

太湖渔获物资源分析及渔业管理

沈振华¹, 杨建忠¹, 毛志刚^{2*}, 朱茂晓¹, 吴林坤¹

(1. 江苏省太湖渔业管理委员会办公室, 江苏苏州 215004; 2. 中国科学院南京地理与湖泊研究所湖泊与环境国家重点实验室, 江苏南京 210008)

摘要 根据2012年9~12月的太湖鱼类资源调查, 结合历年渔业捕捞数据及渔具渔法等资料, 分析了太湖渔业的发展趋势及其资源的空间分布特征。结果表明, 太湖鱼类捕捞产量总体上呈不断增长的趋势, 但近年来湖鲢等小型鱼类的比重不断增加, 渔业资源的小型化衰退趋势明显。网簖与高踏网的捕捞产量主要集中在开捕初期, 并且不同湖区的渔获物产量及组成存在显著差异。太湖各湖区的鱼类资源密度依次为湖心区>东部湖区>北部湖区; 不同食性鱼类的资源分布亦存在明显差异, 其中浮游食性鱼类的资源密度在湖心区最高, 草食性鱼类则在东部湖区最高, 这与浮游生物、水生植物等生物饵料的分布格局密切相关。针对太湖捕捞渔业特征及存在问题, 提出严格控制捕捞强度、合理调整开捕时间和强化大型经济鱼类的增殖放流等建议, 以期对太湖渔业资源的合理调控和有序保护提供科学依据。

关键词 渔获物组成; 渔业资源; 渔业管理; 太湖

中图分类号 S937 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)01-00117-04

Fish Catches Analysis and Fishery Management in Lake Taihu

SHEN Zhen-hua et al (Lake Taihu Fishery Management Commission of Jiangsu Province, Suzhou, Jiangsu 215004)

Abstract Based on the historic data of fish catches and an investigation on fish resources during Sep. -Dec. in 2012 in Lake Taihu, the dynamic variation of fishery resources and their spatial distribution characteristics were analyzed. The results showed the total fishery yield had increased quickly in recent years, and the percentage of small fishes had increased in fish catches, while the percentage of other large fishes had decreased rapidly. The tendency of smaller-scale fishery in Lake Taihu was more obvious. The main fishing catches of fish trap and bottom trawl concentrated in the beginning of the opening date and the fish density in different lake regions was in the order of center region of Lake Taihu > eastern lake region > northern lake region. Compared with fishery resources of different lake areas, the results indicated that planktivorous fish had the highest resource density in the center lake region, while the density of herbivorous fish was relatively higher in the eastern lake region, and these obvious differences among the compositions of catches in different lake regions reflected the influence of biological resources on the compositions of fishery resources. Finally, some management measures were offered to control the tendency of smaller-scale fishery based on the present research, such as controlling the fishing gear specifications and catching intensity, adjusting the catching time and raising the number of stocking large fish.

Key words Composition of fish catches; Fishery resources; Fishery management; Lake Taihu

太湖地区气候温和、水网稠密, 渔业资源丰富。自20世纪80年代后期以来, 蓝藻水华频繁发生, 湖泊水环境质量不断下降, 同时由于江湖阻隔、过度捕捞等原因使太湖渔业产量和渔业结构发生巨大变化^[1-2]。太湖鱼类研究开始于1951年, 迄今为止已进行了10多次渔业资源调查, 调查内容主要集中在鱼类种属的记录、鱼类区系的演化以及生物多样性的研究^[3-5], 而关于太湖不同类型湖区的渔获物组成分析的报道较少^[6], 特别是不同渔具或不同捕捞时间段内的渔业资源产量变化还未见报道。同时, 太湖渔业资源一直面临着巨大的捕捞压力, 捕捞过度与资源养护已成为太湖渔业研究与管理关注的焦点之一^[7]。笔者于2012年9~12月对太湖鱼类资源进行了系统调查, 调查内容包括渔具渔法、渔获物种类和组成以及渔业资源总量估算等, 同时结合太湖历年渔业资料以及不同类型湖区的划分, 分析了太湖渔业的发展趋势及其资源的空间分布特征, 并探讨了控制太湖鱼类资源小型化衰退趋势的对策, 以期对太湖渔业资源的合理调控和有序保护提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区 2012年9~12月, 在太湖东部湖区、北部湖区

基金项目 国家科技支撑计划项目(2012BAD25B06/07)。

作者简介 沈振华(1971-), 男, 江苏苏州人, 工程师, 从事渔业资源管理研究, E-mail: shenzhenhua_szh@126.com。*通讯作者, 助理研究员, 博士, 从事鱼类生态学研究, E-mail: dazhaxie217@163.com。

收稿日期 2013-12-04

和湖心区3个区域, 收集整理渔民网簖和高踏网等渔具的渔获物产量及鱼类组成等资料, 其中网簖共设置23个调查点位(119°08'~121°55'E, 30°05'~32°08'N)(图1), 高踏网共调查12副网具的全部作业情况。

1.2 研究方法 2012年9~12月太湖开捕期间在洞庭山、平台山、贡湖湾、梅梁湾等处设置定点网簖(网簖墙网长200 m, 网目4 cm), 详细收集渔获物资料。2012年9月6日~9月30日高踏网开捕期间, 租用底层拖网渔船, 使用高踏网(网长1500 m, 网目0.5 cm)进行水平拖网调查。调查共收集12副高踏网的渔获物产量及作业情况, 由于高踏网作业区域主要集中在湖心区, 因此未对高踏网渔获物进行分区调查。采集到的渔获物现场鉴定种类, 进行体长、体重等生物学测量, 并记录数量、采集地等相关数据。部分采集到的鱼类用10%甲醛溶液固定, 制作成标本保存, 鱼类鉴定依据《太湖鱼类志》及相关文献^[2,8]。1952~2012年太湖的渔业捕捞产量及沿湖各个区县的渔获量数据由江苏省太湖渔业管理委员会提供。

2 结果与分析

2.1 渔业资源历史演变趋势 从图2可以看出, 1952~2012年间太湖鱼类捕捞产量总体上呈不断增长的趋势, 从1952年的4061 t增至2012年的50300 t, 单位水域产量达到223.6 kg/hm²。其中, 1995~2012年鱼类产量增长迅速, 捕捞产量从14571 t迅速上升至50300 t, 平均每年增长5104 t。从图2可

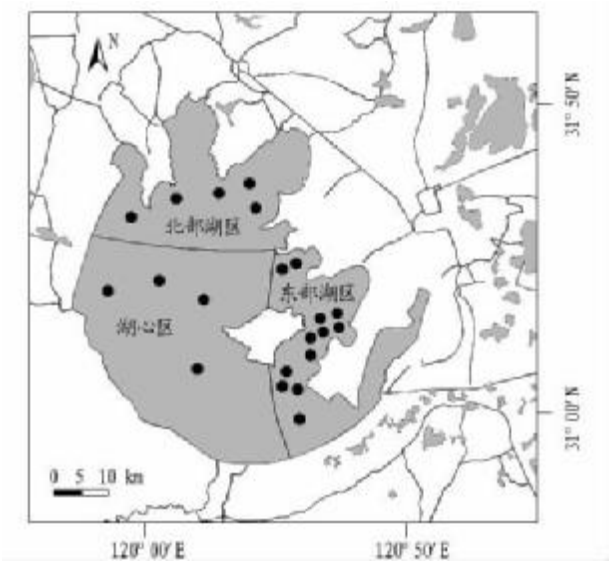


图1 太湖各湖区网簖调查点的分布

以看出,湖鲢等小型鱼类的比重逐年增加,大型经济鱼类比重减少,渔业资源的小型化和单一化趋势明显;2009~2012年,鲢、鳙等大中型鱼类的产量及比重均明显增加(图2)。

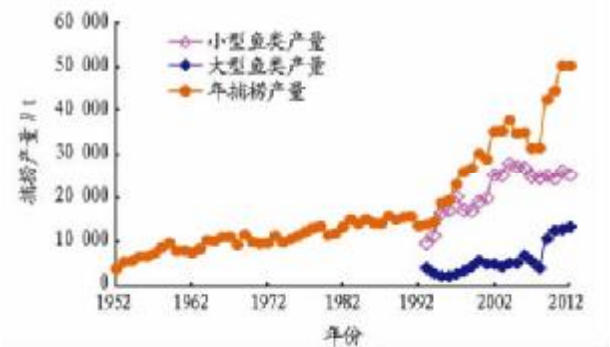


图2 1952~2012年太湖渔业历年捕捞产量的动态变化

2.2 渔具渔法及渔获物调查

2.2.1 渔具渔法。太湖水面大,生境复杂,既有流水也有静水,既有沿岸浅水区也有湖心深水区,能够适应不同生态习性的鱼类栖息和繁衍。为了捕捞不同生境的鱼类,相应的渔具渔法也非常多,20世纪50年代苏南水产局组织太湖地区渔具调查发现共有4类60种。随着太湖渔业生产的发展,渔具渔法发生较大变化,毒鱼、炸鱼、电捕鱼以及密眼流刺网、底拖网、闸口套网等对渔业资源破坏严重的落后渔具渔

法先后被禁止和淘汰。同时,因为渔具材料合成纤维化、渔船机动化和渔业改革,引进和发展了部分先进渔具(如三层刺网、小丝网、网簖和飞机网等)。目前太湖主要渔具有高踏网、网簖、飞机网、刺网、小兜网、银鱼网等(表1)。

2.2.2 网簖渔获物组成。2012年9~12月网簖渔获物的调查结果表明渔获物组成随捕捞时间发生变化,且不同湖区间的渔业产量及鱼类组成存在明显差异(表2,图3)。东部湖区的网簖渔获物主要由鲢、鳙(40.5%)和小杂鱼(38.1%)组成,占渔获物总重量的78.6%;草鱼(10.0%)、鲤(5.1%)、翘嘴鲌(2.9%)也是重要的渔获物对象(表2)。北部湖区的网簖渔获物中鲢和鳙占78.4%,鲤、红鳍原鲌、花鲢等经济鱼类也占一定比重。湖心区鲢、鳙所占比例更高,达到92.0%;其他鱼类比重均较低。在北部湖区和湖心区小杂鱼的重量比迅速下降,仅为2.7%和0.4%。网簖渔获物组成也随捕捞时间发生变化,如在东部湖区鲢和鳙的产量比例从9月的58.8%下降至12月的19.2%,而小杂鱼的比例则从26.7%上升到53.2%(表2)。在北部湖区鲤、红鳍原鲌和花鲢等鱼类资源则随着鲢和鳙产量的下降,其在渔获物中的比例迅速上升。

不同湖区的网簖渔获物产量也存在显著差异。东部湖区单个网簖月均产量676.2 kg,而北部湖区和湖心区单个网簖的月均产量分别为8 574.6和9 811.4 kg,是东部湖区的12.7倍和14.5倍(图3)。各湖区的网簖渔获物产量随时间的变化趋势一致,均为开捕初期产量最高,后期产量最低;其中9月开捕的前10 d,东部、北部和湖心区3个湖区的渔获物产量分别占其全年产量的21.2%、77.5%和69.6%(图3)。

表1 太湖各湖区主要渔具数量

湖区	渔簖	高踏网	飞机网	钓具
苏州相城市	35	9	4	0
苏州高新区	63	33	13	2
苏州吴中区	386	7	53	89
苏州吴江市	71	0	24	86
无锡市滨湖区	0	14	0	17
无锡市新区	0	14	0	2
无锡宜兴市	35	233	0	22
常州市	32	41	0	14
湖州市	178	10	0	39
东部湖区	555	49	94	177
北部湖区	32	69	0	33
湖心区	213	243	0	61
合计	800	361	94	271

表2 太湖不同湖区网簖渔获物的组成

种类	东部湖区					北部湖区				湖心区		
	9月	10月	11月	12月	均值	9月	10月	11月	均值	9月	10月	均值
鲢、鳙	58.8	29.4	29.2	19.2	40.5	85.1	31.8	10.2	78.4	92.6	85.6	92.0
青鱼	1.5	0.6	0.3	0.3	0.9	0.4	0	0.9	0.4	0.1	0.3	0.1
草鱼	6.2	13.3	11.5	13.1	10.0	0	1.0	0	0.1	0.1	0	0.1
翘嘴鲌	2.3	3.5	3.5	2.3	2.9	1.6	4.0	3.8	1.8	2.3	6.6	2.7
蒙古鲌	0.8	0.6	0.2	0.1	0.6	0	0	0	0	0.8	0.1	0.8
鲤	2.3	4.9	8.1	10.2	5.1	3.0	11.2	42.2	5.4	0.3	0.9	0.4
鳊	0.5	1.1	1.3	0.9	0.9	0.2	0.3	0.6	0.2	0.3	0	0.3
鳊鲃	0.1	0	0	0	0	0.1	0.4	0	0.1	0	0.1	0
其他*	0.7	1.4	1.8	0.6	1.1	7.6	41.6	35.6	10.9	3.1	4.2	3.2
小杂鱼	26.7	45.1	44.1	53.2	38.1	2.0	9.8	6.7	2.7	0.2	2.2	0.4

注: * 表示东部湖区主要为鳊、鲃等经济鱼类,北部、湖心区主要为花鲢、似刺鲃等。

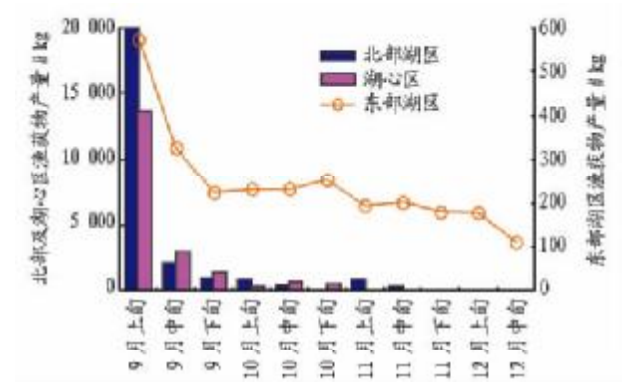


图3 太湖不同湖区网鲢渔获产量的变化

2.2.3 高踏网渔获物组成。太湖高踏网的渔获物调查结果表明其渔获物组成中湖鲢占绝对优势地位,湖鲢产量占渔获物总产量的92.4%,间下鱊等小杂鱼的产量达4.4%,而鲢、鳙、鲤、鲂等其他鱼类种类的渔获物比重均未超过1%(表3)。高踏网的渔获物组成随捕捞时间的变化不明显,9月上、中、下旬渔获物均以湖鲢为主,比重范围为92.2%~92.7%(表3)。高踏网与网簖渔获物产量随时间变化的趋势一致,均为开捕初期产量最高,后期产量最低;其中,高踏网9月6日~13日的产量占全部捕捞时间内总产量的54.8%(表3)。

2.3 基于渔获物调查的渔业资源量评估 基于此次渔获物

表3 太湖湖心区高踏网渔获物组成

渔获物种类	9月6~13日		9月14~21日		9月22~30日		9月总计	
	重量//kg	比例//%	重量//kg	比例//%	重量//kg	比例//%	重量//kg	比例//%
湖鲢	35498	92.2	15 738	92.5	13 628	92.7	64 864	92.4
银鱼	238	0.6	215	1.3	136	0.9	589	0.8
鲢、鳙	394	1.0	136	0.8	163	1.1	693	1.0
翘嘴鲌	141	0.4	14	0.1	13	0.1	168	0.2
红鳍原鲌	61	0.2	62	0.4	25	0.2	148	0.2
鲤	363	0.9	79	0.5	73	0.5	515	0.7
其他	117	0.3	27	0.2	20	0.1	163	0.2
小杂鱼	1 673	4.3	742	4.4	642	4.4	3 056	4.4
总计	38 485	100	17 012	100	14 699	100	70 195	100

调查资料,结合太湖各湖区不同类型渔具作业状况及湖区划分面积(东部、北部和湖心区的面积分别为480、672和1 055 km²),对该调查水域的年总渔获量进行估算。由表4可知,整个湖区的鱼类资源总量为31 844 t,这与渔管会近5年的渔业统计产量基本一致(年平均捕捞产量为36 095 t,均未计入虾类和贝类的捕捞产量)。其中湖鲢、银鱼及小杂鱼等小型鱼类的总资源量和密度分别为25 342 t和114.8 kg/hm²;人工放流的鲢、鳙、青鱼、草鱼四大家鱼在此次调查中的资源

量和密度分别为5 526.7 t和25.0 kg/hm²,其资源量占总资源量的17.4%。

3个湖区的渔业资源总量大小依次为湖心区>北部湖区>东部湖区,而资源密度则为湖心区>东部湖区>北部湖区。不同食性鱼类在各湖区资源密度的分布亦存在明显差异,例如浮游食性鱼类湖鲢、鲢、鳙等在湖心区密度最高,而草鱼等草食性鱼类的密度则在东部湖区最高。这与浮游生物和水生植物等生物资源在各湖区的分布格局密切相关。

表4 太湖不同湖区主要鱼类资源量和资源密度

渔获物种类	资源量//t			资源密度//kg/hm ²		
	东部湖区	北部湖区	湖心区	东部湖区	北部湖区	湖心区
湖鲢	3 178.0	4 476.0	15 762.0	66.20	66.60	149.40
银鱼	29.0	41.0	143.0	0.60	0.60	1.36
鲢、鳙	642.0	693.0	4 016.0	13.40	10.30	38.10
翘嘴鲌	51.0	27.0	153.0	1.07	0.40	1.45
红鳍原鲌	7.2	10.0	36.0	0.15	0.15	0.34
蒙古鲌	8.6	0.3	33.0	0.18	0	0.31
青鱼	13.0	3.3	5.4	0.28	0.05	0.05
草鱼	150.0	0.4	4.3	3.11	0.01	0.04
鲤	102.0	80.0	140.0	2.12	1.19	1.33
其他	39.0	103.0	187.0	0.80	1.54	1.77
小杂鱼	722.0	233.0	759.0	15.00	3.47	7.19
总计	4 941.0	5 667.0	21 237.0	102.90	84.30	201.30

3 讨论

3.1 太湖不同渔具渔获物分析及其资源分布特征 不同类型渔具的结构、作业方式、最小捕捞规格等方面存在差异,其捕捞对象和捕捞能力是不一样的,从而造成渔获物量及组成

上的差异^[9]。此次调查中使用的网簖通常设置在湖泊边缘水道、港湾进出口等鱼类洄游通道上,其捕捞对象主要是个体较大、游泳能力较强的渔业生物;而高踏网是一种大型的流动拖网,能将上、中、下层的鱼类一网打尽。与网簖渔获物

组成相比,高踏网中比例最高的湖鲢、银鱼等小型鱼类在网簖中基本没有捕获,网目较大的网簖对于小于 10 cm 小型鱼类资源严重低估,其渔获物中鲢、鳙等大中型鱼类占主体。高踏网和网簖的渔获物产量也存在明显差别,单副高踏网仅 9 月开捕期的产量就达到 70.2 t,而单个网簖 9~12 月的渔获物总产量最高仅为 25.7 t,可见高踏网的捕捞强度对于太湖渔业资源杀伤力巨大。各湖区间网簖渔获物产量的差异主要与网簖的规格有关,东部湖区网簖的陷鱼网袋较短,仅为 100~200 m,而北部和湖心区的网袋长约 500~1 000 m,因此其所陷鱼类数量较多。由此可见,网具规格及作业方式的不同会造成渔获量与种类组成的差异,因此在进行渔业资源调查时,应尽可能详细统计各种渔具的渔获物资料^[10]。

太湖渔业资源存在明显的空间分布差异,其中湖心区的鱼类资源总量及密度均高于其他湖区,这与浮游生物、水生植物等生物资源在各湖区的分布格局密切相关^[11]。湖心区水体的氮磷营养盐含量较高,浮游植物与浮游动物资源丰富,为湖鲢、鲢、鳙等浮游食性鱼类提供了充足的生物饵料;而北部湖区营养盐含量过高以及风向等因素的影响,引起蓝藻水华频发,水质恶化,鱼类资源减少^[12]。不同食性鱼类在各湖区资源密度的分布亦存在明显差异,例如东部湖区水草丰富,而草食性鱼类多分布水草区,因此东部湖区的草鱼比例达到 10.0%,其他湖区草鱼比重则极低。同样,水生植物也为鳊、乌鳢等以小杂鱼为食的肉食性鱼类提供了良好的隐蔽场所和充足食物,其产量也相对较高。北部湖区和湖心区虽缺少水草,但河蚬等底栖动物生物量较高,故鲤、花鲢、似刺鲃等底栖食性鱼类分布较多。

3.2 太湖渔业资源管理与保护 根据此次渔业资源调查结果及历年渔业资源变化的趋势,太湖渔业目前面临的主要问题是鱼类资源小型化和单一化衰退趋势明显。太湖渔业管理也采取了多种养护措施,如伏季休渔、水产种质资源保护区设立等^[1]。这在一定程度上缓解了太湖渔业资源衰退危机,但上述管理政策的科学性和针对性不强。笔者根据 2012 年太湖渔业资源的分析结果,太湖自然捕捞渔业保护的关键在于捕捞强度的控制、适当的捕捞时间以及增加大型鱼类种苗的放流量。

(1)严格控制捕捞强度。过度捕捞是导致太湖渔业资源小型化的直接原因之一,严格控制捕捞强度是实现太湖渔业生态和资源保护的前提。目前太湖捕捞量最大的渔具是高踏网,其渔获物量约占总产量的 80%。高踏网是一种大型捕捞渔具,开捕期近 400 副高踏网共同作业,捕捞范围广、强度大,而较小的网目将大小鱼类一网打尽,对渔业资源杀伤力巨大^[7]。高踏网以小个体的湖鲢为主要捕获对象,基本作为饲料鱼进入市场,经济价值极低,是对渔业资源的一种浪费。因此,减少和禁止在太湖中使用高踏网作为捕捞渔具,一方面可以减少渔业资源破坏,另一方面也有利于渔业资源更有效的利用以及经济利益的合理分配。太湖渔业管理委员会近年来也根据实际问题颁布了《太湖高踏网禁捕若干问题的解释》等规定,计划以转产转业等多项扶持政策,逐步全面禁

止高踏网入湖生产。

(2)合理调整开捕时间。合理调整开捕时间,是实现渔业资源有效利用的关键。太湖渔业管理委员会规定 9 月 1 日至 12 月 31 日为开捕期,从目前的水体环境条件和鱼类生长情况看,太湖开捕时间延迟 1 个月至 10 月 1 日,在湖泊生态学上有重要实践意义。9 月太湖水温仍较高,是鱼类最适宜的生长期;而太湖鱼类放流试验表明放流的草鱼、鲤、鲢、鳙等鱼类 10 月捕捞时的平均体重比 9 月高 5%~33%^[1]。2012 年太湖渔业捕捞产量统计数据表明捕捞产量主要集中在开捕第 1 个月,而此后捕捞的总产量常常低于首月的产量,可见湖泊渔业产量不完全决定于捕捞时间的长短而是依赖于湖泊中的资源量。同时从渔业保水角度来看,9 月正好是太湖藻类增殖强度的缓解期,鱼类的生长可以继续摄食大量藻类,能有效去除更多来年的水华藻种,起到鱼类控藻和渔业保水的生态效果。因此,建议将禁渔期延长一个月,从放流鱼类的生长、降低渔民劳动强度以及湖泊生态环境等方面考虑都是有利的。

(3)增加大型经济鱼类的增殖放流。合理调整太湖鱼类种群结构,增加大型经济鱼类的增殖放流,是现有条件下防止鱼类小型化和优化渔业结构的重要对策之一。太湖最早的人工放流增殖试验始于 1957 年,至 2008 年累计投放鱼种 2.9 亿尾^[2]。2009~2012 年鲢、鳙等大型鱼类的捕捞产量明显增加,其产量相对 2001~2008 年期间增长 1.36 倍,所占比重也由 11.3% 上升至 26.7%。四大家鱼及翘嘴鲇等鱼类种苗的年均放流重量也从 2001~2008 年的 299 t 增加到 2009~2012 年的 679 t。太湖放流鱼类的产量变化表明大型鱼类放流数量的不断上升,其捕捞产量及其所占比重也逐步增加。

太湖的渔业资源与生物饵料存在明显的空间分布差异,因此应根据其资源分布特征合理选择鱼类增殖放流的地点。例如,按照浮游生物饵料的生物量区域分布特点,选择大湖区作为重点放流水域,主要放流鱼类为浮游食性的鲢、鳙鱼及表层肉食性鱼类翘嘴鲇等。根据东部沿岸湖湾水草丰富的特点,草鱼等草食性鱼类、细鳞斜颌鲷等碎屑食性鱼类以及鳊鲢、扣蟹等高价品种主要集中在东部湖区放流。由此可见,有效增加大型鱼类的人工放流数量以及合理调整放流鱼类结构是稳定太湖渔业产量和控制鱼类资源小型化趋势的重要措施。

参考文献

- [1] 谷孝鸿,朱松泉,吴林坤,等.太湖自然渔业及其发展策略[J].湖泊科学,2009,21(1):94-100.
- [2] 倪勇,朱德成.太湖鱼类志[M].上海:上海科学技术出版社,2005:78-81.
- [3] 伍献文.五里湖 1951 年湖泊调查(五):鱼类区系及其分析[J].水生生物学集刊,1962(1):99-113.
- [4] 朱松泉.2002-2003 年太湖鱼类学调查[J].湖泊科学,2004,16(2):121-123.
- [5] 毛志刚,谷孝鸿,曾庆飞,等.太湖鱼类群落结构及多样性研究[J].生态学杂志,2011,30(12):2836-2842.
- [6] 朱松泉,刘正文,谷孝鸿.太湖鱼类区系变化和渔获物分析[J].湖泊科学,2007,19(6):664-669.

(下转第 127 页)

- [12] NANDA KUMAR NS, BALAMURUGAN R, JAYAKANTHAN K, et al. Probiotic administration alters the gut flora and attenuates colitis in mice administered dextran sodium sulfate[J]. Journal of Gastroenterology and Hepatology, 2008, 23(12): 1834 – 1839.
- [13] FUKUDA S, TOH H, HASE K, et al. Bifidobacteria can protect from enteropathogenic infection through production of acetate[J]. Nature, 2011, 469(7331): 543 – 547.
- [14] JONES S, VERSALOVIC J. Probiotic *Lactobacillus reuteri* biofilms produce antimicrobial and anti-inflammatory factors[J]. BMC Microbiology, 2009, 9(1): 35.
- [15] SCHACHTSIEK M, HAMMES W P, HERTEL C. Characterization of *Lactobacillus coryniformis* DSM 20001T surface protein Cpf mediating coaggregation with and aggregation among pathogens[J]. Applied and Environmental Microbiology, 2004, 70(12): 7078 – 7085.
- [16] CANDELA M, PERNA F, CARNEVALI P, et al. Interaction of probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains with human intestinal epithelial cells: Adhesion properties, competition against enteropathogens and modulation of IL-8 production[J]. International Journal of Food Microbiology, 2008, 125(3): 286 – 292.
- [17] MOORTHY G, MURALI M, NIRANJALI DEVARAJ S. Lactobacilli inhibit *Shigella dysenteriae* 1 induced pro-inflammatory response and cytotoxicity in host cells via impediment of *Shigella* host interactions[J]. Digestive and Liver Disease, 2010, 42(1): 33 – 39.
- [18] WU X, VALLANCE B A, BOYER L, et al. *Saccharomyces boulardii* ameliorates *Citrobacter rodentium*-induced colitis through actions on bacterial virulence factors[J]. American Journal of Physiology-gastrointestinal and Liver Physiology, 2008, 294(1): 295 – 306.
- [19] ZAREIE M, JOHNSON-HENRY K, JURY J, et al. Probiotics prevent bacterial translocation and improve intestinal barrier function in rats following chronic psychological stress[J]. Gut, 2006, 55(11): 1553 – 1560.
- [20] CHEN X, XU J, SHUAI J, et al. The S-layer proteins of *Lactobacillus crispatus* strain ZJ001 is responsible for competitive exclusion against *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella typhimurium*[J]. International Journal of Food Microbiology, 2007, 115(3): 307 – 312.
- [21] SNCHEZ B, URDADI M C. Extracellular Proteins from *Lactobacillus plantarum* BMC12 Prevent Adhesion of Enteropathogens to Mucin[J]. Current Microbiology, 2012, 64(6): 592 – 596.
- [22] GOLOWCZYC M, MOBILI P, GARROTE G, et al. Protective action of *Lactobacillus kefir* carrying S-layer protein against *Salmonella enterica* serovar Enteritidis[J]. International Journal of Food Microbiology, 2007, 118(3): 264 – 273.
- [23] VANDERPOOL C, YAN F, POLK D B. Mechanisms of Probiotic Action: Implications for Therapeutic Applications in Inflammatory Bowel Diseases[J]. Inflammatory Bowel Disease, 2008, 14(2): 1585 – 1596.
- [24] JOHNSON-HENRY K, DONATO K, SHEN-TU G, et al. *Lactobacillus rhamnosus* strain GG prevents enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157: H7-induced changes in epithelial barrier function[J]. Infection and Immunity, 2008, 76(4): 1340 – 1348.
- [25] PUTAALA H, SALUSJÄRVI T, NORDSTRÖM M M, et al. Effect of four probiotic strains and *Escherichia coli* O157: H7 on tight junction integrity and cyclo-oxygenase expression[J]. Research in Microbiology, 2008, 159(9/10): 692 – 698.
- [26] MENNIGEN R, NOLTE K, RIJCKEN E, et al. Probiotic mixture VSL# 3 protects the epithelial barrier by maintaining tight junction protein expression and preventing apoptosis in a murine model of colitis[J]. American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology, 2009, 296(5): 1140 – 1149.
- [27] KIM Y, KIM S, WHANG K, et al. Inhibition of *Escherichia coli* O157: H7 attachment by interactions between lactic acid bacteria and intestinal epithelial cells[J]. Journal of Microbiology and Biotechnology, 2008, 18(7): 1278.
- [28] MATTAR A, TEITELBAUM D H, DRONGOWSKI R, et al. Probiotics up-regulate MUC-2 mucin gene expression in a Caco-2 cell-culture model[J]. Pediatric Surgery International, 2002, 18(7): 586 – 590.
- [29] MCCAFFERTY D, ZEITLIN I. Short chain fatty acid-induced colitis in mice[J]. International journal of tissue reactions, 1989, 11(4): 165.
- [30] RAHMAN MM, MCFADDEN G. Modulation of NF- κ B signalling by microbial pathogens[J]. Nature Reviews Microbiology, 2011, 9(4): 291 – 306.
- [31] GEIER M S, BUTLER R N, HOWARTH G S. Inflammatory bowel disease: current insights into pathogenesis and new therapeutic options; probiotics, prebiotics and synbiotics[J]. International Journal of Food Microbiology, 2007, 115(1): 1 – 11.
- [32] SUN Z, HUANG L, KONG J, et al. *In vitro* evaluation of *Lactobacillus crispatus* K313 and K243: high-adhesion activity and anti-inflammatory effect on *Salmonella braenderup* infected intestinal epithelial cell[J]. Veterinary microbiology, 2012, 159(1/2): 212 – 220.
- [33] MALAGO J J, KONINKX JFJC, OVELGNNE H H, et al. Expression levels of heat shock proteins in enterocyte-like Caco-2 cells after exposure to *Salmonella enteritidis*[J]. Cell Stress & Chaperones, 2003, 8(2): 194.
- [34] NEMETH E, FAJDIGA S, MALAGO J, et al. Inhibition of *Salmonella*-induced IL-8 synthesis and expression of Hsp70 in enterocyte-like Caco-2 cells after exposure to non-starter lactobacilli[J]. International Journal of Food Microbiology, 2006, 112(3): 266 – 274.
- [35] NANNO M, KATO I, KOBAYASHI T, et al. Biological effects of probiotics: what impact does *Lactobacillus casei shirota* have on us? [J]. International Journal of Immunopathology and Pharmacology, 2011, 24(1 Suppl): 45.
- [36] PETERSEN E R, CLAESSENS M H, SCHMIDT E G, et al. Consumption of probiotics increases the effect of regulatory T cells in transfer colitis[J]. Inflammatory Bowel Disease, 2012, 18(1): 131 – 142.
- [37] SCHIFFRIN E, ROCHAT F, LINK-AMSTER H, et al. Immunomodulation of human blood cells following the ingestion of lactic acid bacteria[J]. Journal of Dairy Science, 1995, 78(3): 491 – 497.
- [38] TUO Y, ZHANG H, HAN X, et al. *In vitro* assessment of immunomodulating activity of the two *Lactobacillus* strains isolated from traditional fermented milk[J]. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2011, 27: 505 – 511.
- [39] ZHANG Y, ZHANG L, TUO Y, et al. Inhibition of *Shigella sonnei* adherence to HT-29 cells by lactobacilli from Chinese fermented food and preliminary characterization of S-layer protein involvement[J]. Research in Microbiology, 2010, 161(8): 667 – 672.
- [40] ARTHUR JC, PEREZ-CHANONA E, MÜHLBAUER M, et al. Intestinal Inflammation Targets Cancer-Inducing Activity of the Microbiota[J]. Science, 2012, 338: 120 – 123.
- [41] 武香玉, 徐海燕, 辛国芹, 等. 益生菌对抗生素诱导的大鼠腹泻肠道菌群的影响作用[J]. 畜牧与饲料科学, 2013, 34(6): 22 – 23.
- [42] 黄良策, 周凌云, 卜登攀, 等. 益生菌对泌乳后期奶牛生产性能的影响[J]. 华北农学报, 2012(S1): 406 – 409.

(上接第 120 页)

- [7] 谷孝鸿, 白秀玲, 江南, 等. 太湖渔业发展及区域设置与功能定位[J]. 生态学报, 2006, 26(7): 2247 – 2254.
- [8] 伍献文. 中国鲤科鱼类志[M]. 上海: 上海人民出版社, 1977: 245 – 570.
- [9] EROS T, SPECZIAR A, BIRO P. Assessing fish assemblages in reed habitats of a large shallow lake-A comparison between gillnetting and electric fishing[J]. Fisheries Research, 2009, 96: 70 – 76.
- [10] 徐宾铎, 金显仕, 梁振林. 黄海夏季不同取样网具渔获物组成比较分析[J]. 青岛海洋大学学报, 2002, 32(2): 224 – 230.
- [11] QIN B Q, XU P Z, WU Q L, et al. Environmental issues of Lake Taihu, China[J]. Hydrobiologia, 2007, 581: 3 – 14.
- [12] 朱广伟. 太湖富营养化现状及原因分析[J]. 湖泊科学, 2008, 20(1): 21 – 26.
- [13] 陈琳, 熊涛. 泛珠三角区域合作的江西渔业发展战略分析[J]. 湖南农业科学, 2012(17): 123 – 126, 129.
- [14] 赵文云, 廖丽梅, 张永祥, 等. 杭锦后旗渔业生产现状分析及发展对策[J]. 内蒙古农业科技, 2013(5): 27 – 32.
- [15] DUAN J R, ZHANG H Y, LIU K, et al. Evaluation of potential fishery productivity in Lihu Lake based on GIS[J]. Agricultural Science & Technology, 2011, 12(9): 1323 – 1326.