

Tilapia 선별을 위한 Benzocaine의 영향

김 형 주 · 전 세 규

부산수산대학교 수족병리학과

Influence of Benzocaine as an Anaesthetic for the Grading of Tilapia

Hyung-Joo KIM · Seh-Kyu CHUN

Department of Fish pathology

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

Anaesthetics are needed for handling fish, especially for transportation, tagging and grading. Among them, MS-222 has been popular in aquaculture since it has an excellent anaesthetic effect. However, MS-222 is more expensive than other chemicals. Benzocaine (Ethyl-p-aminobenzoate) has a similar molecular formula and equivalent anaesthetic effect to MS-222, and is cheaper.

The purpose of this study was first to compare anaesthetic effects (Benzocaine) under various conditions : temperature, concentration, pH and body weight. Second purpose was to compare actual anaesthetic effects at 50 ppm benzocaine at ambient temperature and pH for the grading of tilapia.

The results of this study are as follows :

1. The effect of anaesthesia at 24°C was better with low pH, that is 5.6 than high pH 6.6 and 7.6.
2. The anaesthetic effect was not different at different body weight form 11g to 1,350g.
3. The fish were anaesthetized in 4~10 minutes at 50 ppm benzocaine at temperature. 20~24°C and pH 6.8~7.3 and recovered in 4~6 minutes when they were put back in the fresh water after 30 minutes anaesthesia.
4. Benzocaine was more sensitive at pH fluctuation than temperature.
5. Twenty four hour-TLm of Benzocaine was 50 ppm at 24°C, pH 6.8 when the fish were put back in the fresh water after 120 minutes.

緒 論

어류를 운송하거나 취급함에 있어서 어체에 물리적 자극이나 stress를 최소화하기 위해 마취는 매우 중요시

된다 (Sado, 1985 ; Kim *et al.*, 1988) 현재까지 어류용 마취제가 수종 개발되어 사용되어 왔으나 그 중에서도 독성이 가장 적은 MS-222만이 유일하게 FDA에서 공인되어 있다(Schnick and Meyer, 1978).

그리고 활어 수송시에도 뛰어난 마취효력 때문에 자주 이용되고 있다(Healey, 1964; Bell, 1964; Smit, 1980). 그러나 MS-222는 경제적인 면에서 가격이 다른 마취제에 비해 월등하게 비싼 편이다. 따라서 MS-222와 화학구조식이 유사하고 거의 동등한 마취효과를 발휘하는 저렴한 가격의 Benzocaine(Ethyl-p-aminobenzoate) 또는 Benzocaine-hydrochloride(Ferreira *et al.*, 1979a)가 어류의 마취를 위해 사용된 바가 있다. Benzocaine은 잘 용해되지 않는 반면 ethanol(1g/5 ml), acetone(0.2g/5ml)에 잘 녹는다(Merck index, 10th). Tilapia 수송을 목적으로 Benzocaine-HCl 25ppm 농도에서 1시간동안 적용한 실험에서 높은 생존율을 나타낸 바가 있다(Ferreira, *et al.* 1984). 현재 국내의 일부 양어장에서는 tilapia 선별 수송을 위해 Benzocaine을 무분별하게 사용하여 진정한 효과를 얻지 못하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 tilapia 선별시의 물리적 자극으로 인한 stress를 최소로 경감시키기 위해 환경요인중 수온, pH, 어체중 변화에 따른 마취 효과를 주로 다루었으며 실제 양어장에서 적용될 수 있도록 다음과 같은 항목으로 조사하였다.

1. 온도 변화에 따른 Benzocaine의 농도별 마취시간, 회복시간, 생존율.
2. 마취 지속 시간을 고려한 Benzocaine 50ppm 농도에서의 pH별, 어체중별, 마취 효과 비교(24°C).
3. 선별 작업 시간을 고려한 Benzocaine 50ppm 농도에서의 온도별, pH별 마취 및 회복 효과 비교(선별 작업 시간 : 15min)
4. Benzocaine의 24시간-TLm.

材料 및 方法

본 실험에서 사용된 어종은 *Oreochromis niloticus*로서 마취 실험 1일전부터 절식한 후 사용했다. 실험수로는 부산 수산대학 지하수를 이용했다. 실험 약제의 용해를 위해 ethanol을 마취제의 5배 용량으로 넣어 녹인후 소량의 물로 희석했다. 그리고 마취수조에 적하하여 20분간 교반하였다. 이때 용존산소량은 모든 실험 수조에서 4.5~4.8mg/l였다.

마취 상태의 판정 기준은 McFarland(1959) 분류에 의거하여 어류가 횡전하며 자극에 대한 반응이 거의

없을 때를 마취된 것으로 보고 이때 까지의 시간을 마취 시간으로 정하였다(Table 1). 마취된 어류는 체중을 측정후 곧 회복 수조로 옮겨서 회복 여부를 관찰했다. 어류가 자유로이 유평할 때까지의 시간을 회복 시간으로 정하였다. 그리고 24시간후의 생존율도 관찰하였다.

1. 온도 변화에 따른 Benzocaine의 농도별 마취시간, 회복시간, 생존율.

Tilapia의 최적 성장 수온인 24°C를 기준으로 하여 3°C 간격으로 4구 즉, 21°C, 24°C, 27°C, 30°C로 나누었다. 그리고 마취제 Benzocaine의 농도는 Ferreira가 tilapia수송에 적용한 25ppm에서부터 50ppm, 75ppm, 100ppm, 200ppm으로 5구를 두었으나 예비 실험 단계에서 Benzocaine 25ppm농도에서는 1시간 이후에도 마취 단계에 이르지 않았으므로 제외시켜 4구로 실험에 임했다. 이때 pH는 지하수 자체에서 7.6이었다.

2. 마취 지속 시간을 고려한 Benzocaine 50ppm에서의 pH별, 어체중별, 마취효과비교(24°C)

실험1에서 마취 지속 시간이 비교적 긴 5~15분 전후의 Benzocaine농도 즉, 50ppm에서 pH와 어체중 변화에 따른 마취 효과를 비교했다. pH조정을 위해 HCl을 적하하여 마취 및 회복 수조에 pH 6.6, pH5.6 그리고 pH 7.6으로 조정했다.

어체중 변화에 따른 실험구는 대조구 11g급과 110g급, 500g급, 1,350g급으로 4구를 설정하였다. 이때 pH는 7.6, 수온은 24°C, 용존 산소량은 4.5~4.7mg/l였다. 마취된 Tilapia는 체중 측정후 곧 맑은 물로 옮겨져 회복시간을 측정했다.

3. 선별 작업 시간을 고려한 Benzocaine 50ppm농도에서의 온도별, pH별 마취 및 회복효과 비교(선별 작업 시간 : 15분)

이 실험에서는 실제 양어장에서의 환경여건을 감안하여 선별할 tilapia를 Benzocaine 50ppm 농도의 마취수조에 넣은후 마취시간 및 30분간 지속 시킨후 맑은 물로 옮겨 회복 시간을 측정했다. 선별 작업 시간은 tilapia가 전부 마취된 상태에서 작업을 시작하는 시점에서 15분간으로 정하였다.

- 1) 온도별, pH별 마취 및 회복 효과 비교

Tilapia양어장에서의 선별시, 실제 수온을 24°C 이하로 보고 24°C 간격으로 낮추어 20°C, 22°C, 대조구 24°C

Table 1. Classification of the behavioural changes that occur in fishes during anaesthesia (after McFarland, 1959)

Stage	Definable level of anaesthesia		Behavioural responses of fish
	Plane	Word equivalents	
0		Normal	Reactive to external stimuli, equilibrium and muscle tone normal.
I	1	Light sedation	Analgesia, slight loss of reactivity to external stimuli (visual and tactile) Voluntary movement still possible. Opercular rate normal.
I	2	Deep sedation	Total loss of reactivity to external stimuli, slight decrease in opercular rate.
II	1	Partial loss of equilibrium	Partial loss of muscle tone, reacts only to very strong tactile and vibrational stimuli, rheotaxis present, but swimming capability seriously disrupted. Increase in opercular rate.
II	2	Total loss of equilibrium	Total loss of muscle tone, reacts only to deep pressure stimuli, decrease in opercular rate below normal.
III		Loss of reflex reactivity	Total loss of reactivity, opercular rate very slow, heart rate slow. The level of surgical anaesthesia.
IV		Medullary collapse	Respiratory movements cease, followed several minutes later by cardiac arrest. The level of overdose.

3구로 두었다. 그리고 pH는 pH 6.8을 기준으로 pH 0.5 간격으로 pH 5.8, pH 6.3, pH 6.8, pH 7.3으로 4구를 설정하였다.

마취 및 회복 효과는 수온과 pH 변화에 따른 상관 관계로서 나타냈다.

4. Benzocaine의 24시간 TLm

마취 수조의 50ppm 농도에서 tilapia를 60분, 120분,

180분, 300분 지속시킨후 24시간후의 TLm을 구하였다. 이때 pH는 6.8이었고 수온은 24°C로 하였다.

結果 및 考察

1. 온도 변화에 따른 Benzocaine의 농도별 마취 시간, 회복 시간, 생존율

실험1의 결과는 Table 2.와 같다. Tilapia의 마취 시간은 수온 상승과 마취농도의 증가에 따라 짧아져 마취 효과가 충분히 인정되었다. 그러나 회복 시간은 마취 농도가 낮고 수온이 높아질수록 빨라졌다(Fig. 1, Fig. 2). 수온 21°C 에서의 각 농도별 마취 및 회복 시간은 24°C, 27°C, 30°C 구에 비해 길게 나타났다(Fig. 3, Fig. 4). Benzocaine 50ppm 에서의 각 온도별 마취 시간은 수온이 상승할수록 빨라졌으나 21°C 구에서는 개체차가 매우 컸다(Fig. 5). 그리고 회복 시간은 수온이 낮을수록 길어지는 경향을 보였다.

이상의 실험에서 24시간 후의 사망 개체는 관찰되지 않았으며 사료를 투여 했을 때도 정상적으로 섭취했다.

온도별 마취 효과면에서 21°C와 24°C에서 현저한 차이를 보이는 것은 tilapia의 대사 활동과 수온과의 상관 관계로 해석되며 tilapia는 성장 최적 수온 범위 내에서 수온이 높을수록 대사 활동이 왕성하여 마취 효과면에서도 뚜렷한 차이를 보였다고 판단된다. 수온 21°C의 50ppm구는 마취시 개체차가 매우 컸는데 그

이유로는 대사 활동이 다른 구에 비해 둔화된 상태이고 마취농도가 낮아서 아가미를 통한 약제의 흡입도 적었던 것으로 사려된다.

Benzocaine은 약제 성질상 국소 마취제로 사용되는 관계로 어류에 있어서 장시간 지속 마취보다는 오히려 고수온, 고농도에서 단시간 마취에 뛰어난 효력이 있으며 회복시간도 매우 빠른 장점을 지니고 있다고 판단된다.

2. 마취 지속 시간을 고려한 Benzocaine 50ppm 농도에서의 pH별, 어체중별 마취 효과 비교(24°C)

실험1로 부터 수온별 마취 지속 시간이 5~15분 범위에 속하는 Benzocaine의 농도를 구한 결과, 50 ppm이 적정 농도였다. Table 3에서 보듯이 수온 24°C 에서 pH 변화에 따른 마취 효과는 pH가 낮아질수록 뚜렷하게 나타났다. 대조구 pH 7.6에 대해서 pH 6.6에서는 마취 시간이 1/2로 단축되었고 pH 5.6에서는 약 1/4로 매우 짧았다. 마취 시간의 개체차는 pH가 저하함에 따라 작게 나타났다(Fig. 6).

Table 2. Temperature-dependent effect of Benzocaine at various concentrations (pH, 7.6)

Benzocaine Dose(ppm)	Temperature (°C)	Number of sample	Mean Body Weight(g)	TA (sec.)	RT (sec.)
200	21	30	13.1±2.7*	109.1± 22.4	137.1±30.9
200	24	30	11.0±1.6	48.7± 9.8	89.5±22.0
200	27	30	10.0±0.5	43.0± 6.1	86.7±35.4
200	30	30	12.2±0.3	38.8± 8.4	84.9±27.6
100	21	30	11.4±1.8	207.7± 34.9	132.5±32.8
100	24	30	11.0±0.7	101.3± 13.2	82.7±29.7
100	27	30	10.0±1.5	83.6± 14.7	73.9±26.4
100	30	30	14.0±0.7	82.0± 11.0	72.6±20.8
75	21	30	14.6±0.4	332.5± 45.6	125.5±25.2
75	24	30	11.0±1.2	176.5± 31.5	80.5±20.8
75	27	30	12.0±0.2	150.5± 35.0	72.2±15.3
75	30	30	14.0±1.5	147.1± 36.0	67.7±37.3
50	21	30	10.9±3.0	2,480.0±857.0	119.5±19.3
50	24	30	10.2±1.8	536.2±120.0	76.6±29.8
50	27	30	10.0±0.7	459.5±147.3	70.6±23.8
50	30	30	11.0±0.8	424.2± 80.8	59.9±25.1

TA : The Time of Anaesthesia

RT : The Recovery Time

* : Values are means±SD

Table 3. pH-dependent effect of 50ppm Benzocaine at 24°C

Benzocaine Dose(ppm)	pH	Number of sample	Mean Body Weight(9)	TA (sec.)	RT (sec.)
50	5.6	25	19.0±1.6	139.9±23.3*	120.9±31.5
50	6.6	25	18.3±2.2	248.6±40.5	110.3±44.9
50	7.6	25	14.1±1.5	512.4±87.6	97.6±27.8

TA : The Time of Anaesthesia

RT : The Recovery Time

* : Values are means±SD

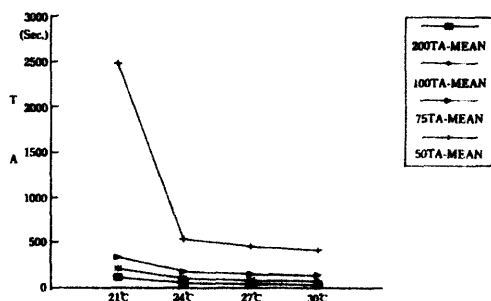


Fig. 1. Effect of different temperature at various Benzocaine concentrations. 200 TA-MEAN : The mean time of anaesthesia at 200ppm

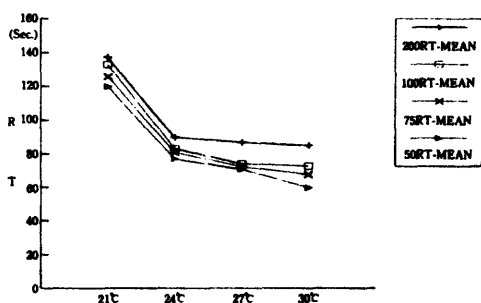


Fig. 2. Effect of different temperature at various Benzocaine concentrations. 200 RT-MEAN : The mean recovery time of at 200ppm

Fig. 4. Comparison of RT at different temperature. 200 RT : The recovery time at 200ppm

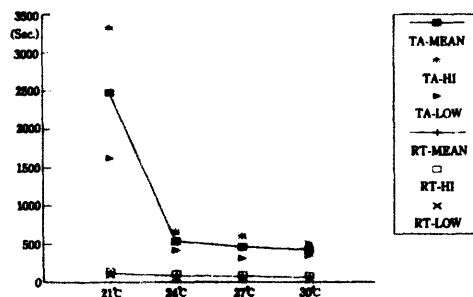


Fig. 5. Effect of different temperature at 50ppm Benzocaine(pH 7.6).

Fig. 3. Comparison of TA at different temperature. 200 TA : The time of anaesthesia at 200ppm

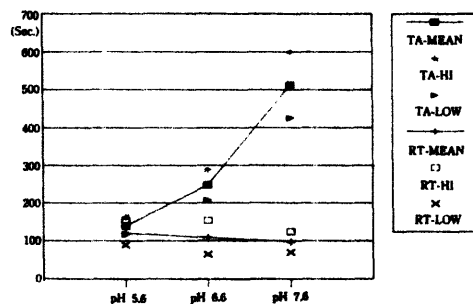


Fig. 6. Effect of different pH at 50ppm Benzocaine (24°C).

pH의 변화에 따른 마취 효과는 Hirayama 등(1965)이 MS-222를 사용하여 pH 저하에 따른 마취 효력의 증가에 대해 보고한 바가 있다. Benzocaine의 경우도 뚜렷하게 일치하고 있다. 마취 효력의 증가 원인은 마취액의 산성도 증가가 어류를 갑작스럽게 흥분시켰거나, 환경 변화에 따른 급격한 생리적 변화가 있었다고 사료된다.

어체중별 마취 농도의 변화는 마취제의 성질에 의해 좌우 된다. 2-Phenoxyethanol을 사용한 무지개 송어의 체중별 안전 진정 농도 실험에서 체중이 클수록 마취 농도가 높아야 한다고 보고하였다(Takashima, et al., 1982).

그러나 Benzocaine의 경우는 체중 변화에 따른 마취제의 농도와는 거의 개체차이 면에서 볼때 뚜렷한 유의성을 인정하기 어려웠다(Table 4).

그러나 체중의 증가에 따라 마취 소요 시간과 회복 시간이 약간 길어지는 경향을 보였다(Fig. 7).

3. 선별 작업 시간을 고려한 Benzocaine 50ppm 농도에서의 온도별, pH별 마취 및 회복 효과 비교.

어류의 마취에 있어서 마취 지속 시간은 취급과 운송에 있어서 매우 중요한 요소이다(Sado, 1985; Siwicki, 1984). 마취 실험에서 마취 판정 기준은 McFarland의 분류에 의거하여 STAGE II(PLANE II)와 STAGE II (PLANE I, PLANE II) 단계가 지속될수록 선별에 유리하다고 판단했으며, 마취 지속 시간을 15분 범위 이하로 선별 작업을 별도로 15분 추가하여 총 30분간 마취 상태로 방치한 맑은 물로 옮겨 회복

시간을 검토했다.

1) 온도별, pH별 마취 및 회복 효과 비교

실험 결과는 Table 5와 같다. 마취 소요 시간은 pH가 낮고 수온이 높아질수록 빨랐다. 그리고 회복 시간도 비슷한 유형을 나타냈다(Fig. 8, Fig. 9).

Table 5의 각 실험구에서 평균 마취 소요 시간이 5분 이상 지속되는 구는 수온 21°C의 pH 7.6 구의 마취 소요 시간이 20~60분 정도인데 반하여 비교적 개체차가 적게 나타났고 마취 효과가 상당히 인정되었다. 이것은 Benzocaine이 수온보다 pH 변동시 tilapia의 마취 효과에 더 큰 영향을 주는 것으로 생각된다. 회복 시간은 수온이 높고 pH가 낮을수록 빠른 경향을 보였는데 그 원인으로는 수온이 상승함에 따라 물고기 자체의 대사 활동이 왕성해 진다는 점과 환경수의 pH가 낮을 경우, 어류는 자신과 외부 환경사이에서 완충하려는 활동이 pH중성보다 강하게 작용 한다는 것으로 사려 된다.

실제 양어장에서 tilapia를 선별할 경우, 양어장 환경 여건에 따라 마취효과에서 차이가 있겠으나 대개 pH는 약산성 내지 중성을 유지하며 수온은 20~24°C범위로 볼 수 있다. 이때 Benzocaine 50ppm 농도로 적용하면 마취 소요 시간은 4~10분 범위이고 회복 시간은 30분간 마취를 지속 시켰을때 4~6분 범위로 추정된다. 그러나 가능한 마취된 어류를 맑은 물로 즉시 옮겨 작업할 때는 회복 시간이 2~3분 소요 되리라 본다.

본 실험에서 24시간 후의 사망 개체는 없었고 사료를

Table 4. Body weight-dependent effect of 50ppm Benzocaine at 24°C, pH 7.6

Body Weight (g)	Benzocaine Dose(ppm)	Number of Sample	TA (min/sec)	RT (min/sec)
11(g)	50	20	6/40~10/40 (8/40)	1/40~2/40 (1/40)
110(g)	50	20	6/40~14/14 (9/27)	1/12~2/50 (2/31)
590(g)	50	20	7/42~12/00 (9/51)	2/00~4/20 (3/10)
1,350(g)	50	20	8/45~11/45 (10/15)	3/00~4/20 (3/40)

TA : The Time of Anaesthesia
RT : The Recovery Time

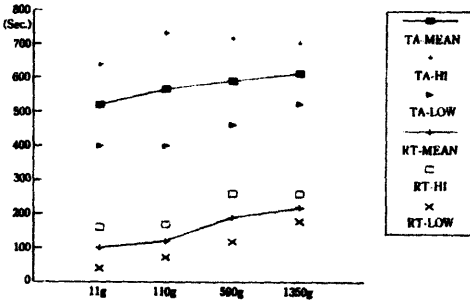


Fig. 7. Effect of different body weight at 50ppm Benzocaine(24°C pH 7.6).

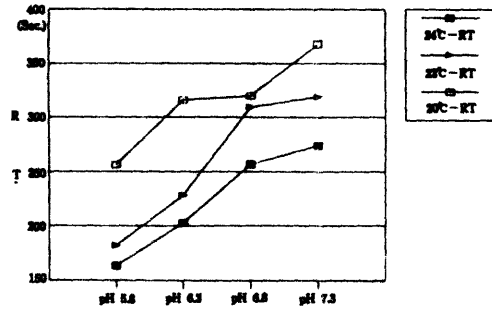


Fig. 9 Effect of recovery at different pH and temp. after 30min anaesthesia (500ppm Benzocaine) 24°C-RT : The mean time of anaesthesia at 24°C

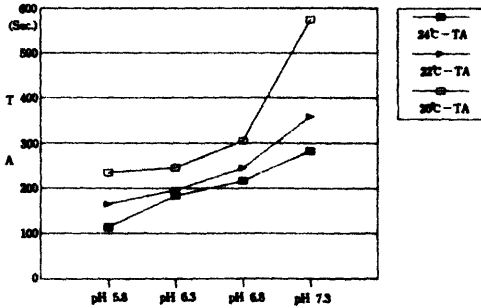


Fig. 8 Effect of anaesthesia at different pH and temp. for the grading of tilapia (500ppm Benzocaine) 24°C-TA : The mean time of anaesthesia at 24°C

투여한 바 사료를 기피하는 행동은 보이지 않았으며 정상적으로 사료를 섭취했다.

4. Benzocaine의 24시간-TLm

수은 24°C, pH 6.8에서 Benzocaine의 24시간-TLm은 Table 6과 같다. 60분, 120분, 180분, 300분구 중에서 60분간 마취를 지속시킨 구의 경우 맑은 물로 옮겨 회복 상태를 조사한 바 30분 이후부터 서서히 몸의 균형을 잡기 시작했다. 그러나 20마리중 4마리는 거의 마비 단계에 이르러 호흡이 정지된 상태였다.

Benzocaine의 24시간 TLm은 50ppm 농도에서 120

Table 5. Temperature, pH-dependent effect of 50ppm Benzocaine after 30min. anaesthesia for the grading of tilapia

Temperature (°C)	pH	No. of sample	Mean Body Weight(g)	Application Time(min).	TA (sec.)	RT (sec.)
24	5.8	25	12.0	30	114.3±20.1*	163.1± 45.4
24	6.3	25	11.0	30	183.0±49.5	202.9± 47.3
24	6.8	25	11.5	30	215.9±55.0	257.0±101.3
24	7.3	25	11.5	30	282.0±53.5	274.7± 36.6
22	5.8	25	11.0	30	164.6±34.7	182.0± 28.1
22	6.3	25	11.5	30	195.9±44.5	228.5± 60.0
22	6.8	25	10.5	30	244.0±48.4	309.4±101.0
22	7.3	25	11.0	30	358.1±64.5	319.4± 29.0
22	5.8	25	11.2	30	234.5±39.3	256.7± 47.9
22	6.3	25	11.5	30	244.7±35.1	316.1± 60.5
22	6.8	25	10.5	30	304.6±99.3	320.0±115.5
22	7.3	25	12.0	30	574.5±77.7	367.5± 68.8

TA : The Time of Anaesthesia

RT : The Recovery Time

* : Values are means±SD

Table 6. 24hour-TLm of Benzocaine to tilapia (24°C, pH 6.8)

Benzocaine Dose(ppm)	Mean Body Weight(g)	Number of Sample	Anaesthesia Time(min)	Survival Rate
50	11.5(g)	20	60	16/20
50	12.5(g)	20	120	10/20
50	10.7(g)	20	180	6/20
50	11.0(g)	20	300	4/20

TLm : Median tolerance limit where 50% of the individuals survive in the presence of a specified concentration of a toxicant, usually for a specified time.

분간 지속시킨 구에서 24시간 후 50% 생존율을 나타냈다.

Tilapia 선별시 마취 지속 시간을 장시간으로 할 경우, tilapia가 완전마취(STAGE III) 내지 마비 단계(STAGE IV)에 이르지 않도록 해야하며 수질 여건을 고려하여 마취 농도의 조절도 필요하다고 사려된다.

본 연구에서는 tilapia의 단시간 마취 보다는 장시간 마취를 목적으로 시행되었다. 그러나 사망한 개체가 없었고 24시간후 정상적으로 사료를 섭취 하였으므로 Benzocaine은 우수한 마취제의 특성을 지니고 있다고 생각된다. 그리고 가격이 저렴하므로 목적에 맞게 잘 사용할 경우 매우 경제적이라고 판단된다.

마취제는 그 자체가 pH, CO₂, alkalinity, hardness의 변화에 의해 수질에도 영향을 미치는 것이 명확하다고 보고한 바 있다(Ferreira *et al.*, 1976b).

이것은 어류 수송시에 마취제가 수질에 영향을 주는 것을 밝힌 것이다.

Ferreira등(1984)은 Tilapia 수송을 위해 Benzocaine 25 ppm 농도를 2시간 적용한 바 수질은 조금 악화되어도 높은 생존율을 나타냈다. 그 이유로서 어류의 진정 단계에서의 대사율은 산소 소비량 감소, CO₂와 ammonia 방출에도 불구하고 기초 대사율에 근사 했다는 것을 밝혔다(McFarland, 1959).

Tilapia 선별시 물리적 자극으로 인한 stress 요인을 경감시키기 위해 Benzocaine을 사용할 경우, 수질 환경 요인(pH, 수온, alkalinity, SS 등), 선별 중량(마리수), 작업 인원수, 작업 환경 등 제반 요인들을 고려하여 선별 작업에 입하는 것이 바람직 하다고 하겠다.

要 約

마취제는 어류를 취급할 때 특히, 수송, 표지작업, 선별작업에 필요하다.

마취제 중에서 MS-222는 뛰어난 효과로 인해 양식 사업에 널리 이용되고 있다. 그러나 MS-222는 마취제 보다 가격이 비싸 경제적인 것이 못된다.

Benzocaine(Ethyl-p-aminobenzoate)은 MS-222와 거의 동등한 마취효과를 지니고 있으며 가격이 저렴하여 경제적이다. 본 연구에서는 tilapia 선별을 위해 Benzocaine을 사용하여 환경 변화중 수온과 pH변화에 따른 마취 및 회복 효과를 실험 했으며 실제 양어장에서의 제반 여건을 고려하여 직접 응용할 수 있는 방안을 제시하여 목적에 따라 경제적으로 사용할 수 있도록 하는 것이다.

그 결과는 다음과 같다.

1. pH 변화에 따른 마취 효과는 pH가 낮을수록 명확하게 안정되었다.
2. 어체중 변화에 따른 마취 효과의 유의성은 거의 인정되지 않았다.
3. 실제 양어장의 환경 여건을 감안한 50ppm Benzocaine의 마취 시간은 4~10분 이었고 회복 시간을 마취를 30분 지속시킨 후의 경우 4~6분 소요 되었다.
4. Benzocaine은 수온 변화보다 pH 변화에 더 민감하게 작용했다.
5. Benzocaine의 24시간-TLm은 수온 24°C, pH 6.8에서 50ppm마취액에 120분간 지속시킨 후 24시간 후에 50% 생존율을 나타냈다.

Reference

- Carrasco, S., H. Sumano and R. Navarro-Fierro (1984) : The use of lidocainesodium bicarbonate as anaesthetic in fish. *Aquaculture*, 41,395~398.
- Dawson, V.K. and P.A. Gilderhaus (1979) : Ethyl-p-aminobenzpate(Benzocaine) : efficacy as an anaesthetic for five species of fresh water fish. *Invest. Fish Control*, 87,1~5.
- Ferreira, J. T., H. J. Schoonbee and G. L. Smit (1984) : The use of benzocaine-hydrochloride as an aid in the transport of fish. *Aquaculture*, 42,169~174.
- Goddard, C. I., J. W. Lilley and J. S. Tait (1974) : Effects of MS-222 anesthetization on temperature selection in like trout, *Salvelinus namaycush*. *J. Fish. Res. Board Can.*, 32,100~103.
- Hirayama, K., M. Shioma and Y. Humoto (1965) : Studies on anaesthesia of Fish-I. Special characteristics of tricaine methanesulfonate(MS-222) as an anaesthetic inferred from the relation between the time necessary to anaesthetize fish deeply and the concentration leading to 50% mortality of fish. *Bull. Jap. Soc. Sic. Fish.*, 32,479~487.
- Jeney, Z., G. Jeney, J. Olah, A. Siwicki and I. Danko (1986) : Propanidid, a new anaesthetic for use in fish propagation. *Aquaculture*, 54,149~156.
- Kim, D. S., I. C. Bang, S. K. Chun and Y. H. Kim (1988) : Effects of the anaesthetic lidocaine on some fishes. *bull. Korean Soc. Fish Pathol.*, 1,59~64.
- Kim, D. S., I. S. Park, J. M. Kim and Y. H. Kim (1988) : Influence of lidocaine as an anaesthetic for marine fishes. *J. Fish Pathol.*, 1,123~130.
- Park, H. Y., J. M. Yoon and J. H. Lee (1989) : The experimental study on the quinaldine(2-methylquinaldine) toxicity for a long anaesthetization Period. *J. Fish Pathol.*, 2,37~44.
- Sado, E. K. (1985) : Influence of the anaesthetic quinaldine of some tilapias. *Aquaculture*, 46,55~62.
- Schnick, R. A. and F. P. Meyer (1978) : Registration of thirty three fishery chemicals status of research and estimated coasts of required contract. *Invest. Fish control.*, 86,1~19.
- Siwicki, A. (1984) : New anaesthetic for fish. *Aquaculture*, 38,171~176.
- 隆島史夫・河西晴之・溪川活・山田善章(1982) : 魚類麻酔劑としての 2-Phenoxythanol. *水産増殖*, 30,48~52.
- Takeda, T., K. Yamasaki and Y. Itazawa (1987) : Effect of MS-222 an respiration and efficacy of forced branchial irrigation with the anaesthetic solution in Carp. *Nippon Suisan Gakkaish*, 53,1701~1709.
- Umehara, M., K. Sakai and F. Takashima (1986) : Histopathological and hematological studies on the effects of sustaioned anaesthesia in rainbow trout. *Suisanzoshoku*, 34,185~191.
- Wells, R. M. G., V. Tetens and A. L. Devries (1984) : Recovery from stress following capture and anaesthesia of an tartic fish : haematology and blood chemistry. *J. Fish Biol.*, 25,567~576.

