

# 魚 体 免 疫

王 德 銘

(中国科学院水生生物研究所)

## 免疫的种类

免疫的意义，简单地解释就是对病原体产生抵抗力，而不受它的感染。免疫的种类大体上可分成两大类，即天然免疫和后天免疫。天然免疫又可有种族免疫及个体免疫之分。这主要是因为各种动物的体温、食物、生活习性、形态特性、组织反应、血液内所含天然抗体的数量和种类不同所致。有时同种动物中又因族别不同，而免疫性也有所不同，这主要由于遗传特性及生活习性(包括对环境所起的反应)的不同而产生的。但是同一种族的鱼中，各个鱼体对病原所产生的不感受性也不尽相同，这又由于它们的性别、年龄、内分泌、身体结构、抵抗物质的数量、营养状况、环境因素而发生差异。对致病细菌免疫性方面的例子有：池中混养青、草、鲢、鳙四种家鱼，青、草鱼发生肠炎，鲢、鳙却不感染；这除了鲢、鳙的食性、习性不同于青、草鱼外，它们的组织反应可能亦不相同，血液内是否含有天然抗体，也是值得进一步研究的问题。在苏联及欧洲的其他国家，池养的鲤鱼，有时甚至是养在天然水面的鲤鱼，经常出现赤斑病、赤血性腐敗病等，但我国的鲤鱼除了东北曾发现过少量鲤鱼的豎鳞病外，还未发现其他细菌性病害，这也是天然免疫的一例。在对寄生虫免疫方面，最明显的例子是草鱼肠道寄生腸袋虫及六鞭毛虫，而青鱼肠道中却未发现，这是由于青鱼的肠道中不适宜于腸袋虫及六鞭毛虫寄生，是一种天然免疫。Ляйман (1949) 記載了不少鱼对寄生虫有免疫性的例子，如：檜鱸突皮吸虫 (*Bunodera luciopercae*) 在檜鱸中虫体很大，而且感染率为100%，在梅花鱸中虫体较小，感染率仅10%，河鱸中它的大小则位于其他二种鱼寄生虫体的中间，感染率为56%。这样就可以看出梅花鱸对檜鱸突皮吸虫具有高度的天然相对免疫力，河鱸较低，而檜鱸则完全没有。又如尾叶槽条虫 (*Phyllobothrium caudatum*) 只在未成熟的(幼虫)时期寄生在多骨刺的鱼中，无任何虫体分节现象。又如高莖叶槽条虫 (*Phyllobothrium lactuca*) 很适宜寄生于少数板鳃类鱼的肠道中，这是由于这些鱼的肠道、腸壁结构适宜于它们生长，而在其他鱼的肠道中就无法寄生。

Ляйман 曾研究过远东多骨刺的海鱼中的寄生条虫，发现所谓“多头型”(Сколекс полимофус)的幼虫，其头部有9个吸盘，其中8个成对排列，而第9个吸盘则位于头部中央；但在鲑鱼肠中，他发现这一幼虫时期有了继续发展，9个吸盘已转变为吸沟器，但仍为无节体。这样，他认为多骨刺的海鱼对这些幼虫时期有相对的部分免疫性，而鲑鱼与其他多骨刺鱼相比，免疫力较弱，因为寄生虫已发展到较晚的时期。

后天免疫又可分为自动及被动二类。自动免疫是天然情况下病后获得免疫或者用人工方法注射菌苗、疫苗或类毒素而得到的。前者又有持久及不持久之分；在鱼体一般没有象人体患某些病(天花、霍乱、斑疹、伤寒及鼠疫)后那样坚强持久的免疫。我们(1956)在浙江也发现过赤皮病的鱼池进入痊愈期后，存留的鱼有免疫性。此外自动免疫中还有一种轻微传染或隐性传染。我国青、草鱼肠炎及赤皮病中均有发生，在流行病达到高潮时，有些鱼外表无什么征状或者征状很不明显，但它们的血清中却已含有与致病菌相对的抗体了。人工方法获得后天免疫在人体及兽医中已大量推广，普遍应用。用毒力减弱的活菌，如卡介苗——减毒牛型结核桿菌；用毒力减弱的病毒，如痘苗——减弱的天花病毒。还有用死菌苗的，如伤寒、霍乱，也有用类毒素免疫的，即是将产生外毒素的病菌，用蚁醛等药液处理，破坏它的毒性簇，而保持抗原。在鱼体已经应用死菌苗方法，制成肠炎及赤皮菌苗，采用餵的方法，进行免疫。

被动的后天免疫也可分为天然及人工二类。前者在哺乳动物中出现很多，母体的抗体可经由胎盘输送给胎儿，例如新生婴儿五、六月内对白喉、麻疹有抵抗力，即是从母体获得的。苏联利用免疫的遗传性(Ляйман 1949, Щербина, 1952) 在养鲤业中选择获得免疫力的亲鲤，繁殖后代，来培育免疫鱼种，已得到很大成功。我国的鲢、青鱼如果在池塘中产卵成功，则在预防细菌性鱼病上，这是一条简便、可行的途径。人工免疫的方法则是采用注射同种或异种动物的血清，利用这些血清中的免疫体来增加鱼的抗病力。作者(1957)曾用家兔的抗荧光假单胞菌(一种鲢、青鱼赤皮

病的致病菌)血清注射入鱼体,比较注射前后的LD<sub>50</sub>,得到保护指数152,也就是采用此法可挽救一部分病鱼免于死亡,这在大水面中发生鱼病时,可以考虑应用。

### 免疫原理

资产阶级学者用唯心观点的微耳和学说来解释的,许多地方已被事实驳斥,虚伪的理论无法解释。只有建筑在辩证唯物主义基础上的巴甫洛夫学说才能解释免疫的作用。巴甫洛夫认为机体是完整的统一体,疾病与整个生物体的各种活动过程有关。传染的过程必定是先通过受纳神经,经由反射产生反应而发生的。已经由实验证明,将破伤风毒素(致死量)注射入新生小鼠,并不发病,要生后5至10日才开始感染;家兔也要生后10至15日才感染。成年的动物,接受传染刺激所生的病变,也是由感应部分之神经组织来决定的。如果切断病变机转,虽然有传染刺激素存在,亦不发病,这也有实验证实:将家兔之胫骨肌肉剥离兔体,只有神经枝与兔体连接,然后注射破伤风毒素于肌肉内,再切断神经枝,肌肉有局部病变;另如将家兔的坐神经剥离,中心端浸于破伤风毒素内;经过一个短时期后切断,也可发生局部或全部破伤风病变。这均足以说明神经感受器及神经反射器对传染的重要性。中枢神经处于抑制状态时,反应性就极度减低,因此感染消失。如冬眠动物在冬眠期内不易感染。注射鼠疫杆菌入冬眠状态的齧齿动物不发病,到冬眠期过去后才发病。

动物机体是在中枢神经调节下建立抗体的。所以免疫机转,是一种生理过程,由中枢综合动员起来的。当抗原(异物物质或称传染动因)侵入动物机体,破坏了机体内部的环境,刺激机体产生了与此抗原发生特异反应的抗体,来摧毁传染动因。产生抗体的部位是:网状内皮系统,包括肝、脾、骨髓以及淋巴结等,其中以淋巴母细胞为主要产地。免疫机能与动物机体生理成熟有关。免疫过程是服从于一般生理学的兴奋制止规律,免疫经过最大兴奋后,就出现制止期,即使再受抗原刺激,也无产生抗体能力,待制止性逐渐消失,免疫兴奋性又行增高。但是抗体并不是免疫的唯一因素,还是要通过机体的正常生理机构来恢复内部环境和恒常性,才能摧毁传染动因。

### 免疫试验

我们从池养青、草鱼发病后痊愈过程中观察到有免疫力产生,但这些免疫力到底有多大,能持续多久,这启发了我们在鱼体内进行免疫试验。当我们分离得到青、草鱼赤皮病的致病菌后,即首先以这些致病菌进行免疫试验。同时鉴于鱼体内不易测定凝集效价,因

此又先在温血动物体内进行免疫试验,观察其免疫效果。定期分别注射和口服家兔以赤皮病致病菌——荧光假单胞菌菌苗,家兔血清内凝集素效价的变化如图1及图2所示。从图1及图2可以看出耳静脉注射的

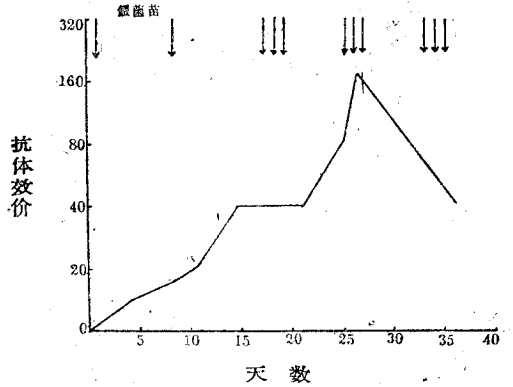


图1 口服荧光假单胞菌菌苗试验的家兔凝集素测定

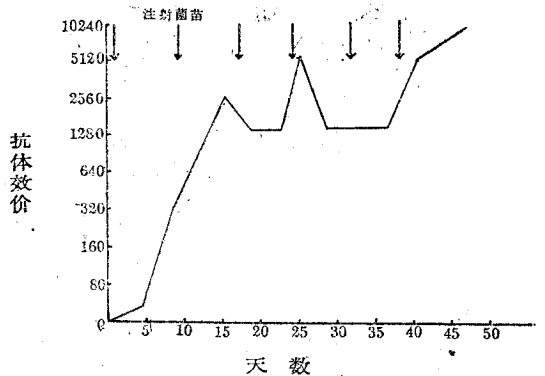


图2 耳静脉注射荧光假单胞菌菌苗试验的家兔凝集素测定

凝集效价较口服的高,但二种方法都可产生免疫力。口服菌苗也可不断刺激家兔增加凝集素。在第五次口服菌苗后,凝集素产生的数量较多,但迅即下降,一般体内凝集素维持效价1:40,这可供做鱼体免疫(口服菌苗)时的参考。我们应用同一菌种在鱼体进行免疫试验,比较了腹腔注射菌苗和肌肉注射菌苗的结果,应用前一种方法免疫,一龄青鱼未发病率是60%,而后一种方法免疫,未发病率是56.66%。在鱼池中进行免疫试验时,鱼的数量很大,不可能逐条注射,同时也不宜在短期内重复几次拖网起鱼,只有应用口服菌苗的方法。但是上述这些试验都为鱼池中鱼体免疫试验提供了根据。

我们也进行了口服菌苗免疫试验,测定二龄鲢鱼免疫血清的凝集效价为1:16—1:24。

我们从1955年起,分别与浙江省淡水水产试验

所,浙江省吳兴县溪西乡勤劳渔业合作社、湖北省东湖养殖场、广东南海养殖场等单位合作;在魚池进行了免疫試驗。这些試驗的记录見下:

**赤皮病菌苗免疫試驗一**

試驗日期:1955年5月—11月。

合作单位:浙江省淡水水产試驗所,浙江省吳兴县溪西乡勤劳渔业合作社。

魚別:二齡青魚。

試驗塘名:羊角塘。

对照塘名:毛家塘。

試驗塘和对照塘条件比較相近,前者面积3.3亩,后者为3.06亩。二池放养魚的情况見表1。

表 1 羊角塘、毛家塘放养魚数統計

塘 名	二齡青魚 (斤)	白 鱖 (尾)	花 鱖 (尾)	鯉 魚 (斤)
羊角塘	160	978	150	15
毛家塘	153	900	150	

註:二齡青魚的規格是:羊角塘160斤中有100斤是800尾打担的,60斤是2,000尾打担的;毛家塘153斤中有80尾是800尾打担的,73斤是2,000尾打担的。

菌苗采用口餵办法,以每10斤魚体重投放0.37毫升計算,和入飼料(菜餅)飼魚。投飼菌苗飼料期間,未投其他任何飼料。菌苗系以琼脂18小时培养,用0.567%无茵盐水洗下,远心沉淀三次,洗去混悬液中所含培养基成分,浓缩至每毫升含茵1,000,000个,65°C加温1小时,再加防腐剂石炭酸5%而成。菌苗飼料的投量見表2。

表 2 羊角塘投放菌苗量統計

次数	循环	日 期	每日菌苗量 (毫升)	制成菌苗餌 料量(斤)
第一 次	第一循环	5月6日—10日	6	6
	第二循环	5月18日—23日	12	6
第二 次	第一循环	6月30日—7月4日	100	8
	第二循环	7月12日—16日	200	8
	第三循环	7月24日—28日	200	8

試驗塘及对照塘均于5月18日开始投放人工飼料,11月7日停飼,共投飼170日,所投飼料数量見表3。

試驗塘及对照塘均于11月18日扞捕出塘,出魚

表 3 羊角塘、毛家塘投飼量統計

塘 名	豆 餅 (斤)	螺 螯 (桶)	燕 萍 (節)
羊角塘	320	393	6
毛家塘	320	396	7

情况見表4。羊角塘所死亡的青魚經检查无赤皮病,但毛家塘死亡的青魚有1/4患赤皮病。

表 4 羊角塘、毛家塘出魚情况統計

塘 名	二齡青魚 (斤)	青魚死亡率 (%)	白 鱖 (斤)	花 鱖 (斤)
羊角塘	300	30	1166	302
毛家塘	770	40	1440	340

註:鯉魚未捕起,留塘底。

**赤皮病菌苗試驗二**

試驗日期:1955年5月—12月。

合作单位:浙江省淡水水产試驗所,浙江省吳兴县溪西乡勤劳渔业合作社。

魚別:二、三齡青魚。

試驗塘名:外厚塘。

对照塘名:浜岸塘。

外厚塘面积为3.303亩,浜岸塘面积为3.3亩。二池放养魚的情况見表5。

表 5 外厚塘、浜岸塘放养魚統計

塘 名	青 魚				草 魚 重量 (斤)	花 鱖 (尾)	白 鱖 (尾)	鯉 魚 (尾)	鱖 魚 (尾)	
	三 齡		二 齡							
	重量 (斤)	尾数 (尾)	重量 (斤)	尾数 (尾)						
外厚塘	330	239	45	210	50	54	180	1,000	40	150
浜岸塘	370	267	60	180	93	96	220	1,300		160

表 6 外厚塘投放菌苗量統計

次数	循环	日 期	每日菌苗量 (毫升)	菌苗餌料量 (斤)
第一 次	第一循环	5月6日—10日	180	15
	第二循环	5月18日—23日	360	15
第二 次	第一循环	6月30日—7月4日	300	24
	第二循环	7月12日—16日	600	24
	第三循环	7月24日—28日	600	24

菌苗的配制方法同前，用量为每 10 斤魚 0.48 毫  
升，放法亦与前相同。詳见表 6。

外厚塘于 5 月 27 日开始投餵人工飼料，11 月 21  
日停飼，共投飼 174 日；浜岸塘于 5 月 20 日投飼，12 月  
3 日停飼，共投飼 193 日。二塘飼料数量见表 7。

外厚塘飼养 330 天，于 12 月 1 日出魚；浜岸塘飼

表 7 外厚塘、浜岸塘投飼量統計

塘 名	螺 餅 (桶)	菜 餅 (斤)	备 註
外厚塘	829	365	先后施肥二次，計 300 斤及 320 斤
浜岸塘	934.5	734	同上

养 341 天，于 12 月 11 日出魚。出魚情况见表 8。外  
厚塘所死亡的魚經检查无赤皮病患者，而浜岸塘中死  
魚中有 1% 患赤皮病，甚至在 12 月扞捕时，浜岸塘还  
发现 15 尾赤皮病魚。

1956 年我們又与浙江省淡水水产試驗所合作进  
行二組赤皮病菌苗免疫試驗，所用菌苗除原“青魚赤皮  
病菌”外，又增加另一赤皮病致病菌——螢光假单胞  
菌；系混合菌苗，分別在二齡及三齡青魚池子中进行免  
疫試驗。由于試驗、对照池均未出現赤皮病，因此无法  
說明問題。

此外我們又分別与浙江省淡水水产試驗所、湖北  
省东湖养殖场、广东省南海养殖场合作进行腸管炎菌  
苗免疫試驗，因有的試驗尙未結束，将在另文进行总  
結。

表 8 外厚塘、浜岸塘出魚統計

塘 名	青 魚				草 魚 (斤)	白 鱖 (斤)	花 鱖 (斤)	鯉 魚 (斤)	鱖 魚 (斤)	备 註
	三 齡		二 齡							
	出塘重 量(斤)	死亡率 (%)	出塘重 量(斤)	死亡率 (%)						
外 厚 塘	1130	41	567	8	161.5	1126	232	295.25	86.6	未有因赤皮病死亡的
浜 岸 塘	1164		451	8	232	1643.5	267		96.5	二齡青魚死魚內有 1/8 系赤皮病死 亡；出塘时有 15 尾赤皮病魚

### 討 論

为了抵御細菌性魚病流行病的发生，最有效的办  
法还在于如何使魚体产生免疫。通过以上試驗，可以  
看到魚体接种或口餵菌苗，是可以获得免疫力的。由于  
我国淡水养殖地区广闊，各个地区，虽然是同一类魚  
患同一种病，致病菌的抗原构造不完全相同，因此还不  
能由一个地区分离致病菌，制成菌苗，全国应用。而且  
即使是同一地区，致病菌的抗原构造也不尽相同。作  
者曾从浙江菱湖地区的青、草魚赤皮病病魚中分离得  
到此二种抗原不同的螢光假单胞菌，它們的 O 型抗原  
及 H 型抗原均有不同。因此目前还只能从各地区分离  
病菌，分区进行免疫，全国性的标准菌苗或混合菌苗还  
有待于进一步研究，而后才能提供需要。

根据 Schäperclaus 氏(1954)的观察和試驗，認为  
一般用病原菌制成菌苗，接种入魚体的免疫方法，所产  
生的抵抗力远不如子代由亲魚遗传而得的抵抗力大。  
目前由于青、草魚在池塘的产卵問題尙未解决，因此还  
无法使亲魚获得免疫，再产卵孵化遗传給子代。而这  
是在天然水面以及水庫中飼养魚类时控制魚病的一个簡  
便而有效的方法。

苏联学者 Щербина 氏(1952)曾有記錄証明健康  
而无免疫的魚进入传染性的魚羣影响流行病的复发，  
而且病情更加严重。他記述了一个有趣的例子，一口  
发病的一齡鯉(52尾)和一齡野鯉(25尾)飼养池，当池  
魚死去 34% 后，流行病几乎結束，但在补放 25 尾健康  
而无免疫的二齡鯉后，流行病又爆发；虽然当时是秋  
天，通常是出血性腐敗病低落的时候，病却加剧起来。  
流行病延續三月才熄灭。但同一情况的对照池，当第  
一次流行病停止后，未补放魚，以后就平安无事。  
Щербина 氏根据上述以及許多其他試驗，确定了一个  
規律：“当流行病停止时或者结束后，补放无免疫性的  
健康魚入传染性的魚羣中，会直接地引起新的流行发  
生，而且往往比第一次更加厉害。同时一部分早已痊  
癒的魚，即具有若干程度免疫性的魚，也重复生病。这  
样有系統地重复放养健康魚入传染性魚羣中，流行病  
可一直維持很長的时间”。类似的例子，在我国的池塘  
养魚业中也屢見不鮮。作者分析上例，認为除了魚体  
免疫性的影响外，还有噬菌体(細菌病毒)的影响。当  
魚池中病原体大量繁殖后，往往有噬菌体产生，它們吞  
噬病菌，也为流行病的低落和停止創造条件。我們目  
前正在找尋这一类噬菌体。根据 Schäperclaus 氏(1954)

的工作,他已經在发病魚池找到多种噬菌体,而且往往是在流行病开始低落时大量出現。由于噬菌体对各种类型病原体的特殊性,因此第二次由健康魚带入的病原(健康魚体很可能是带菌者,体内存在致病菌,或者有的是隱性传染,病状不显),由于病菌类型不同,原来池塘中的噬菌体不能吞噬它,同时原来池塘中获得免疫性的魚羣对不同抗原的病菌也无抵抗力,就会造成二次流行病的发生。根据以上事实和推断,作者提出以下意見,希望引起我国的池塘养殖工作者的注意。

1. 放养青、草魚种时,最好是同一起来源的,如果同一魚池的来源有困难,也最好是同一地区的,切忌一池魚七拼八凑,包括了地区幅度很大的魚种,容易发生流行病。

2. 同一魚池,第一年夏花养成魚种,第二年繼續

养成过池(即同一批夏花續养),第二年一般可以减少发病机会,使生产少受損失。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] . 王德銘、申权: 1956. 青魚赤皮病致病菌的初步研究。水生生物学集刊,1956(1): 1—18 頁。
- [ 2 ] 王德銘: 1958. 鯪、青魚烂鳃及赤皮病致病菌的研究。水生生物学集刊第 4 期。
- [ 3 ] Горегляд, X. С.: 1955. Болезни и вредтели рыб. Москва.
- [ 4 ] Ляйман, Э. М.: 1949. Курс болезней рыб. Москва.
- [ 5 ] Щербина, А. К.: 1952. Болезни и вредтели рыб. Москва.
- [ 6 ] Schäperclaus, P. W.: 1954. Fisch-Krankheiten. Berlin.