                             |                       |                                   |
| 精氨酸<br>Arg                     | 0.80                                                        | 1.44                  | 1.09                              |
| 组氨酸<br>His                     | 0.30                                                        | 0.52                  | 0.44                              |
| 异亮氨酸<br>Ile                    | 0.67                                                        | 0.68                  | 0.57                              |
| 亮氨酸<br>Leu                     | 1.32                                                        | 1.34                  | 1.03                              |
| 赖氨酸<br>Lys                     | 0.84                                                        | 1.0                   | 0.65                              |
| 蛋氨酸<br>Met                     | 0.19                                                        | 0.24                  | 0.22                              |
| 苯丙氨酸<br>Phe                    | 0.86                                                        | 0.79                  | 0.62                              |
| 苏氨酸<br>Thr                     | 0.78                                                        | 0.75                  | 0.51                              |
| 缬氨酸<br>Val                     | 0.95                                                        | 1.05                  | 0.78                              |

表 2 米糠、麸皮和野菰叶中矿物质含量比较

Tab. 2 Comparison of mineral contents in rice bran, wheat bran and in leaf of *Zizania latifolia* (% dry wt.)

| 矿物元素<br>Mineral elements | 米糠 <sup>[7]</sup><br>Rice bran | 野菰叶<br>Leaf of <i>Z. latifolia</i> | 麸皮<br>Wheat bran |
|--------------------------|--------------------------------|------------------------------------|------------------|
| Ca (%)                   | 0.08                           | 0.78                               | 0.13             |
| P                        | 1.70                           | 0.20                               | 1.38             |
| Mg                       | 1.04                           | 0.075                              | 0.60             |
| Fe (mg/kg)               | 210                            | 490                                | 128              |
| Mn                       | 415                            | 386                                | 125              |
| Cu                       | 15                             | 60                                 | 14               |
| Zn                       | 32                             | 86                                 | 128              |
| Co                       | —                              | 21                                 | —                |

表3 实验用饲料的组成及营养成分

Tab. 3 Composition and nutrient contents of experimental diets

| 原料<br>Ingredients                             | 饲料组成<br>Formulation | Diet<br>1<br>% | Diet<br>2<br>% | Diet<br>3<br>% |
|-----------------------------------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|
| 野菰叶粉<br>Leaf meal of <i>Zizania latifolia</i> |                     | 10             | 20             | 30             |
| 米糠饼<br>Rice defatted bran                     |                     | 15             | 7              | 0              |
| 麸皮<br>Wheat bran                              |                     | 12             | 10             | 7              |
| 黄粉<br>Wheat feed flour                        |                     | 17             | 17             | 17             |
| 玉米粉<br>Corn                                   |                     | 4              | 4              | 4              |
| 国产鱼粉*<br>Fish meal                            |                     | 10             | 10             | 10             |
| 豆饼<br>Soybean meal                            |                     | 12             | 12             | 12             |
| 菜饼<br>Rapeseed cake                           |                     | 18             | 10             | 18             |
| 矿盐<br>Mineral premix                          |                     | 2              | 2              | 2              |
| 粗蛋白<br>Crude protein                          |                     | 22.16          | 22.16          | 22.25          |
| 粗脂肪<br>Crude fat                              |                     | 3.2            | 2.6            | 2.0            |
| 粗纤维<br>Crude fiber                            |                     | 9.5            | 10.4           | 11.6           |
| 灰分<br>Crude ash                               |                     | 10.70          | 10.92          | 11.52          |

\* 含20%的粗蛋白

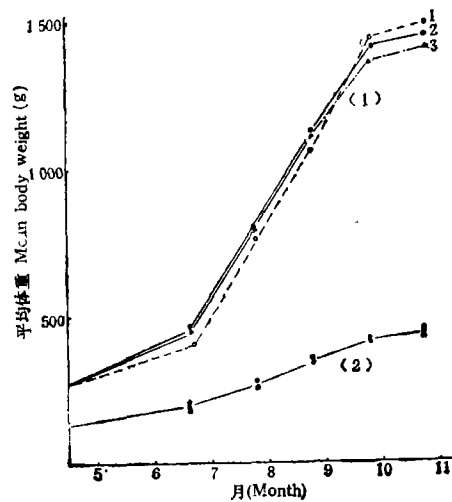


图1 3种颗粒饲料饲养的草鱼、团头鲂生长比较

Fig. 1 Comparison of growth rate of grass carp and *Magalobrama amblycephala* fed three practical diets

1、2、3 分别表示3种颗粒饲料

(1) 草鱼 *Ctenopharyngodon idellus*; (2) 团头鲂 *M. amblycephala*

表 4 3 种颗粒饲料饲养的草鱼、团头鲂和鲤鱼的生长和产量  
Tab. 4 Growth and yield of grass carp, common carp and *Magalobrama amblycephala* fed with three practical diets

| 饲料号<br>Diet | 鱼种<br>Species      | 试验开始 6月20日<br>Initial |                     |                            | 起捕10月24日<br>Harvest |                        |                  |                               |                     |                         |
|-------------|--------------------|-----------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|------------------------|------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------|
| No.         |                    | 尾数<br>No. of fish     | 重量<br>Total wt (kg) | 平均尾重<br>Mean body wt. (kg) | 尾数<br>No. of fish   | 成活率<br>Survival rate % | 产量<br>yield (kg) | 产量<br>yield kg/m <sup>2</sup> | 产量<br>yield (kg)/mu | 平均尾重<br>Mean B. W. (kg) |
| 1#          | 草鱼 <sup>(1)</sup>  | 278                   | 111.2               | 0.4                        | 253                 | 91                     | 377              | 16.4                          | 10914               | 1.49                    |
|             | 团头鲂 <sup>(2)</sup> | 114                   | 23.9                | 0.21                       | 113                 | 99                     | 48.6             | 2.1                           | 1407                | 0.43                    |
|             | 鲤鱼 <sup>(3)</sup>  | 10                    | 1.5                 | 0.15                       | 10                  | 100                    | 4.8              | 0.2                           | 139                 | 0.48                    |
|             | 总计                 | 402                   | 136.6               |                            | 376                 | 93.5                   | 430.4            | 18.7                          | 12460               |                         |
| 2#          | 草鱼 <sup>(1)</sup>  | 427                   | 192                 | 0.45                       | 407                 | 95                     | 586              | 25.5                          | 16965               | 1.44                    |
|             | 团头鲂 <sup>(2)</sup> | 118                   | 21                  | 0.18                       | 118                 | 100                    | 49.5             | 2.1                           | 1433                | 0.42                    |
|             | 鲤鱼 <sup>(3)</sup>  | 14                    | 2                   | 0.145                      | 14                  | 100                    | 7                | 0.3                           | 202                 | 0.50                    |
|             | 总计                 | 559                   | 215                 |                            | 539                 | 96.4                   | 642.5            | 27.9                          | 18600               |                         |
| 3#          | 草鱼 <sup>(1)</sup>  | 385                   | 173.2               | 0.45                       | 379                 | 98                     | 530.6            | 23.1                          | 15360               | 1.40                    |
|             | 团头鲂 <sup>(2)</sup> | 61                    | 12.2                | 0.20                       | 61                  | 100                    | 25.6             | 1.1                           | 741                 | 0.42                    |
|             | 鲤鱼 <sup>(3)</sup>  | 16                    | 2.4                 | 0.15                       | 16                  | 100                    | 5.1              | 0.2                           | 147                 | 0.32                    |
|             | 总计                 | 462                   | 187.8               |                            | 456                 | 98.7                   | 561.3            | 24.4                          | 16248               |                         |

(1) *Ctenopharyngodon idellus*  
(2) *Magalobrama amblycephala*  
(3) *Cyprinus carpio*

0.62, 产量比为 1:0.91:0.64, 1 号箱草鱼产量比略高于数量比, 但从总鱼数与总产量比看, 总鱼数比为 1:0.84:0.70, 而总产量比为 1:0.87:0.67, 可见, 1 号箱草鱼少, 总产比值低于总鱼数比值(表 4)。这表明, 1 号箱草鱼个体平均增重略快主要是该箱草鱼密度低之故。3 种饲料饲养的草鱼个体平均重量为 1.4—1.49 kg。团头鲂个体平均重量为 0.42 kg, 达食用规格。草鱼、团头鲂增重倍数正常。这进一步表明, 用野菰叶粉代替饲料中 10%—30% 的粮食原料饲养草食性鱼是可行的。

4. 成活率和产量比较

3 箱投放鱼种数量相同, 由于管理原因造成鱼种存箱密度有所不同, 但自投食野菰叶粉饲料后, 草鱼存活率均在 90% 以上, 团头鲂成活率为 100% (表 4)。不同饲料对成活率没有明显影响, 用鲜野菰叶养草鱼的结果已证明了这个问题<sup>[2]</sup>。

试验开始时, 1、2 和 3 号箱鱼种密度分别为 17.5 尾、24.3 尾和 20.1 尾/m<sup>2</sup>。起捕时, 1 号箱存鱼密度为 16.3 尾/m<sup>2</sup>, 产量 18.7 kg/m<sup>2</sup>, 折合亩产 12 466 kg, 2 号箱存鱼 23.4 尾/m<sup>2</sup>, 产量 27.9 kg/m<sup>2</sup>, 折合亩产 18 600 kg, 3 号箱存鱼 19.8 尾/m<sup>2</sup>, 产量 24.4 kg/m<sup>2</sup>, 折合亩产 15 778 kg。获得了较高产量水平。从存鱼密度与产量看, 适当提高密度, 可进一步提高产量, 本试验中, 不同箱鱼产量取决于鱼密度, 而与饲料中野菰叶粉含量多少无关。

5. 饲料系数

本试验中, 以颗粒饲料为主加部分苦草饲养草鱼、团头鲂和鲤鱼, 由于没有单投苦草饲养效果的试验数据, 且苦草的营养成分及饲养效果依季节而不同, 以及网箱投饵时未被吃用而流失的颗粒饲料及苦草难于统计, 因此, 饲料系数以每净增 1 kg 鱼实际投入的颗粒饲料及苦草数量表示(表 5)。不同时期饲料系数不同, 这不仅取决于饲料营养水平, 也与饲料物理性状和投饵技术有关, 并受水温、水质等环境因素影响。例如, 试验后期与前期相比, 苦草用量高 10 倍, 这与主投衰老苦草及水温下降有关。用配合饲料养草鱼, 水温从 31℃ 降至 22℃, 饲料系数从 3.1 逐升至 11<sup>[4]</sup>。7 月下旬至 8 月下旬, 饲料系数偏高, 是由

表 5 3 种含野菰叶粉

Tab. 5 Feed conversion of three experimental

| 饲料号<br>Diet No. | 饲 料<br>Feed         |                   |                     |                   |
|-----------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
|                 | 20/6—24/7           |                   | 25/7—22/8           |                   |
|                 | 颗粒饲料<br>Pellet feed | 苦草 <sup>(1)</sup> | 颗粒饲料<br>Pellet feed | 苦草 <sup>(1)</sup> |
| 1#              | 2.02                | 25.2              | 3.08                | 52.2              |
| 2#              | 1.79                | 17.7              | 3.06                | 44                |
| 3#              | 1.89                | 20.4              | 3.19                | 45                |

(1) Aquatic plant (*Vallisneria spiralis*)

于超量投饵引起。但从 3 种饲料在相同条件下比较的饲养效果看,以加 20% 野菰叶粉颗粒饲料的饲养效果为优,所投入的颗粒饲料及苦草量最低,而加 10% 和 30% 野菰叶粉颗粒饲料的饲料系数接近。这表明,以野菰叶粉代替部分粮食原料后,不影响饲料报酬,加入适量野菰叶粉还可得到较好的报酬。

## 6. 经济效益相对评价

上述结果表明,加 10%—30% 野菰叶粉的颗粒饲料和部分苦草饲养的草鱼、团头鲂,依据其个体生长速度、个体重量、产量、成活率、饲料系数等指标比较,野菰叶粉与米糠、麸皮有类似的营养价值和饲养效果,是可部分代替这些粮食原料的。从经济效益看也是明显的。按 1988 年的饲料价计算,野菰叶粉的价格为米糠价的 60%,为麸皮价的 45%。以 10%、20%、30% 野菰叶粉代替饲料原料中相应量粮食原料后,每 kg 颗粒饲料的价格分别为 0.729 元、0.716 元和 0.702 元。根据当地习惯,将投喂水草费用计入管理人工费用,因此,本试验中,每生产 1 kg 鱼,3 种饲料的相对费用分别为 1.84 元、1.62 元和 1.80 元。如加上水草饲料费用,每 kg 水草按 0.005 元计算,则水草费用分别为 0.25 元、0.20 元和 0.23 元。加 20% 野菰叶粉饲料比加 10% 野菰叶粉饲料节省 0.27 元,按每亩网箱产鱼 15 000 kg 计算,每亩可节省饲料成本 4 050 元,降低成本 13%。更为重要的是,可节省大量粮食原料,按上述饲料配方,加 10%、20%、30% 野菰叶粉饲料,每生产 1 kg 鱼(水草除外)所消耗的米糠、麸皮相对数量分别为 0.68 kg、0.38 kg 和 0.18 kg。每生产 1 万吨优质鱼,3 种饲料中米糠、麸皮的相对消耗量分别为 6 800 吨、3 800 吨和 1 800 吨(表 6)。加 20% 野菰叶粉饲料比加 10% 野菰叶粉饲料节省 3 000 吨粮食原料,即节省 43.5%,加 30% 比加 10% 野菰叶粉饲料节省 5 000 吨,即节省 73.6%。其总饲料成本,加 20% 比加 10% 野菰叶粉饲料,每生产 1 万吨鱼,节省 270 万元。本试验的饲料营养成分比较及饲养效果比较结果,首次证明野菰叶粉可作为节粮饲料原料。野菰作为一种可利用可更新的饲料资源<sup>[3]</sup>,在我国开发利用潜力是很大的,而且随着野菰被合理开发利用,可控制野菰在湖泊中扩展蔓延,减缓湖泊沼泽化进程,其生态效益将日益明显。

### 颗粒饲料的饲料系数

diets with different contents of *Zizania* leaf

系 数  
conversion

| 23/8—20/9           |                   | 21/9—24/10          |                   | 全期 All periods      |                   |
|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| 颗粒饲料<br>Pellet feed | 苦草 <sup>(1)</sup> | 颗粒饲料<br>Pellet feed | 苦草 <sup>(1)</sup> | 颗粒饲料<br>Pellet feed | 苦草 <sup>(1)</sup> |
| 2.2                 | 44.8              | 3.70                | 251               | 2.52                | 50.6              |
| 1.66                | 40.0              | 4.0                 | 207               | 2.26                | 40.7              |
| 2.2                 | 53.5              | 4.2                 | 229               | 2.57                | 46.8              |

表 6 3 种含野菰叶粉饲料效益评价

Tab. 6 Economical evaluation of leaf of *Zizania latifolia* in three practical diets

| 饲料号<br>Diet no                                                  | 1#     | 2#     | 3#     |
|-----------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|
| 饲料价格(元)/公斤<br>Cost (yuan)/kg feed                               | 0.729  | 0.716  | 0.702  |
| 总饲料费用*(元)/公斤鱼<br>Total feed cost (yuan)/kg fish                 | 2.09   | 1.82   | 2.03   |
| 总饲料费用(元)/15吨鱼/亩*<br>Total feed cost(yuan)/15 t fish/mu          | 31 350 | 27 300 | 30 450 |
| 米糠、麸皮的量/公斤鱼<br>Amounts of rice bran and wheat bran (kg)/kg fish | 0.68   | 0.38   | 0.18   |
| 米糠、麸皮的量/吨鱼<br>Amounts of rice bran and wheat bran (kg)/t fish   | 680    | 380    | 180    |

\* 包括水草饲料费用。

## 参 考 文 献

- [1] 王业勤、冯 勃、1989。洪湖野菰及其化学成分分析。水生生物学报, 13: 51—57。
- [2] 王业勤、冯 勃、李恒德, 1989。菱草叶饲养草鱼效果。水生生物学报, 13: 192—195。
- [3] 王业勤, 1987。优质饵料饲料水生植物——野菰。植物杂志, (2): 5—6。
- [4] 张列士、杜久香, 1986。草鱼生长特性研究。水产科技情报, (4): 4—9。
- [5] 毛永庆、蔡发盛、林 鼎, 1985。幼鲢(草鱼)对蛋白质、糖、脂肪、无机盐和纤维素日需要量的研究。鱼类学论文集(第4辑): 81—92。
- [6] 黄忠志、石文雷、廖朝兴, 1982。鱼类饲料。农业出版社。
- [7] National Research Council (NRC), 1983. Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfish. National Academy of Science. Washington, D. C.

## EVALUATION OF THE LEAF OF *ZIZANIA LATIFOLIA* AS A SUBSTITUTE FOR CEREAL STUFF IN PRACTICAL DIETS FOR HERBIVOROUS FISHES

Wang Yeqin Feng Bo and Tan Deqing

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan 430072)

Zhang Xunpin Wu Xianjin and Chen Huabin

(Jianli Fishery Station and Lao Jianghe Fishfarm 433300)

### Abstract

*Zizania latifolia* is a feed crop of high quality. Two herbivorous fishes, *Ctenopharyngodon idellus* and *Magalobrama amblycephala* were fed three diets with different contents of the leaf of *Z. latifolia*. The replacement level of *Z. latifolia* for cereal stuff in these diets were 10% (diet 1), 20% (diet 2) and 30% (diet 3) respectively. The addition of *Z. latifolia* slightly reduced the crude fat content, but did not affect the protein content of the diets. Growth rate and mortality of the fish fed different diets did not differ significantly. Feed conversion and the cost of feed needed to produce 1kg of fish were lower for diet 2, but did not differ between the other two. As the amount of *Z. latifolia* added to the diet increased, the amount of cereal stuff needed in the diet can be reduced by 44—73.6%. An average fish yield of 23.7 kg/m<sup>2</sup> was obtained by feeding the three diets for 126 days in cage-culture. The leaf of *Z. latifolia* can therefore be used as a substitute for cereal stuff in the practical feeds for herbivorous fish.

**Key words** *Zizania latifolia*, fish feed, cereal substitutor