

洪湖野菰及其化学成分分析

王业勤 冯勃

(中国科学院水生生物研究所, 武汉)

提 要

野菰(*Zizania latifolia*)是湖北省洪湖中优势水生维管束植物, 其群落占全湖 355 平方公里面积的 127 平方公里。茎和叶的年生物量为 4379 克鲜重/平方米, 全湖总年产量 121700 吨干重, 目前未被利用。

野菰各器官的蛋白质和氨基酸含量分别以百分干重表示: 根, 7.0 和 4.76; 根状茎, 11.3 和 8.85; 茎, 9.5 和 7.15; 嫩茎梢, 22.4 和 16.53; 叶, 16.8 和 14.61。500 克干叶的必需氨基酸含量接近 100 克干重草鱼幼鱼背肌的必需氨基酸含量。脂肪: 叶中 3.4~4.2, 茎中 2.2; 粗纤维: 叶中 26.8~28, 茎中 24.2; 灰分: 叶中 10.0, 茎中 5.8。菰茎含可溶性糖类 30% 以上, 其中葡萄糖, 果糖、蔗糖和麦芽糖是主要成分。结果表明野菰是一种优质饲料。

关键词 野菰, 生物量, 化学成分

野菰 (*Zizania latifolia* Turcz) 又称茭草, 属禾本科菰属, 为多年生宿根性大型水生挺水植物。株高 1—2 米, 但在水位变动大的水体中, 随水位上涨, 节间伸长, 株高可达 3—4 米。种子可繁殖, 但主要靠地上茎的分蘖芽及地下茎的分株芽繁殖。在南方生长期从 3 月初至 10 月底, 长达 8 个月。

野菰主要分布在远东和南亚内陆水体中, 在湖泊、水库和河流水深 1 米以下的沿岸带往往成为优势挺水植物^[1], 是湖泊沼泽化过程中的一种先锋植物。地下茎发达, 无性繁殖力强, 每亩鲜草产量 2500~5000 公斤, 由于菰丛连片, 地下茎纵横交错, 阻滞污泥; 加上生物残体每年沉积还湖, 对湖泊淤浅、沼泽化作用影响很大。而野菰在湖泊中过量繁殖, 与莲、菱、芡实等水生经济植物竞争养分和空间, 使后者数量逐年减少。而菰群丛的腐烂分解, 又败坏水质, 危害鱼类生存; 且亲鱼产卵场面积相对减少, 有利于低值小型鱼类衍生。这是当前洪湖由于野菰大面积蔓延而面临的一系列问题。根据洪湖水体生物生产力开发利用及环境优化研究计划, 我们分析了洪湖野菰不同器官的一些成分, 以期开发利用洪湖 18 万亩的野菰资源, 并通过利用达到控制野菰的扩展, 保持湖泊生态环境优化。

材 料 与 方 法

野菰样品 定点采自洪湖, 每平方米中的植株全部取出, 将各个器官分别称鲜重, 经

太阳晒干后粉碎保存备用。

粗蛋白含量 用微量凯氏定氮法^[1],此外用元素分析法测定。

氨基酸含量 用氨基酸自动分析仪测定。

粗脂肪含量 用索氏脂肪浸提器抽提,残余法^[3]。

粗纤维含量 用酸碱洗涤法^[1]。

粗灰分含量 用灼烧法^[3]。

叶绿素含量 用丙酮浸提光谱测定。

丹宁含量 用钨钼酸法^[3]。

可溶性糖含量 用裴林氏法和铁氰化钾法^[3]。

可溶性糖成分 用硅胶薄版层折法^[4]。

结 果

(一) 洪湖野菰及茎叶生物量的测算

野菰在洪湖沿岸呈环带状分布,占全湖总面积的 38.5%,据估计每年按 5.7% 的速度从四周向湖心扩展。据 1982 年调查¹⁾,洪湖野菰夏季现存生物量(不包括地下部分)平均为 3 050 克鲜重/平方米,按 127 平方公里菰丛面积计算,总生物量为 387 000 吨鲜重。1986 年 9 月中,我们选择生长密度中等的菰丛区测定菰茎和菰叶的现存生物量,得 10 个取样点的平均结果(表 1)。每平方米野菰植株为 13—25 株,平均 17.4 株。菰茎鲜重生物量为 2 509 克/平方米,菰叶为 1 035 克/平方米,共 3544 克/平方米。考虑到测定时间在 9 月,这个数值与 1982 年的平均值是一致的,但还需加上长成后在水中已枯烂的叶片,约为 835 克/平方米总共 4 397 克/平方米,合每亩 2 916 公斤,如按 127 平方公里面积计算,则全湖野菰茎叶的每年生物量应为 556 000 吨鲜重。菰茎干物质含量为 18%,可产干菰茎 57 000 吨。菰叶干物质含量为 30%,可产干菰叶 64 400 吨,两者共计 121 400 吨。其中菰叶占 55%。考虑到几年来野菰面积不断扩大,以及 9 月之后至 10 月底,气温

表 1 野菰茎和叶生物量的测算

Tab. 1 Estimation of biomass of stalk and leaves of *Zizania latifolia*

器官 Organs	株/平方米 Plants/m ²	长 度 Length (cm)	克/株 g/plant	克/平方米 g/m ²	公斤/亩 Kg/666.6 m ²	全湖干物质 (公斤) Dry wt(Kg)/ Whole lake
茎 Stalk	17.4	212	144.2	2 509	1 671	57 300 000
现存叶 Fresh leaves	17.4	122	59.5	1 035	690	39 400 000
枯烂叶 Decayed leaves	17.4	/	48.0	835	556	25 000 000

枯烂叶,按每片叶平均重量乘枯烂叶片数

Decayed leaves were estimated based on mean weight of each leaf × number of decayed leaves

1) 李孝慈, 1982。洪湖水生维管束植物调查。洪湖水生资源(2): 37—51。

表 2 野菰不同器官的粗蛋白和各种氨基酸含量(%干重)

Tab. 2 Contents of protein and amino acids in different organs of *Z. latifolia* (% Dry wt)

氨基酸 Amino acids	根 Root	根状茎 Rhizome	茎 Stalk	嫩茎 Tender stalk	叶 Leaf
天门冬氨酸 Asp	0.52	1.58	1.09	2.37	2.06
苏氨酸 Thr	0.28	0.32	0.29	0.84	0.78
丝氨酸 Ser	0.29	0.58	0.42	0.97	0.81
谷氨酸 Glu	0.57	1.18	0.62	2.12	1.84
甘氨酸 Gly	0.33	0.34	0.59	0.88	0.82
丙氨酸 Ala	0.36	0.86	1.28	1.13	1.01
半胱氨酸 Isoleu	trace	trace	trace	trace	trace
缬氨酸 Val	0.36	0.54	0.45	1.10	0.95
蛋氨酸 Met	0.05	0.14	0.10	0.27	0.19
异亮氨酸 Ile	0.27	0.31	0.29	0.80	0.67
亮氨酸 Leu	0.42	0.55	0.49	1.36	1.32
苯丙氨酸 Phe	0.27	0.43	0.31	0.83	0.86
赖氨酸 Lys	0.27	0.49	0.28	0.94	0.84
组氨酸 His	0.08	0.16	0.12	0.39	0.30
精氨酸 Arg	0.22	0.60	0.26	0.95	0.80
脯氨酸 Pro	0.32	0.44	0.40	0.91	0.86
酪氨酸 Tyr	0.15	0.33	0.15	0.65	0.50
总计 Total	4.76	8.85	7.15	16.53	14.61
粗蛋白质% Crude protein	7.0	11.30	9.50	22.40	16.80

适宜,菰茎大量产生分蘖,高20—40厘米不等,所以实际总生物量可能超过上述数字。

(二) 野菰不同器官的粗蛋白和氨基酸含量

野菰各器官的粗蛋白含量(按干物质百分含量计算),凯氏定氮法与元素分析法结果一致,以嫩茎梢蛋白含量最高,叶片次之,根中最低。洪湖野菰粗蛋白含量优于苏联东西伯利亚及我国东北三江平原的野菰,这可能与洪湖的水势及肥力有关。野菰各器官氨基酸总含量的高低与粗蛋白含量高低相应,在嫩茎梢中可能含有较多的酰胺氮等氮化合物(表2)。

各器官氨基酸含量,以天冬氨酸含量最高,其次为谷氨酸和亮氨酸,在茎部丙氨酸含量也较高,除色氨酸未测外,其他9种必需氨基酸均存在,特别是在嫩茎梢和叶片中,它们的组成比例较为均衡(表2)。

(三) 菰叶与草鱼幼鱼背肌的9种必需氨基酸含量的比较

饵料中蛋白质含量的高低,以及其中必需氨基酸组成比例是否均衡,对鱼类的生长十分重要,在饵料设计时需尽可能将必需氨基酸的组成比例接近鱼体中必需氨基酸组成比例。当比较草鱼幼鱼背肌和野菰叶的9种必需氨基酸的组成时,发现500克菰叶干粉中

表 3 野菰叶与草鱼幼鱼背肌必需氨基酸含量的比较
 Tab. 3 Comparison of essential amino acids in dorsal muscle
 of juvenile grass carp and in leaf of *Zizania latifolia*

样 品	精氨酸 Arg	亮氨酸 Leu	异亮氨酸 Ile	苏氨酸 Thr	苯丙氨酸 Phe	缬氨酸 Val	组氨酸 His	赖氨酸 Lys	蛋氨酸 Met
草鱼幼鱼背肌(100 克干重) Dorsal muscle* of juvenile grass carp (100g dry wt)	2.92	6.20	3.74	3.31	3.12	4.28	2.08	7.30	2.15
菰叶(500 克干重) Leaf of <i>Z. latifolia</i> (500 g dry wt)	4.00	6.60	3.35	3.90	4.30	4.75	1.50	4.20	0.95

* 引自参考文献[2]。

Cited from reference [2].

的 9 种必需氨基酸含量基本上与 100 克干重(约相当于 500 克鲜重)草鱼幼鱼背肌的 9 种必需氨基酸含量相当^[2](表 3)。除了赖氨酸和蛋氨酸含量较低外, 其他 7 种必需氨基酸含量接近或超过草鱼背肌的相应必需氨基酸含量。因此, 从蛋白含量及必需氨基酸组成看, 菰叶作为草鱼饵料是很适合的。在利用新鲜菰叶或利用菰叶干粉作为配合饵料时, 通过补加一定量含赖氨酸和蛋氨酸量高的饵料, 可以提高菰叶的利用率。

(四) 野菰茎、叶中其他成分的比较

每年 3 月初, 洪湖野菰的越冬芽开始萌发, 一直到 10 月不断长出新叶, 一般在 5 月份已长出 5 片叶, 株高 180 厘米左右, 单株叶片产量 40 克。此时开始收割, 亩产可达千斤。割后半个月新叶又已长成。因此可连续收割, 通过收割利用还可控制野菰的长势和扩展。为了证明在整个生长季中利用菰叶的可行性, 分析了不同时期长成的菰叶的主要成分, 并与菰茎的成分进行比较(表 4)。

8 月之后, 随着野菰开花结实, 叶片中粗蛋白含量虽略有降低, 但仍有 16.8% 的粗蛋白, 粗纤维含量, 8 月叶比 5 月叶, 略有增加。粗脂肪含量, 也有所增加。后期碳水化合物含量降低, 可能外运于生殖器官或转化为脂肪和纤维素。不同时期叶片中的灰分含量基本相同, 为 10% 左右, 根据上述结果, 8 月叶与 5 月叶的成分没有很大差别, 也是可收割利用的。

表 4 野菰茎和叶片的化学成分分析
 Tab. 4 Chemical composition of stalk and leaf of *Zizania latifolia*

样 品 Sample	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	粗纤维 Crude fiber	粗灰分 Crude ash	无氮浸出物 N-free extract	单宁酸 Tannic acid
5 月叶 Leaves cut in May	18.7	3.4	26.8	10.0	42.1	0.5
8 月叶 Leaves cut in August	16.8	4.2	28.0	10.3	40.7	0.58
9 月茎 Stalk cut in September	9.5	2.2	24.2	5.8	58.3	/

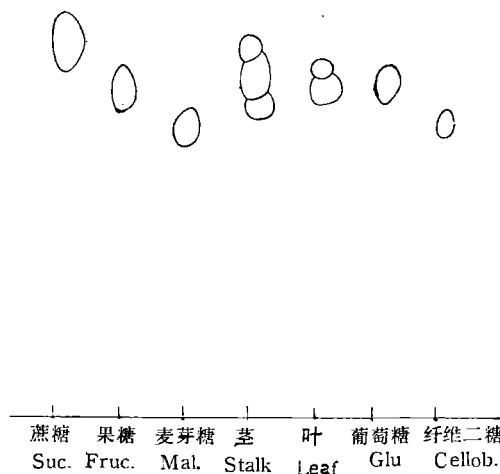


图 1 野菰茎和叶中可溶性糖的薄板层析分析

Fig. 1 Thin-layer chromatography of soluble sugar in stalk and leaf of *Zizania latifolia*

此外，菰叶中的单宁含量仅为 0.5%，是完全适于饲用的，晒干后的菰叶每 100 克含 105~260 毫克叶绿素，如曝晒过久，叶绿素损失较多。

菰茎的主要成分与菰叶有明显差别。粗蛋白，脂肪，灰分，粗纤维素菜的含量都远比菰叶低，而无氮浸出物含量高达 58.3%，这与菰茎具有甜味是符合的。菰茎中碳水化合物的大量积累与它作为无性繁殖器官是有关的，不定根和分蘖的生长需要消耗大量的营养物质和能量(表 4)。

(五) 菰茎中可溶性糖的成分

菰茎中的可溶性糖经提取后，用裴林氏法和铁氰化钾法测定，其中可溶性糖类的含量高达 31—35%。而可溶性糖的成分，用硅胶薄版层析法分析，主要为葡萄糖、果糖、蔗糖，麦芽糖，可能尚有纤维二糖，其他糖含量很少。而在叶片中，主要成分为果糖和葡萄糖(图 1)。无论用还原法测定，或硅胶薄版层折法测定，菰茎中可溶性糖含量比菰叶高 10 倍以上。因此，在利用菰茎时，应考虑其中高糖含量的特点。

讨 论

野菰是洪湖最重要的初级生产者之一，对湖泊水体生物生产力起着重要作用，作为一种可利用可更新的生物资源，它的生物量是很大的，其中粗蛋白产量达 18 000 吨。

野菰在我国早被列为救荒植物、饲料植物和药用植物。种子称“菰米”，含蛋白 12.88%^[6]，可食，也是鱼的饵料。茎基部被黑粉菌感染膨大而成的小野茭白尚可食用，其嫩梢称茭儿菜，含粗蛋白 22.4%，是湖区人民喜食蔬菜，野菰的茎叶是优质饲料，相当草甸优质牧草^[5,7]。近年来，微山湖每年向日本出口干草 4000 吨左右。野菰的药用价值在本草纲目中已有记载，菰茎主治肠胃痼热，消渴，止大小便利，治火烧疮。菰荀主治五脏邪

气、卒心痛，去烦热止渴，止热痢。

我们从利用野菰作为养鱼饵料的角度所进行的化学分析结果表明，野菰是优质饲料。菰叶无论从蛋白含量及必需氨基酸组成等方面看，作为草鱼饵料是很适合的。在洪湖网箱中，我们以鲜菰叶养草鱼成鱼和鱼种，不投其他饵料，草鱼生长良好，折合亩产3241公斤。从4月至9月，鲜菰叶养草鱼的饵料系数仅为15—20之间。此外，我们研制了含菰叶粉30—50%的配合饵料，对草鱼的适口性好，有明显效果，有关结果将予另文报道。这种颗粒饵料可以解决当前饲料原料来源的短缺，达到以粗代精，如能利用洪湖中20%的菰叶资源，每年可节省下1千多万公斤其他精料。

菰茎作为鱼饵料显然不如菰叶，但不失为优质的家畜饲料。可就地发展养畜业，或收割供应大城市乳牛场。通过收割利用又可控制野菰的蔓延。菰茎的可溶性糖含量高，如经过适当加工处理，有可能被利用作为发酵工业的原料。

我国东北三江平原沼泽地及白洋淀、微山湖、洪泽湖、太湖和洪湖等湖泊中均有几万亩至几十万亩的野菰群落，如果广为利用，将可获较大效益。

参 考 文 献

- [1] 王子芳，1959。农业化学分析。114—140页。高等教育出版社。
- [2] 毛永庆，蔡发盛，林鼎，1985。幼鲩(草鱼)对蛋白质，糖，脂肪，无机混合盐和纤维素日需要量的研究。鱼类学论文集，(第四辑)：81—82。
- [3] 赵铁男，常瀛莲，王维军，1982。种子品质分析。9—124页。黑龙江科学技术出版社。
- [4] Hansen, S. A., 1975. Thin-layer chromatographic method for the identification of mono-, di- and trisaccharides. *J. Chromatography*, **107**: 224—226.
- [5] Molyaka, A. N., 1975. Dynamics of the accumulation of chlorophyll, carotene and ascorbic acid in some wild-growing and introduced feed plants of the Kremenchut'skoe reservoir. *Introd. Aklim. Rosl. Ukr.*, **7**: 146—152.
- [6] Terrell, E. E. and Wiser, W. J., 1975. Protein and lysine contents in grains of three species of wild-rice (*Zizania*, *Gramineae*). *Bot. Gaz.*, **163**: 312—316.
- [7] Turdiev, S. Y., 1968. Broad-leaved wild rice and its ensilage ability. *Izv. Acad Nauk Kaz. SSR ser. Biol.*, **6**: 13—19.
- [8] Yamasaki, S., and Tange, I., 1981. Growth responses of *Zizania latifolia*, *Phragmites australis* and *Miscanthus sacchariflorus* to varying inundation. *Aquatic Bot.*, **10**: 229—239.

ZIZANIA LATIFOLIA IN LAKE HONGHU AND THE ANALYSIS OF ITS CHEMICAL COMPOSITION

Wang Yeqin and Feng Bo

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan)

Abstract

Zizania latifolia is one of the major aquatic macrophytes in lake Honghu, Hubei province. It covers an area of 127 Km² in the lake (355 Km²), with a biomass of the shoot of 4379 g m⁻² in fresh wt. and a potential annual yield over 121,700 tons dry wt in total. However, it has not yet been used effectively.

Protein and amino acids in different organs of this plant were analyzed. In terms of percentage in dry wt, the contents of protein and amino acids are 7.0 and 4.76 in root, 11.3 and 8.85 in rhizome, 9.5 and 7.15 in stalk, 22.4 and 16.53 in tender stalk, 16.8 and 14.61 in leaf, respectively. It was found that the contents of the essential amino acids in 500 g dry wt of leaf approximate to that of the essential amino acids in 100 g dry wt of dorsal muscle of the juvenile grass carp.

Other chemical constituents were also determined. The contents in percentage are: fat, 3.4—4.2 in leaf and 2.2 in stalk; crude fiber, 26.8—28.0 in leaf and 24.2 in stalk; ash, 10.0—10.3 in leaf and 5.8 in stalk. The stalk contains soluble carbohydrates more than 30% of dry wt and glucose, fructose, sucrose and maltose are rich. Thus, *Zizania latifolia* is a feeding crop of high quality.

Key words *Zizania latifolia*, Biomass, Chemical composition