

额尔齐斯河东方欧鳊食性研究

张志明^{1,2}, 谢从新², 丁慧萍², 汪应文³, 郭焱⁴, 丁少波⁵

(1.水利部水工程生态效应与生态修复重点实验室 水利部中国科学院水工程生态研究所,湖北 武汉 430079;

2.华中农业大学水产学院,湖北 武汉 430070;

3.长阳土家族自治县水产技术推广站,湖北 长阳 443500;

4.新疆水产科学研究所,新疆 乌鲁木齐 830000;

5.北京中环格亿技术咨询有限公司,北京 100012)

摘要:通过分析额尔齐斯河东方欧鳊(*Abramis brama*)的食物组成、摄食强度和摄食策略,探究其在摄食形态学上的适应性,进一步补充和完善东方欧鳊生物学基础资料,为其人工增养殖提供技术支持。2014年5月至2015年6月,采用三层流刺网、定置刺网和围网,在额尔齐斯河中国段下游分季节连续采集东方欧鳊样本152尾。通过对鱼类样本进行测定、分析和处理,分别对东方欧鳊的摄食强度以及食物组成和摄食策略进行了研究。结果表明,152尾东方欧鳊样品的空肠率为30.92%。根据数量百分比分析,藻类在东方欧鳊食物组成中占绝对优势(99.82%),其中硅藻门的比例最高(73.09%);通过重量百分比、相对重要性指数百分比以及优势度指数指标分析,在每年的5-6月,额尔齐斯河东方欧鳊主要摄食水生昆虫幼体,以摇蚊幼虫为主,藻类在食物组成中的比重极小;Amundsen图表示法表明,此时东方欧鳊为偏动物食性的广食性鱼类,且不同个体间食物组成存在一定差异。东方欧鳊的摄食消化器官形态与其食性相适应。

关键词:东方欧鳊;食物组成;摄食策略;额尔齐斯河

中图分类号:Q148 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2019)01-0079-07

食性研究是鱼类生态学研究的重要组成部分。通过鱼类食性分析,既能够了解鱼类的摄食习性及与其他鱼类的捕食和竞争关系,进而评估鱼类的生态地位及功能;又可以为水域中饵料资源的合理利用和渔产量估算提供理论依据(陈大刚,1995;殷名称,1995;袁刚等,2011)。关于鱼类食性研究的报道很多,新的方法和理论也在不断的发展和更新,研究内容涉及鱼类的食物组成、食物选择、摄食时空变化、营养级和生态位、食物网及能量流动等方面(薛莹和金显仕,2003)。

东方欧鳊(*Abramis brama*)隶属于鲤形目(Cypriniformes)、鲤科(Cyprinidae)、雅罗鱼亚科(Leuciscinae)、欧鳊属(*Abramis*),原产于欧洲各地,19世纪50年代被渔业工作者移植到中亚细亚的巴尔喀什湖,后沿伊犁河和额尔齐斯河进入我国新疆境内,现已成为该地区的主要经济鱼类之一。

国外对东方欧鳊食性方面的研究颇多(Kakareko, 2001; Ziliukiene et al, 2005; Zapletal et al, 2013);国内仅见阿达可白克·可尔江(2003)对乌伦古湖东方欧鳊食物组成方面的简单定性分析;而关于额尔齐斯河中国段东方欧鳊食性的相关研究还未见报道。

本研究主要对额尔齐斯河东方欧鳊的食物组成、摄食强度和摄食策略进行分析和研究,并描述其在摄食形态学上的适应性,以期为东方欧鳊人工增养殖提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 样本采集与处理

2014年5月至2015年6月,在额尔齐斯河中国段下游分季节定时采集东方欧鳊152尾(图1)。采样工具为三层流刺网(内层网目10 cm;外层网目23 cm)、定置刺网(网目2.5 cm)以及围网(网目1.0 cm)。测量体长、体重等生物学指标,长度精确至1 mm,重量精确至0.1 g。鱼类样本在新鲜状态下进行解剖,目测法观察肠道食物充塞度等级,选择肠充塞度3级以上的样本,取前肠内含物,吸干表面水分并称重,10%中性福尔马林固定,50 mL离心管标记、保存。

收稿日期:2017-03-28

基金项目:科技部基础性研究专项《新疆跨界河流水生生态与鱼类资源调查》(2012FY112700);国家青年科学基金项目(31800391)。

作者简介:张志明,1985年生,男,助理研究员,主要从事鱼类生态学研究。E-mail: zhangzm@mail.ihe.ac.cn

通信作者:丁少波。E-mail: 11708878@qq.com



图1 2014-2015年东方欧鳊额尔齐斯河采样点

Fig.1 Sampling locations of *A. brama* in the Irtysh River in China, 2014 - 2015

1.2 摄食强度

参考殷名称(1995)的分级方法,将肠道充塞度指数分为6级(0、1、2、3、4、5),依次判定充塞度。采用空肠率衡量东方欧鳊的摄食强度,即:空肠率=肠道内不含食物的样品数/肠道样品总数 $\times 100\%$ 。

1.3 食物组成鉴定与分析

对31尾肠道充塞度3级以上的鱼类前肠食性样本进行了分析。样品静置2~3 d后,蒸馏水定容,充分摇匀后转入0.1 mL或1 mL计数框,在显微镜(Olympus CX21)或解剖镜(Leica EZ4D)下进行观察和鉴定。

浮游植物和原生动物采用0.1 mL计数框,充分摇匀后,用移液枪迅速移取0.1 mL样品至计数框中,高倍镜(Olympus CX21)下计数浮游植物种类及数量,视野数按浮游植物多少酌情增减,中倍镜下全片计数原生动物;轮虫采用1 mL计数框,中倍镜下全片计数;以上分别计数2片,取均值作为最终结果。枝角类和桡足类采用1 mL计数框,分多次全部计数,计数完的样品用纯净水冲洗入培养皿中,解剖镜下对底栖动物进行种类鉴定和计数,鉴定完毕用吸水纸吸干表面水分,电子天平称重(精确至0.0001 g)。浮游生物的生物量参考相关文献测定(章宗涉和黄祥飞,1995;赵文,2005)。采用体积换算法,用形态相近的几何体积公式计算浮游生物体积(形状特殊的分多个部分测量后相加)。因密度接近于1,故可直接由体积换算成生物量,细胞体积(mL)相当于细胞质量(g)。生物量即为各种水生生物的平均体积乘以各自的数量。

采用出现率百分比(P_F)、数量百分比(P_N)、重

量百分比(P_W)、相对重要性指数(IRI)、相对重要性指数百分比(P_{IRI})以及优势度指数(IP)进行食物组成分析,计算公式如下(张堂林,2005):

$$P_F = \frac{F_i}{N_c} \times 100\%$$

$$P_N = \frac{N_i}{\sum_{i=1}^n N_i} \times 100\%$$

$$P_W = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \times 100\%$$

$$IRI = (P_N + P_W) \times P_F$$

$$P_{IRI} = \frac{IRI_i}{\sum_{i=1}^n IRI_i} \times 100\%$$

$$IP = \frac{P_F \times P_W}{\sum_{i=1}^n P_i \times P_w} \times 100\%$$

式中: F_i 为包含饵料*i*的鱼类数量; N_c 为用于食性分析的鱼类总数; N_i 和 W_i 分别为饵料*i*的总数量和总重量; n 为某种鱼类饵料生物的总数。

1.4 摄食策略

采用改进的Costello(1990)图示法,即Amundsen等(1996)图示法描述鱼类的摄食策略,分别以出现率百分比和特定饵料丰度(The prey-specific abundance)为横、纵坐标构成二维图,以此描述饵料的重要性的捕食者的摄食策略,同时分析鱼类种群摄食的个体差异性。特定饵料丰度是指某种饵料在有该种饵料出现的捕食者的食物中所占的比例,本研究以重量百分比(P_W)表示。

1.5 摄食消化器官形态学

测量的摄食形态学指标包括体长、肠长。自肛门沿腹中线剪至喉部,于鱼体左侧自臀鳍向背部剪至脊椎附近,再向前剪至鳃盖,打开体腔观察消化道形态结构,取肠道并测量肠长(刘怀如和张耀光,2001;季强,2008)。

除去头部两侧的鳃盖骨,然后自口角两侧沿中线剪开,打开口咽腔,观察和记录咽喉齿齿式及第一鳃弓内鳃耙和外鳃耙数目(杨学芬等,2003)。

1.6 数据处理与分析

图片处理和统计分析采用R(R core team, Vienna Austria), Lab Origin pro 8.5.1 (Originlab, Northampton, MA, USA)和Photoshop CS5 Extended (Adobe, San Jose, CA, USA)。统计检验水平为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 摄食强度

用于研究东方欧鳊摄食强度的样本共计 152 尾, 体长 94 ~ 307 mm, 平均 (178.5 ± 46.65) mm, 其中 47 尾为空肠, 充塞度为 0, 空肠率 30.92%; 31 尾个体在 3 级以上。

2.2 食物组成

选择肠充塞度 3 级以上的 31 尾东方欧鳊样本, 体长 115 ~ 240 mm, 平均体长 (180.7 ± 37.5) mm, 研究东方欧鳊的食物组成。从东方欧鳊的肠道中检出浮游植物 7 门 58 属, 其中硅藻门 26 属, 绿藻门 20 属, 蓝藻门 6 属, 裸藻门 3 属, 甲藻门、金藻门、隐藻门各有 1 属; 检出原生动物 2 属, 轮虫 1 属, 枝角类 2 属, 桡足类 1 目, 水生昆虫 1 科; 此外, 还有线虫、植物碎屑、少量的卵和鱼鳞以及大量泥沙。

从出现率(P_F)来看, 东方欧鳊主要摄食硅藻和摇蚊幼虫, 二者的出现率均为 100%。硅藻主要以等片藻属、菱形藻属、桥弯藻属以及舟形藻属为主, 其出现率也均为 100%; 其次为曲壳藻属和异极藻属, 出现率为 93.55%。摄食的主要动物性饵料除摇蚊幼虫以外, 还包括摇蚊蛹 (67.74%) 和桡足类 (48.39%), 植物碎屑在食物组成中同样占有一定比例 (35.48%)。

从数量百分比(P_N)来看, 藻类在东方欧鳊食物组成中占绝对优势 (99.82%); 其中硅藻门比例最高 (73.09%), 蓝藻门其次 (23.01%)。硅藻门中以菱形藻属和舟形藻属的占比较大, 分别为 22.33% 和 22.98%; 蓝藻门以颤藻的占比较大, 为 17.50%; 摇蚊幼虫的个数比仅为 0.09%。

从重量百分比(P_W)来看, 东方欧鳊主要摄食水生昆虫幼虫 (99.76%); 其中摇蚊幼虫占 84.08%, 节肢动物残体占 15.06%, 摇蚊蛹占 0.62%; 藻类的重量百分比仅为 0.17%。

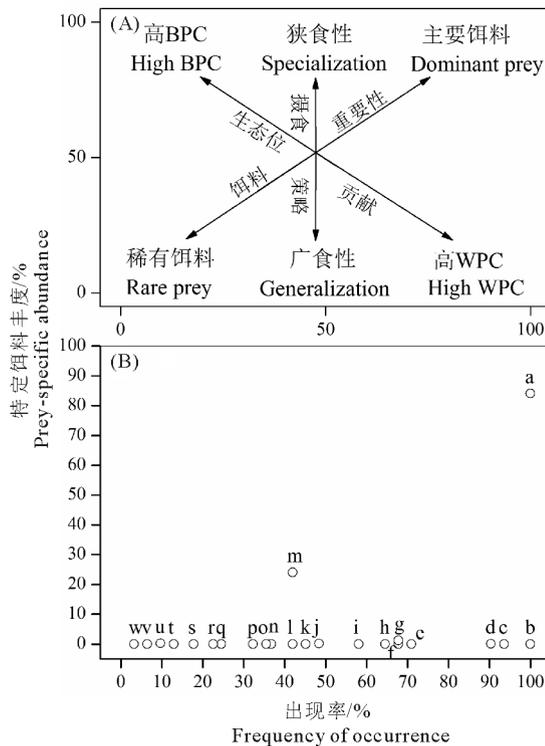
从相对重要性指数百分比(P_{IRI})来看, 摇蚊幼虫是东方欧鳊的主要食物, 其比例为 47.98%, 其次为菱形藻属和舟形藻属, 二者的比例分别为 12.76% 和 13.11%。

从优势度指数(IP)来看, 水生昆虫幼虫在东方欧鳊食物组成中占绝对优势 (99.81%), 摇蚊幼虫是东方欧鳊的主要食物 (92.41%), 其次为节肢动物残体, 比例为 6.94%。

2.3 摄食策略

采用 Amundsen 等 (1996) 图示法描述东方欧

鳊的摄食策略(图 2-A)。从饵料重要性来看, 绿藻、蓝藻以及浮游动物等大部分饵料分布在图的左下角, 说明这些饵料为东方欧鳊的稀有饵料或者不重



(a) 摇蚊幼虫; (b) 菱形藻属、舟形藻属、桥弯藻属、等片藻属; (c) 曲壳藻属、异极藻属; (d) 卵形藻属; (e) 双菱藻属; (f) 颤藻属; (g) 摇蚊蛹; (h) 羽纹藻属、针杆藻属; (i) 峨眉藻属; (j) 剑水蚤; (k) 双眉藻属; (l) 星杆藻属、囊裸藻属; (m) 节肢动物残体; (n) 布纹藻属、栅藻属、窗纹藻属、直链藻属、平裂藻属; (o) 植物碎屑; (p) 脆杆藻属、小环藻属; (q) 波缘藻属、鼓藻属、转板藻属、菱板藻属、念珠藻属; (r) 丝藻属; (s) 双壁藻属、拟新月藻属、隐藻属、美壁藻属、裸藻属、扁裸藻属; (t) 新月藻属、双楔藻属、长篦藻属、线虫、纤维藻属; (u) 水绵属; (v) 尖额溞属、锥囊藻属、棒杆藻属、轮虫属、小球藻属、拟鱼腥藻属、集星藻属、砂壳虫属、空星藻属; (w) 微胞藻属、鞘藻属、绿球藻属、球囊藻属、盘肠溞属、卵、鱼鳞、盘星藻属、咀嚼器、浮球藻属、拟多甲藻属、衣藻属、尖头藻属、四角藻属、顶接鼓藻属、辐节藻属、席藻属、表壳虫属

图 2 Amundsen 图示法及额尔齐斯河东方欧鳊的摄食策略

(a) Chironomidae larvae; (b) *Nitzschia*, *Navicula*, *Cymbella*, *Diatoma*; (c) *Achnanthes*, *Gomphonema*; (d) *Cocconeis*; (e) *Surirella*; (f) *Oscillatoria*; (g) Chironomida pupae; (h) *Pinnularia*, *Synedra*; (i) *Ceratoneis*; (j) Cyclopoida; (k) *Amphora*; (l) *Asterionella*, *Trachelomonas*; (m) Unidentified arthropod; (n) *Gyrosigma*, *Scenedesmus*, *Epithemia*, *Melosira*, *Merismopedia*; (o) Plant debris; (p) *Fragilaria*, *Cyclotella*; (q) *Cymatopleura*, *Cosmarium*, *Mougeotia*, *Hantzschia*, *Nostoc*; (r) *Ulothrix*; (s) *Diploneis*, *Closteriopsis*, *Cryptomonas*, *Caloneis*, *Euglena*, *Phacus*; (t) *Isoetrium*, *Didymosphenia*, *Neidiun*, Nematode, *Ankistrodesmus*; (u) *Spirogyra*; (v) *Alona*, *Dinobryon*, *Rhopalodia*, *Rotaria*, *Chlorella*, *Anabaenopsis*, *Actinastrum*, *Diffflugia*, *Coelastrum*; (w) *Microspora*, *Oedogonium*, *Chlorococcum*, *Sphaerocystis*, *Chyolorus*, Egg, Fish scale, *Pediastrum*, Unidentified Bdelloidea, *Planktosphaeria*, *Peridiniopsis*, *Chlamydomonas*, *Raphidiopsis*, *Tetraedron*, *Spondylosium*, *Stauroneis*, *Phormidium*, *Arcella*

Fig.2 Analysis of *A. brama* feeding strategy using the Amundsen graphical method

要饵料,摇蚊幼虫分布在图的右上角,其出现率为100%,特定饵料丰度为84.08%,是东方欧鳊的重要饵料,节肢动物残体分布在图的中部,是较重要的饵料。

从摄食策略来看(图2-B),额尔齐斯河东方欧鳊摄食的饵料种类较多,大部分沿 x 轴分布在图的下方,说明其为广食性鱼类;生态位贡献方面,不同饵料生物在图中的分布位置说明东方欧鳊种群内不同个体的食物组成存在一定的差异。该图示法表明摇蚊幼虫是额尔齐斯河东方欧鳊的主要食物。

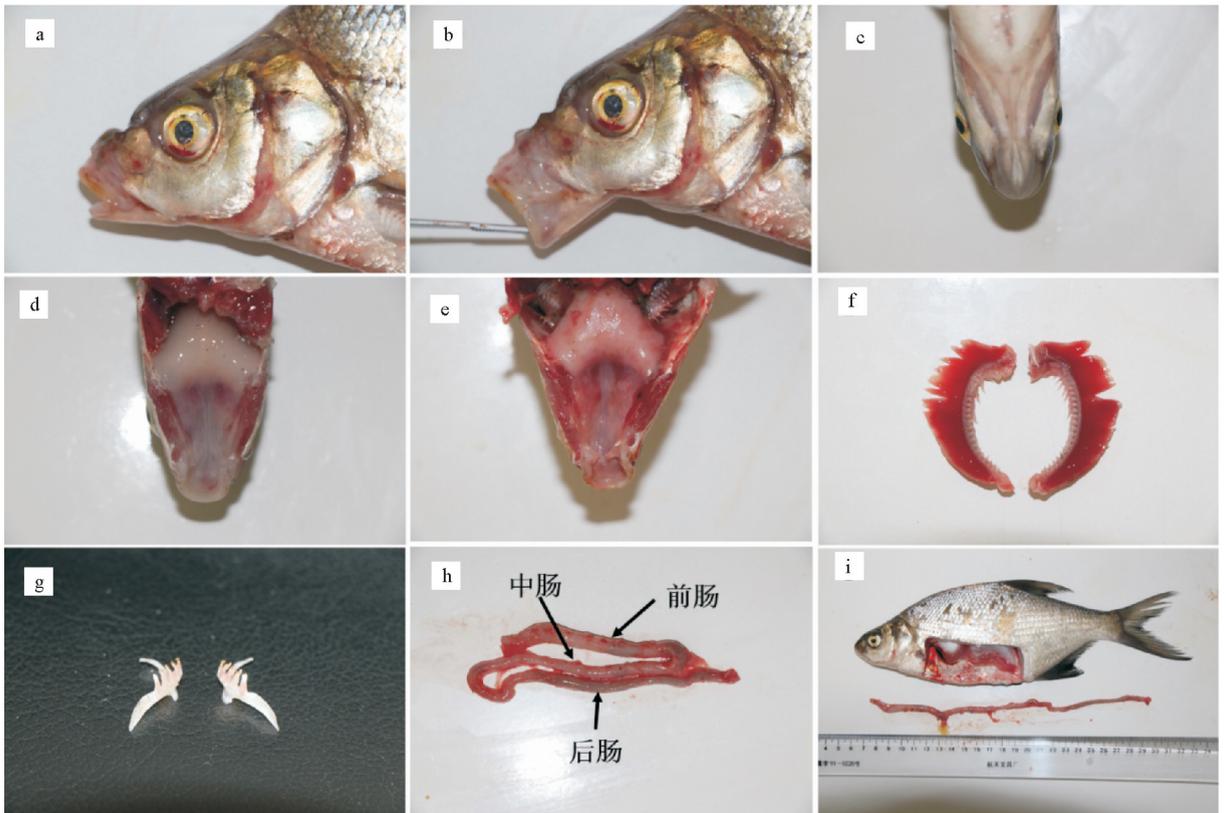
2.4 摄食消化器官形态

东方欧鳊的消化系统包括由口咽腔、食道、肠、肛门组成的消化道和由肝胰脏组成的消化腺。

2.4.1 口咽腔 东方欧鳊头呈近三角形,口前位,

口裂小,呈马蹄形,可向前伸出(图3-a,b);上颌稍长于下颌,上颌后端伸至前鼻孔下方(图3-c);口咽腔较大,口咽腔背面有厚厚的角质垫,表面布满密集的乳突;口腔腹面光滑,腹壁向内凸起;口内无齿和游离舌(图3-d,e);外鳃耙数23~28,内鳃耙数22~29(图3-f);喉部具第5对鳃弓退化形成的粗壮侧扁形咽齿,1行,5/5,下咽骨前段狭细,后端较粗,呈弧形弯曲(图3-g)。

2.4.2 消化道 东方欧鳊消化道较短,无胃,肠管盘曲简单,只有2个弯曲,将整个肠管分为3部分(即前、中、后肠);其中,前肠较粗,肠壁较厚,稍短;中肠肠壁较前肠薄,长度中等;后肠肠壁最薄(图3-h,i)。肠长与体长之比为0.98~1.49,平均值为 (1.14 ± 0.11) 。



(a)头部侧面观;(b)嘴部扩张侧面观;(c)下颌;(d)口咽腔背面;(e)口咽腔腹面;(f)鳃耙;(g)下咽齿;(h)肠道;(i)腹部解剖。

图3 东方欧鳊摄食消化器官形态特征

(a) Lateral view of head; (b) Lateral view of mouth extension; (c) Lower jaw; (d) Dorsal side of oropharyngeal cavity; (e) Ventral side of oropharyngeal cavity; (f) Gill raker; (g) Pharyngeal teeth; (h) Intestines; (i) Dissection

Fig.3 Morphological characters of feeding and digestive organs in *A. brama*

3 讨论

3.1 东方欧鳊摄食及食物组成

鱼类的摄食强度、食物选择及摄食策略会随着鱼类性别、生长以及季节的变化而发生改变(Woot-

ton, 1999; Morte et al, 2001; Hovde, 2002; 马宝珊, 2011)。本研究发现,额尔齐斯河东方欧鳊摄食强度小,充塞度多数在3级以下,这与额尔齐斯河的理化指标和地质环境密切相关,新疆地处中国西北部,冬季寒冷而漫长,每年的3月底或4月初为河流解冻

期, 洄游过程中恰逢额尔齐斯河洪水期, 河水流速较快, 加之刚刚经历漫长的冬季, 水体中浮游生物密度和生物量较低, 导致鱼类能够摄食的饵料资源有限。

额尔齐斯河东方欧鳊为偏动物食性的广食性鱼类, 以水生昆虫幼虫(摇蚊幼虫)为主要食物, 同时摄食少量浮游植物, 这与国外许多学者的研究结果类似(Giles et al, 1990; Biró et al, 1991; Kakareko, 2001)。然而, Zapletal 等(2013)对 Hamry 水库(捷克)东方欧鳊食性的研究表明, 该水域东方欧鳊以水生植物及其碎屑为主要食物, 大型底栖动物和浮游动物在食物组成中所占比例较低; 有研究认为, 鱼类对食物的选择性由鱼类对饵料生物的喜好性和饵料生物的易得性共同决定(Grabowska et al, 2009; Zapletalet al, 2013); 此外, 结合李君等(2014)和王军等(2014)的调查结果, 额尔齐斯河 5-10 月水体中生物群落主要由浮游植物(以硅藻门和绿藻门为主)、底栖动物(以浮游幼虫和摇蚊幼虫为主)、原生动物、枝角类和桡足类构成。额尔齐斯河东方欧鳊以摇蚊幼虫为主食物, 可能与本研究调查时段水体中摇蚊幼虫生物量相对较高有关, 而并非其对浮游幼虫的选择性高于其他水生昆虫幼虫。

3.2 东方欧鳊摄食器官生态适应性

鱼类的摄食器官在长期演化过程中, 形成了与其栖息环境、食性类型及捕食方式的适应性(季强, 2008); 同时, 鱼类的捕食方式和食性类型之间存在密切关系, 也是长期适应的结果, 服从于耗能少获益多的原则(解涵和解玉浩, 2003)。东方欧鳊体呈卵圆形、较高、甚侧扁、游泳速度中等, 这些特性能够保证其在捕获水生昆虫幼虫的同时, 又具有一定逃避捕食的能力(阿达可白克·可尔江, 2003)。本研究表明, 东方欧鳊口裂小, 可向前伸出, 适于捕食个体小、游泳能力弱的水生昆虫幼虫; 耙数目中等、口内无齿, 喉部具有相对发达的下咽齿和角质垫, 通过二者的研磨将通过咽部的食物压碎; 消化道无胃, 肠长与体长之比接近 1:1, 前肠粗且肠壁较厚。以上特征都与东方欧鳊偏动物食性的杂食性特征相符, 其摄食消化器官的形态特征也与其食性类型形成了很好的适应性。

参考文献

阿达可白克·可尔江, 刘军, 陈钦勇, 2003. 乌伦古湖东方欧鳊的生物学及开发利用研究[J]. 上海水产大学学报, 12(4): 366-370.
陈大刚, 1995. 渔业资源生物学[M]. 北京: 中国农业出版社.

季强, 2008. 六种裂腹鱼类摄食消化器官形态学与食性的研究[D]. 武汉: 华中农业大学.
解涵, 解玉浩, 2003. 鱼类摄食的经济学[J]. 河北渔业, (6): 11-14.
李君, 周琼, 谢从新, 等, 2014. 新疆额尔齐斯河周丛藻类群落结构特征研究[J]. 水生生物学报, 38(6): 1033-1039.
刘怀如, 张耀光, 2001. 南方鲇消化系统的解剖[J]. 泉州师范学院学报, 19(6): 75-79.
马宝姗, 2011. 异齿裂腹鱼个体生物学和种群动态研究[D]. 武汉: 华中农业大学.
王军, 周琼, 谢从新, 等, 2014. 新疆额尔齐斯河大型底栖动物的群落结构及水质生物学评价[J]. 生态学杂志, 33(9): 2420-2428.
薛莹, 金显仕, 2003. 鱼类食性和食物网研究评述[J]. 海洋水产研究, 24(2): 76-87.
杨学芬, 谢从新, 杨瑞斌, 2003. 梁子湖 6 种凶猛鱼摄食器官形态学的比较[J]. 华中农业大学学报, 22(3): 257-259.
殷名称, 1995. 鱼类生态学[M]. 北京: 中国农业出版社.
袁刚, 茹辉军, 刘学勤, 2011. 洞庭湖光泽黄颡鱼食性研究[J]. 水生生物学报, 35(2): 270-275.
张堂林, 2005. 扁担塘鱼类生活史策略、营养特征及群落结构研究[D]. 中国科学院水生生物研究所.
章宗涉, 黄祥飞, 1995. 淡水浮游生物研究方法[M]. 北京: 科学出版社.
赵文, 2005. 水生生物学[M]. 北京: 中国农业出版社.
Amundsen P A, Gabler H M, Staldvik F J, 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data-modification of the Costello (1990) method[J]. J Fish Biol, 48: 607-614.
Biró P, Sadek S E, Paulovits G, 1991. The food of bream (*Abramis brama* L.) in two basins of Lake Balaton of different trophic status[J]. Hydrobiologia, 209: 51-58.
Costello M J, 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis[J]. J Fish Biol, 36: 261-263.
Giles N, Street M, Wright R M, 1990. Diet composition and prey preference of tench, *Tinca tinca* (L.), common bream, *Abramis brama* (L.), perch, *Perca fluviatilis* L. and roach, *Rutilus rutilus* (L.), in two contrasting gravel pit lakes: potential trophic overlap with wildfowl[J]. J Fish Boil, 37: 945-957.
Grabowska J, Grabowski M, Kostecka A, 2009. Diet and feeding habits of monkey goby (*Neogobius fluviatilis*) in a newly invaded area[J]. Biol Invasions, 11: 2161-2170.
Hoogenboezem W, Boogaart J G M, Sibbing F A, et al, 1991. A new model of particle retention and branchial

- sieve adjustment in filter-feeding bream (*Abramis brama*, cyprinidae)[J]. Can J Fish Aquat Sci, 48: 7-18.
- Hovde S C, Albert O T, Nilssen E M, 2002. Spatial, seasonal and ontogenetic variation in diet of Northeast Arctic Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) [J]. ICES J Mar Sci, 59: 421-437.
- Kakareko T, 2001. The diet, growth and condition of common bream, *Abramis brama* (L.) in Wloclawekreservoir[J]. Acta Ichthyol Piscat, 31:37-53.
- Kangur K, Kangur A, Kangur P, 1999. A comparative study on the feeding of eel, *Anguilla anguilla* (L.), bream, *Abramis brama* (L.) and ruffe, *Gymnocephalus cernuus* (L.) in Lake Vortsjarv, Estonia [J]. Hydrobiologia, 408: 65-72.
- Lammens E H R R, 1985. A test of a model for planktivorous filter feeding by bream *Abramis brama* [J]. Environ Biol Fish, 13: 289-296.
- Morte S, Redon M J, Sanz-Brau A, 2001. Diet of *Scorpaena porcus* and *Scorpaena notate* (Pisces: Scorpaenidae) in the western Mediterranean[J]. Cah Biol Mar, 42: 333-344.
- Vinni M, Horppila J, Olin M, et al, 2000. The food, growth and abundance of five co-existing cyprinids in lake basins of different morphometry and water quality [J]. Aquat Ecol, 34: 421-431.
- Winfield I J, Townsend C R, 1988. Factors affecting prey selection by young bream *Abramis brama* and roach *Rutilus rutilus*: insights provided by parallel studies in laboratory and field [J]. Environ Biol Fish, 21: 279-292.
- Wootton R J, 1990. Ecology of teleost fishes[M]. London-New York: Chapman and Hall.
- Zapletal T, Mares J, Jurajda P, et al, 2013. The food of common bream (*Abramis brama* L.) in a biomanipulated water supply reservoir[J]. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 60: 357-366.
- Ziliukiene V, 2005. The diet of *Abramis brama* (L.) larvae reared in illuminated cages[J]. J Appl Ichthyol, 21: 406-409.

(责任编辑 万月华)

Study on the Feeding Habits of Bream *Abramis brama* from the Irtysh River

ZHANG Zhi-ming^{1,2}, XIE Cong-xin², DING Hui-ping²,

WANG Ying-wen³, GUO Yan⁴, DING Shao-bo⁵

(1.Key Laboratory of Ecological Impacts of Hydraulic-Projects and Restoration of Aquatic Ecosystem of Ministry of Water Resources, Institute of Hydroecology, Ministry of Water Resources and Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430079, P.R.China;

2.College of Fisheries, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, P.R.China;

3.Changyang Tujia Autonomous County Aquatic Product Technology Promotion Department, Changyang 443500, P.R.China;

4.Xinjiang Fisheries Research Institute, Urumqi 830000, P.R.China;

5.Beijing Zhong Huan Ge Yi Technology Consulting Co., Ltd., Beijing 100012, P.R.China)

Abstract: Feeding habit is an important component of fish ecology. Analysis of food composition for different fish species provides information on predation and competition and is useful for evaluating the ecological status and function of a species within the fish community. The analysis also provides a theoretical basis for rational utilization of bait resources and estimating fishing yields. In this study, we analyzed the food composition, feeding intensity and strategies of *Abramis brama* (bream) in the Irtysh River. *A. brama* is the primary economic fish species in the local area and study results supplement the biological data and provide theoretical and technical support for artificial propagation and breeding of the species. During the study, 152 *A. brama* were collected from the lower Irtysh River from May 2014 to June 2015. The body length and weight of all specimens were measured, the degree of intestine filling was ranked from 0 - 5. Among the 152 fish examined, filling degree rank was 0 in 47 fish (30.92%) and above 3 in 31 fish (20.39%). Food composition was analyzed in fish with a filling degree rank above 3 and the dominant food of *A. brama*, calculated as percent by number (P_N) of organisms consumed, was algae (99.82%) with Bacillariophyta being most of ten consumed (73.09%). Based on the weight percentage (P_W), percentage of relative importance index (P_{IRI}) and dominance index (IP), aquatic insect larvae (especially Chironomidae) was the most important prey. The Amundsen figure analysis indicates that *A. brama* is euryphagous, with a bias towards to aquatic insect larvae. Food composition displayed little difference among individuals and *A. brama* feeding and digestive organs were found to be well adapted to observed feeding habits.

Key words: *Abramis brama*; food composition; feeding strategy; Irtysh River