

## 가물치(*Channa argus*)에서 분리된 *Edwardsiella tarda*의 생화학 및 항생물질 내성 유형에 관한 연구

李 勳 求

釜山水産大學 微生物學科

### Isolation and Antimicrobial Susceptibility Testing of *Edwardsiella tarda* from *Channa argus* in Korea

Hun-Ku LEE

Department of Microbiology

National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

During the period from August through October, 1988, 50 isolates of *Edwardsiella tarda* were isolated from 6 diseased cultured *Channa argus* in Dunchi island and Myung-ghi, near Pusan in Korea were examined by studying their biochemical and antibiotal reactions.

The ill animals moved slowly and irregular-formed swimming at the surface of the corner. The symthoms were necrosis with hemorrhage on the body surface, head, gill region, and mouth. Some fish were observed dropsy of the belly.

The bacteria grew slowly on Double Salmonella-Shigella agar, 24h, at 37°C to form relatively small size (2mm diameter), smoothed and convexed form with transient or black in center of the colonis.

They gave negative reactions to Voges-Proskauer, Simmon's citrate, urea, KCN (in growth), gelatin, arginine dehydrolase, phenylalanine deaminase and many sugars. The isolates showed positive reactions to H<sub>2</sub>S (in KIA agar), indol, Methyl-Red, motility, lysine and ornithine decarboxylase, and gas from glucose.

8 drugs tested as chloramphenicol, colistin, gentamicin, kanamycin, lincomycin, nalidixic acid spectinomycin, and tetracycline.

All cultures were resistant to colistin, lincomycin and spectinomycin respectively, but sensitive to kanamycin and nalidixic acid. Three strains showed resistance to chloramphenicol and 2 isolates among them were resistant to two drugs (gentamicin and tetracycline), coincidentally.

## 서 론

*Edwardsiella*屬은 자연계에 널리 분포되며, 칠면조 (Winsor *et al* 1981), 갈매기(Berg and Anderson 1972), 뱀(Sakazaki 1967) 등 여러 종류의 냉·온혈동물로부터 분리되고 있다.

뿐만아니라 사람에게는 심한 설사를 일으키며 (Farmer III 1981) 장티브스와 매우 유사한 증세를 나타내고 (Nagel *et al* 1982), 또한 간농양, 패혈증, 피부상처를 일으킨다 (Jordan *et al* 1969).

그러나 이 屬에 속한 균들은 사람에게 대한 병원성으로서 보다 어류 특히 백장어를 비롯한 여러 종류의 담수해수 어류에 커다란 피해를 입힘으로 일찍부터 양식업계에 위협적인 존재로 알려져왔다.

*Edwardsiella*屬은 현재 *E. tarda*, *E. hoshinae*, *E. ictaluri* 3종으로 구성되어져 있고 생화학 조사도 Famer III *et al* (1985)등에 의해 이루어졌다. 1980년대 초반부터 *E. ictaluri*가 메기類 (*Ictalurus*)에 병을 일으키는 것으로 알려져 있으며 특히 *E. tarda*는 피해 어종도 다양하고 피해도 극심하여 수많은 사람들에게 의해 많은 연구가 이루어졌다.

현재 우리나라에서는 여러 종류의 경제 어종이 양식되고 있으며 이들은 edwardsiellosis로 상당히 큰 피해를 입고 있으리라 추정된다. 그러나 현재까지 국내에서 발표된 논문은 Chun (1988)등 극소수에 불과한 실정이다.

필자는 아직 피해가 많이 알려져 있지 않은 담수어종 중 가물치(*Channa argus*)를 선택하여 병이 든 개체로부터 *Edwardsiella tarda*를 분리하였고 항생물질 내성 검사를 하여 결과를 얻었기에 보고한다.

## 재료 및 방법

### 1) 병든 가물치 포획

1988년 8월부터 1988년 10월까지 약3개월에 걸쳐 부산근교인, 명지 낙동강 하류의 둔치도등 가물치 양식장에서 병든 가물치(*Channa argus*) 6마리에서 균을 분리하였다.

3년생이 4마리, 2년생이 2마리였으며 3년생의 병소 부분은 출혈을 동반한 등부위 피부괴사(1마리), 아가미

외부 및 등부위 궤양(2마리), 머리부위 궤양(1마리)이었고 2년생은 한 마리가 머리궤양과 동시에 심한 복수 현상이 있었고 나머지 1마리는 아가미의 외부가 심하게 괴사되어 있었다. 벽이는 모두 생사료로서 1일 2회 투여하였다. 둔치도 지역은 논을 개조하여 웅덩이를 만들었고 낙동강 물을 1년에 4~5회 정도 motor로 교환해 주었다.

명지지역은 시멘트로 직사각형 사육조를 만들었으며 기타 양식조건이나 어령은 둔치도와 같다

### 2) 사용한 배지 및 시약

균분리를 위하여 사용한 배지는 Double Salmonella-Shigella (DSSS) 및 SS(Difco) 배지였고 기타 생화학 및 당발효 검사는 장내세균 분리배지(Difco)를 사용하였다.

DSSS agar 및 액체배지 제조는 Wyatt *et al* (1979) Minagawa *et al* (1983)을 따랐고 SS-agar 배지제조, 생화학 및 당분해 검사는 Difco manual (Difco 1985)을 따랐다.

항생물질 내성검사를 하기 위하여 Müller-Hinton 액체 배지 및 Müller-Hinton agar를 사용하였다. 배지 조성 및 내성 pattern의 조사방법은 Jung *et al* (1984) Lee *et al* (1987)을 따랐다. 사용된 항생물질은 chloramphenicol, colistin, gentamicin, kanamycin, lincomycin, nalidixic acid, spectinomycin, tetracycline 등 모두 8종류였고 국립보건원 항생물질과 및 국제약품으로부터 분양받았다.

### 3) 참조균주

분리균주를 동정하는데 참조한 표준균주는 *E. tarda* ATCC 15947, *E. tarda* ATCC 15469 2균주였고 항생물질 약효 검증을 위하여 *Escherichia coli* ATCC 25922를 국립보건원으로부터 분양 받았다.

### 4) 균주분리

궤양으로부터 직접 균주를 분리할 때는 멸균된 생리식염수 10ml에 궤양조직을 1g정도 떼어 부유시켜 10<sup>9</sup>까지 희석 후 희석단계별로 각각 0.1ml을 취하여 DSSS agar나 또는 SS agar 배지에 “ㄱ”字 유리봉으로 도말 하거나 또는 부유시킨 위액에서 1 백금이를 취

하여 DSSS agar나 SS agar 배지에 streak하였다. 복수가 고인 시료는 무균적으로 해부하여 복수를 1ml 정도 취한 후 같은 방법으로 10<sup>9</sup>까지 희석하여 도말 후 37℃에서 24~48h 배양하였다.

퀘양조직이나 복수를 DSSS 액체배지에 증균시켜서 균을 분리한 방법은 다음과 같다. 조직인 경우 1g정도, 복수인 경우 1ml을 취하여 DSSS 액체배지 10ml에 넣고 24~48시간 배양 후 증균된 균액을 위와 같은 방법으로 DSSS agar나 SS agar 배지에 도말하거나 streak 하였다.

결 과

DSSS agar나 SS agar 배지에서 직접도말법이나 희석법등 어느 방법을 사용하여도 퀘양조직이나 복수로부터 균체는 잘 분리되었다. DSSS agar상에서 colony형태가 *Citrobacter*나 *Proteus*보다 상대적으로 작았고 중앙부위가 볼록한 convex form으로 매끈하고 투명하거나 또는 흑색을 나타내었다. 모두 50균주가 분리되었다.

생화학 및 당발효 검사 결과는 다음과 같다. KIA배지상에서 24시간 배양후 slant부분이 alkali성을, butt부분이 acid성을 나타내었고 butt부분에 H<sub>2</sub>S가 진하게 생성되었다. Urea는 가수분해가 되지 않았고 phenylalanine이 deaminate되지 않았으며 lysine과 ornithine이 decarboxylate되었다. 운동성이 있었고, 포도당을 분해시켰으며 Durham관에 gas를 발생시켰다. Methyl-Red검사는 양성으로 나타났다. 그러나 Voges-Proskauer반응은 음성이었고 gelatin을 이용하지 않았으며 Simmon's citrate배지에서 음성을 나타내었다. lactose를 비롯한 10가지 당은 모두 이용하지 않았다. 그러나 arabinose는 13균주가 에너지원으로 이용했으며 37균주는 이용하지 못하였다.<Table 1 참조>

참조균주들의 생화학 및 당분해 검사는 분리균주들과 일치하였다. 이들 균주들에 대한 항생물질 최소억제농도는 다음과 같다. Chloramphenicol은 ml당 1μg에서 47균주가 감수성을 나타내었고 32μg에서 1균주, 128μg에서 2균주가 감수성을 나타내었다. Colistin에서는 256μg에서 50균주 전체가 성장되어 내성을 나타내었고, gentamicin은 4μg에서 48균주가 감수성을 나타내었고

Table 1. The Biochemical Reactions of *Edwardsiella tarda* isolate from *C. argus*

Test or Substrate	Sign	Number of Strain	Test or substrate	Sign	Number of Strain
Hydrogen sulfide (KIA agar)	+	50	Glucose Acid	+	50
Urease	-	50	Gas(37°C)	+	50
Indol	+	50	Lactose	-	50
Methyl-red	+	50	Sucrose	-	50
Voges-Proskauer	-	50	Mannitol	-	50
Simmon citrate	-	50	Dulcitol	-	50
KCN	-	50	Salicin	-	50
Motility(37°C)	+	50	Adonitol	-	50
Gelatin(22°C)	-	50	Inositol	-	50
Lysine decarboxylase	+	50	Sorbitol	-	50
Arginine decarboxylase	-	50	Arabinose	-	37
Ornithine decarboxylase	+	50	Raffinose	+	13
Phenylalanine deaminase	-	50	Rhamnose	-	50

+ 90% or more positive within 1 or 2 days of incubation

- no reaction

64 $\mu$ g에서 2균주가 감수성을 나타내었다. Kanamycin은 8 $\mu$ g에서 50균주 모두 감수성을 나타내었고 Lincomycin에서는 128 $\mu$ g에서 7균주 256 $\mu$ g에서 나머지 43균주가 모두 성장하여 전체균주가 내성을 나타내었다. Nalidixic acid는 1/2 $\mu$ g에서 3균주, 2 $\mu$ g에서 10균주, 4 $\mu$ g에서 37균주가 감수성을 나타내었다. Spectinomycin은 16 $\mu$ g에서 48균주가 감수성을 나타내었고, 256 $\mu$ g에서 2

균주가 성장되었다. Tetracycline에서는 1 $\mu$ g에서 48균주가 감수성을 나타내었고 16 $\mu$ g에서 2균주가 감수성을 나타내었다. <Table 2 참조>

참조균주인 *E. tarda* ATCC 15947, *E. tarda* ATCC 15469 및 *E. coli* ATCC 25922에 대한 항생제 내성검사 결과는 Table. 3과 같다.

Table 2. Classification of *E. tarda* isolates from *C. argus* based on MICs

Name	MIC ( $\mu$ g/ml)	Number of Isolates
Chloramphenicol	1	47
	32	1
	128	2
Colistin	256	50
Gentamicin	4	48
	64	2
Kanamycin	8	50
Lincomycin	128	7
	256	43
Nalidixic acid	1/2	3
	2	10
	4	37
Spectinomycin	16	48
	256	2
Tetracycline	1	48
	16	2

Table 3. MICs( $\mu$ g/ml) of Some Representative Antibiotics against Reference Strains

Microorganism	Chloramphenicol	Colistin	Gentamicin	Kanamycin	Lincomycin	Nalidixic acid	Spectinomycin	Tetracycline
<i>E. tarda</i> (ATCC 15947)	1	256	2	8	256	2	16	1
<i>E. tarda</i> (ATCC 15469)	1	256	2	8	256	1/2	16	1
<i>E. coli</i> (ATCC 25922)	8	8	2	8	256	2	16	1

## 고찰

생태계는 그 구조상 먹이사슬 즉 에너지 순환관계가 주골격임은 말할 여지가 없다. 그러나 그밖에도 생물과 생물사이의 여러가지 상호작용과 반작용을 일으키게 된다. 특히 질병관계는 미생물과 숙주사이에 특수관계를 이루는 현상인바, 먹이와 환경관계를 생각치 않을 수 없다. 양식되는 어류는 특히 이 문제가 크게 좌우되는데, 낙동강 물을 정수하지 않고 직접 넣는 것은 강물에 자연적으로 서식하는 *Edwardsiella*를 양어장에 공급시키는 결과가 되어 병의 창궐을 유발하는 한 원인이 될 듯하다. 또한 자연상태에서 *Edwardsiella*에 감염되어 질병이 발생된 고기나 보균된 개체를 직접 먹이로 공급하는 것이 가물치 양식장을 오염시키는 가장 큰 원인이라고 생각된다. 이와같은 추정이 가능한 것은 이미 Wyatt *et al* (1979)이 catfish 양어장물에서 75%, 양어장 진흙에서 64% 정도의 높은 비율로 분리됨을 보고했고, Minagawa *et al* (1983)등도 비슷한 보고를 하고 있기 때문이다. 이들과는 약간 다른 관점에서 Ishihara and Kusuda (1982)는 水質 및 水溫, 염농도 등의 상호관계를 조사하여 양식장 환경이 *E. tarda* 생존에 미치는 영향을 조사하였다.

*E. tarda*에 감염된 고기는 병증상이 비장, kidney, 머리(특히 눈부분)와 피부에 출혈을 동반하여 나타나는 것으로 보고되었다. 그중에서도 피부(Kusuda *et al* 1976), kidney (Sae-Oui *et al* 1984)가 가장 심하게 나타났다. 그밖에도 행동이 부자연스럽고 복수가 채이는 경우도 Nakatsugawa(1983)에 의해 보고되었다.

한편 魚種으로는 담수 해수 합하여 약20여종에 이르는 바, 몇가지 예를 들면 *Anguilla japonica*(Horiuchi *et al* 1980, Chun 1988), *Tilapia mosambica*(Kaige *et al* 1986), *Paralichthys olivaceus*(Kanai *et al* 1988), *Cyprinus carpio*(Sae-Oui *et al* 1984), *Ictalurus punctatus*, *Danio devario*(Bullock and Herman 1985)등이다.

*Edwardsiella*屬에 감염된 고기의 증상은 *E. tarda*, *E. ictaluri*등 균종에 관계없이 거의 비슷한 양상을 나타내는 것이 Chung and Kou(1983), Hawke(1979), Meyer and Bullock(1973), Hawke *et al*(1981) 등에 의해서 밝혀졌다.

이상 여러 논문들을 종합해 볼때 포획된 가물치(*Cha-*

*nna argus*)의 병소부위나 양상은 이들의 보고와 많은 부분에서 일치되었다. 분리균주들의 생물학적 성상을 고찰하면 Sakazaki(1962), Hoshina(1962) 등의 보고와 잘 일치되어, H<sub>2</sub>S가 풍부히 생성되며 lysine이 decarboxylation 되는 것은 *Salmonella*와 일치되고 indol생성과 mannitol, 기타 당들을 이용치 못하는 점은 *Salmone-lla*와 다르다. 그러나 arabinose는 13균주가 에너지원으로 이용했으며 37균주는 이용치 못하였다. *Proteus vulgaris*와의 공통점은 H<sub>2</sub>S를 생성하고 Methyl-Red는 양성, Voges-Proskauer test는 음성반응을 나타내고 sucrose를 제외한 여러당을 분해치 않는 점 등이다. 그러나 DSSS agar이외의 배지에서는 *Proteus*는 균체가 gliding하지만 *E. tarda*는 원형의 colony를 형성하는 점이 다르고 특히 *Proteus*는 sucrose를 분해하기 때문에 *E. tarda*와 좋은 대조를 보였다. 생물학 및 생화학 검사의 특징들은 Farmer III and McWhorter(1984) 정의나 Ewing(1986)의 결과와도 잘 일치되었다. 항생물질에 대한 감수성은 Wakabayashi and Egusa(1973), Kou and Chung(1981), Kusuda *et al*(1976) 등이 얻은 결과와 거의 일치하였다.

이미 여러 문헌에서 언급된 바와같이 colistin에서는 전 균주가 모두 강한 내성을 나타냈고 본 실험에서 특기할 사항은 chloramphenicol, gentamicin, tetracycline 3가지 항생물질에 2균주가 동시내성을 나타낸 점이다. 이와같이 다약제 내성균주의 출현은 Jung *et al*(1984)이 *Shigella*에서 Lee(1985)가 *Klebsiella*등 장내세균에서 이미 조사한 바 있고, R-plasmid의 작용때문인 것이 Watanabe and Fugasawa(1961), Watanabe(1963) 등에 의해서 밝혀졌다. 양식어류에서 이와같이 다약제 내성주가 출현하는 사실은 이들이 곧 식품으로 전환될 수 있다는 사실을 감안할때 비록 그 빈도가 낮다 할지라도 큰 의미를 가진다고 생각된다.

이상으로 *E. tarda*가 가물치 질병의 한 원인균으로 강하게 추정되나 확실한 결론에 도달하기 위해서는 건강한 가물치나 기타 감수성 어종에 대한 실험이 이루어져야 된다고 생각된다.

본 실험의 결과와 고찰을 요약해 본다면 아래와 같다.

1. 피부 상처가 있는 가물치 6마리로부터 *E. tarda* 50 균주를 분리하였다.
2. 이들의 생화학 검사는 참조균주 *E. tarda* ATCC 15

947과 일치하였다.

3. 8종류의 항생물질 내성검사를 하여 (chloramphenicol, colistin, gentamicin, kanamycin, lincomycin, nalidixic acid, spectinomycin, tetracycline) 2균주가 3가지 약제 (chloramphenicol, gentamicin, tetracycline)에 동시내성을 나타내었다.

부연하여, *E. tarda*가 가물치 피부 궤양을 일으키는 직접 원인균인지의 여부를 결정하기 위해서는 건강한 어체에 대한 감수성 실험이 필요하다고 생각된다.

본 실험을 위해 수고해 준 김희제, 강경화, 천창준, 허정화에게 진심으로 감사하게 생각하는 바이다.

### Reference

- Berg, R. W. and A. W. Anderson (1972) : *Salmonellae* and *Edwardsiella* in gull feces : a source of contamination in fish processing plants. Appl. Microbiol. 24, 501-503.
- Bullock, G. L., and R. L. Herman (1985) : *Edwardsiella* infections of fishes. U. S. Fish and Wildlife Service, Fish Disease Leaflet 71, Kearneysville, West Virginia.
- Chun, S. K. (1988) : Detection and control of bacterial diseases of cultured fishes in Korea. Bull. Kor. Soc. Fish Pathol. 1, 5-30.
- Chung, H. Y. and G. H. Kou (1983) : *Edwardsiella ictaluri* isolated from cultured eel in Taiwan. CAPD Fish. Series. 5, 69-70.
- Difco Manual (1985) : 10th ed. Difco Laboratories, Detroit Michigan 48232 U.S.A.
- Ewing, W. H. (1986) : The genus *Edwardsiella*. Edwards and Ewing's Identification of Enterobacteriaceae. 4th editions. Elsevier Science Publishing Co., Inc., New York, pp.173-180.
- Farmer, J. J. III (1981) : The genus *Edwardsiella*. In Starr, Stolp, Trüper, Balows and Schlegel (Editors), The prokaryotes. Springer-Verlag, New York, pp.1135-1139.
- Farmer, J. J. III and A. C. McWhorter (1984) : Genus X. *Edwardsiella*. In Brenner, Bryant, Holt, Krieg, Moulder, Pfenning, Sneath, Staley, Lepage, Lautrop, Liston, Niven, and Murray (Editors), Bergey's manual of Systematic Bacteriology. Williams and Wilkins, Baltimore, MD 21202. U.S.A., pp.486-491.
- Farmer, J. J. III, B. R. Davis, F. W. Hickman-Brenner, A. McWhorter, G. P. Huntley-Carter, M. A. Asbury, C. Riddle, H. G. Whathen-Grady, C. Elias, G. R. Fanning, A. G. Steigerwalt, C. M. O'Hara, G. K. Morris, P. B. Smith and D. J. Brenner (1985) : Biochemical identification of new species and biogroups of Enterobacteriaceae isolated from clinical specimens. J. Clin. Microbiol. 21, 46-76.
- Hawke, J. P., A. C. McWhorter, A. G. Steigerwalt, and D. J. Brenner (1981) : *Edwardsiella ictaluri* sp. nov., the causative agent of enteric septemia of catfish. Int. J. Syst. Bacteriol. 31, 396-400.
- Hawke, J. P. (1979) : A bacterium associated with disease of pond cultured channel catfish, *Ictalurus punctatus*. J. Fish. Res. Board Can. 36, 1508-1512.
- Horiuchi, M., T. Sato, H. Takagi (1980) : Studies on rapid diagnosis system of main bacterial diseases of pond cultured eels in Japan-I. Basic investigations on the diagnosis of edwardsiellosis by direct immunofluorescence. Fish. Pathol. 15, 49-55.
- Hoshina, T. (1962) : ON a new bacterium, *Paracolobactrum anguilmortiferum* n. sp. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 28, 162-164.
- Ishihara, S. and R. Kusuda (1982) : Growth and survival of *Edwardsiella tarda* bacteria in environmental water. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 48, 483-488.
- Jordan, G. W. and W. K. Hadley (1969) : Human infection with *Edwardsiella tarda*. Ann. Int. Med. 70, 283-287.
- Jung, T. H., M. W. Lee, B. K. Lee, K. S. Kim, H.

- K. Lee, Y. T. Lee, and S. R. Hong (1984) : Antimicrobial drug resistance in *Shigella* cultures isolated in Korea(1983). J. Kor. Soc. Microbiol. 19, 25-33.
- Kanai, K., S. Tawaki and Uchida (1988) : An ecological study of *Edwardsiella tarda* in flounder farm. Fish Pathol. 23, 41-47.
- Kaige, N., T. Miyazaki and S. S. Kubota (1986) : A histopathological study of edwardsiellosis in tilapia-experimental infection. Fish Pathol 21, 95-99.
- Kou, G. H. and H. Y. Chung (1981) : Drug resistant R<sup>+</sup>bacteria in eel-cultured pond. CAPD Fish. Ser. No. 3, Fish Disease Res. 3, 1-7.
- Kusuda, R., T. Toyoshima, Y. Iwamura, and H. Sako (1976) : *Edwardsiella tarda* from an epizootic of mullets (*Mugil cephalus*) in Okitsu Bay. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 42, 271-275.
- Kusuda, R., T. Itami, M. Munekiyo, and H. Nakajima (1977) : Characteristics of a *Edwardsiella* sp. from an epizootic of cultured crimson sea breams. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 43, 129-134.
- Lee, H. K. (1985) : Studies on genetics of *Klebsiella pneumoniae*. Ph.D. thesis. Kon-Kuk Univ.
- Lee, H. K., K. S. Kim, B. K. Lee, T. H. Jung, and H. H. Lee (1987) : Biochemical characteristics and antibiotic resistant patterns of *Klebsiella pneumoniae*. J. Kor. Soc. Microbiol. 22, 427-433.
- Meyer, F. P., and G. L. Bullock (1973) : *Edwardsiella tarda*, a new pathogen of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Appl. Microbiol. 25, 155-156.
- Minagawa, T., T. Nakai and K. Muroga (1983) : *Edwardsiella tarda* in eel culture environment. Fish. Pathol. 17, 243-250.
- Nagel, P., A. Serritella, and T. J. Layden (1982) : *Edwardsiella tarda* gastroenteritis associated with a pet turtle. Gastroenterology 82, 1436-1437.
- Nakatsugawa, T. (1983) : *Edwardsiella tarda* isolated from cultured young flounder. Fish Pathol. 18, 99-101.
- Sae-Oui, D., K. Muroga and T. Nakai (1984) : A case of *Edwardsiella tarda* infection in cultured coloured carp *Cyprinus carpio*. Fish Pathol. 19, 197-199.
- Sakazaki, R. (1967) : Studies on the Asakusa group of Enterobacteriaceae (*Edwardsiella tarda*). Jpn. J. Sci. Biol., 20, 205-212.
- \_\_\_\_\_ (1962) : The new group of the Enterobacteriaceae, the Asakusa group. Jpn. Bacteriol. 17, 616-617.
- Wakabayashi, H., and S. Egusa (1973) : *Edwardsiella tarda* (*Paracolonobacterium anguillimortiferum*) associated with pond-cultured eel disease. Bull. Jpn. Soc. Fish 39, 931-936.
- Watanabe, T. (1963) : Infective heredity of multiple drug resistance in bacteria. Bacteriological review 27, 87.
- Watanabe, T and T. Fugasawa (1961) : Episome-mediated transfer of drug resistance in Enterobacteriaceae I. Transfer of resistance factor by conjugations. J. Bacteriol. 81, 669.
- Winsor, D. K., A. P. Bloebaum, and J. J. Mathewson (1981) : Gram-negative, aerobic, enteric pathogens among intestinal microflora of wild turkey vultures (*Cathartes aura*) in west central Texas. Appl. Environ. Microbiol. 42, 1123-1124.
- Wyatt, L. E., R. Nickersin II, and C. Vanderzant (1979) : *Edwardsiella tarda* in freshwater catfish and their environment. Appl. Environ. Microbiol. 38, 710-714.