

김치 유산균 배양물의 부상용 배합사료내 첨가시 넙치(*Paralichthys olivaceus*) 치어의 성장, 체조성 및 면역성 반응에 미치는 효과

전규호 · 조성환* · 김희성 · 명성효 · 김현종 · 정원관 · 박범희¹ · 이금주¹

한국해양대학교 해양환경생명과학부, ¹명선해양산업(주)

Effects of the Inclusion of Kimchi Lactic Acid Bacterial Culture in Extruded Pellets on the Growth, Body Composition and Immune Response of Juvenile Olive Flounder *Paralichthys olivaceus*

Gyu Ho Jeon, Sung Hwoan Cho*, Hee Sung Kim, Sung Hyo Myung, Hyeon Jong Kim, Won-Gwan Jung, Byum Hee Park¹ and Keum Joo Lee¹

Division of Marine Environment and BioScience, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea
¹MyungSun Co. LTD., Seoul 150-972, Korea

This study was performed to determine effects of the supplementation of Kimchi lactic acid bacterial culture in extruded pellets (EP) on the growth, body composition, blood chemistry and immune response of olive flounder *Paralichthys olivaceus*. Four hundred eighty individuals averaging 16.1 g were randomly distributed into 12, 180 L flow-through tanks (forty fish per tank). Four concentrations of Kimchi lactic acid bacterial culture (KL) were prepared: Control (0%), 0.1%, 0.2% and 0.5%. Three concentrations (0.1%, 0.2% and 0.5%) of Kimchi lactic acid bacterial culture were each diluted to 10% of EP weight and then fully absorbed by EP for 10 minutes. Each diet was fed to triplicate groups of fish. Fish were hand-fed to apparent satiation twice a day for 8 weeks. At the end of the 8-week feeding trial, the plasma lysozyme and bacterial activities of fish were determined. In addition, the cumulative mortality of fish was monitored for 8 days after their artificial infection with *Edwardsiella tarda*. The weight gain, specific growth rate, feed efficiency ratio, protein efficiency ratio, protein retention, hepatosomatic index and condition factor of fish were not affected by dietary supplementation with KL. None of the proximate composition, plasma parameters, lysozyme or bactericidal activities of fish was affected by dietary supplementation with KL. However, the cumulative mortalities of fish fed EP containing 0.1% and 0.5% Kimchi lactic acid bacterial culture were relatively low compared to that of fish fed the control diet. In conclusion, dietary supplementation with KL did not effectively improve growth, feed utilization, body composition, plasma chemistry, lysozyme, bactericidal activities or immune response of olive flounder after *E. tarda* infection under these experimental conditions.

Key words: Olive flounder (*Paralichthys olivaceus*), Kimchi lactic acid bacterial culture, Additive

서 론

넙치는 성장이 빠를 뿐만 아니라 질병에 대한 내병성이 높아서 국내 해산어 양식산업에 있어서 양식생산량이 가장 높을 뿐만 아니라 그 가치 면에 있어서 가장 중요한 어종 중의 하나이다(KOSIS 2013). 따라서 넙치에 있어서 사료내 영양소 요구량(Lee et al. 2002; Kim and Lee 2004), 사료공급전략(Kim et al.

2002a; Cho 2005; Cho et al. 2006b), 일일사료공급율(Cho et al. 2006a, 2007a; Kim et al. 2009), 사료내 어분대체를 위한 동물성 및 식물성단백질원 대체 효과(Kikuchi et al. 1994, 1997; Kikuchi 1999a, 1999b; Kim et al. 2011) 등에 대한 다양한 연구가 수행된 바 있다.

그리고 사료첨가제로서 어보산(Kim et al. 1998; Lee et al. 1998; Kim et al. 2000), 황금(*Scutellaria baicalensis*) 추출물

Article history;

Received 12 June 2013; Revised 21 August 2013; Accepted 5 September 2013

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 410. 4755 Fax: +82. 51. 404. 4750

E-mail address: chosunh@kmou.ac.kr

Kor J Fish Aquat Sci 46(5) 552-558, October 2013

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0552>

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

© The Korean Society of Fishereis and Aquatic Science. All rights reserved

(Cho et al. 2013), 와사비(Park et al. 2003), 녹차부산물(Cho et al. 2007b), 클로렐라 분말(Kim et al. 2002b), 양파추출물(Cho and Lee 2012), 키토산(Kim et al. 2005), 송강약돌(Choi et al. 2004) 및 charcoal(Kwon et al., 2002)의 사료내 첨가시 넙치의 성장, 체조성, 근육 품질 개선 및 면역성 향상이 보고된 바 있다. 그러나 국내에서 넙치의 연중 양식시 발생하는 질병이나 또는 냉수대 출현과 적조 발생과 같은 사육 환경의 악화로 인하여 대량폐사가 빈번하게 발생하고 있기 때문에 넙치의 성장이나 면역성 향상을 위한 다양한 사료첨가제 개발이 절실히 필요할 실정이다.

김치 유산균 배양물을 육상동물인 돼지사료에 첨가 공급시 이들의 성장과 사료 이용성이 개선된다고 보고 된 바 있다(Han 2006). 따라서 본 연구에서는 김치 유산균 배양물을 넙치 양식에 적용시켜 넙치용 사료첨가제로서 개발 가능성과 이들의 사료내 공급시 넙치 어체의 근육 품질 개선 효과 및 세균(*Edwardsiella tarda*) 공격성에 대한 개선 효과를 조사하였다.

재료 및 방법

실험어 및 사육 조건

본 실험에서 사용된 넙치 치어는 경북 울진에 위치한 개인 양어장에서 구입하여 사육실험 환경에 2주간 적응시켰으며, 적응기간 동안에는 1일 2회 충분한 양의 넙치 부상용배합사료(수협사료: 조단백질 함량 52% 및 조지질 함량 12%)를 공급하여 주었다. 넙치 치어[시작시 평균 무게(Mean ± SD: 16.1 ± 0.02 g)] 40마리씩을 12개의 180 L 유수식 수조(수량: 150 L)에 각각 수용하였다. 각 수조당 환수량은 9.4 L/min이었으며, 모래 여과된 자연해수를 공급하여 주었고 각각의 수조에는 aeration을 시켜 주었다. 사육기간 동안의 수온은 10.0°C-24.5°C (Mean ± SD: 20.6 ± 3.93°C)의 범위이었으며, 광주기는 자연 광주기를 따랐다.

실험디자인 및 실험사료의 준비

본 사육실험에 사용된 사료는 부상용배합사료(수협사료)를 이용하였다. 실험에는 총 4가지 농도[대조구(무첨가구, Control), 0.1%, 0.2% 및 0.5% 김치 유산균 배양물 첨가구]의 김치 유산균 배양물(Kimchi lactic acid bacteria culture, KL)을 첨가한 사료를 준비하였으며, 각 실험구는 3반복구를 두었다. 실험에 이용된 김치 유산균 배양물은 *Leuconostoc Kimchi*를 포함한 김치유산균 혼합 배양물로서 상업적으로 시판되고 있는 제품(KimchiStoc®-LS, Tri-on International Corp, Seoul, Korea)을 사용하였다. 부상용배합사료 양의 각각 0%, 0.1%, 0.2% 및 0.5% 농도의 김치 유산균 배양물을 사료양 10% 농도의 증류수에 희석시킨 이후에 부상용배합사료와 잘 섞어주면서 10분간 충분히 침지시켜 각 농도의 김치 유산균 배양물이 흡착된 사료를 준비하였다. 각 농도별 김치 유산균 배양물이 흡착된 부상용

Table 1. Proximate composition (%) of the experimental diets

	Concentrations of Kimchi lactic acid bacterial culture (KL)			
	Control (0%)	0.1%	0.2%	0.5%
Dry matter	84.2	84.1	84.1	83.9
Crude protein	51.6	51.8	52.3	51.8
Crude lipid	14.9	14.9	15.1	14.8
Ash	11.7	11.7	11.8	11.6

배합사료의 일반성분 분석 결과는 Table 1에 나타내었다.

김치 유산균 배양물을 흡착시킨 부상용배합사료는 -25°C 냉동고에 보관하면서 필요시 마다 소량씩 사용하였으며, 1주일마다 사료를 새로이 흡착시켜서 공급해 주었다. 사료공급은 1일 2회(08:00 및 17:00) 손으로 만복 시까지 공급하여 주었으며, 사료공급 30분 이후 각 수조에 남은 사료를 수거하여 사료섭취량으로부터 빼주었다. 넙치의 사육실험은 총 8주간이었다.

일반성분 분석

실험사료와 8주간의 사육실험 종료시 각 수조당 생존한 넙치 5마리씩을 무작위로 샘플하여 일반성분 분석에 이용하였으며, 수분, 조단백질, 조지질 및 회분을 AOAC (1990)의 표준방법에 따라서 분석하였다.

채혈 및 혈액성분분석

8주간의 사육실험 종료시 1일간 절식시킨 이후 각 수조에서 생존한 넙치를 무작위로 3마리씩 샘플하여 50 ppm의 아미노안식향산 에틸수용액으로 마취한 후, 미부정맥에서 채혈하여 혈청을 분리하였으며, 분리된 혈청을 이용하여 혈액성상 분석 및 면역능 실험에 사용하였다.

넙치의 혈청성분은 Automatic Chemistry System (HITACHI 7180/7600-210, Hitachi, Japan)을 이용하여 총단백질(total protein), glucose, glutamic oxaloacetic transaminase (GOT), glutamic pyruvic transaminase (GPT), cholesterol, triglyceride 및 total lipid 함량을 측정하였다.

Lysozyme activity

라이소자임 활성은 Parry et al. (1965)의 turbidimetric method를 이용하여 측정하였다. 즉, *Micrococcus lysodeikticus* (0.2 mg/mL) 현탁액 (pH 7.3) 950 µL와 혈청 50 µL를 혼합하여 25°C에 30초 및 4분 30초 반응시킨 후 530 nm에서 흡광도를 측정하였다. 라이소자임 활성은 units/mL로 나타내었으며, 1 unit는 흡광도 값이 0.001/min 감소한 값으로 표시하였다.

혈청의 세균 살해능

혈청 내 보체에 의한 세균 살해능의 조사는 Yoo et al. (1992)의 방법에 따라서 실험하였다. 각 혈청은 GVB²⁺ (Gelatin vero-

Table 2. Survival, weight gain (g/fish) and specific growth rate (SGR) of olive flounder *Paralichthys olivaceus* fed the extruded pellets containing the various concentrations of Kimchi lactic acid bacterial culture (KL) for 8 weeks

Concentrations of KL	Initial weight (g/fish)	Final weight (g/fish)	Survival (%)	Weight gain (g/fish)	SGR ¹ (%/day)
Control (0%)	16.1±0.04	107.4±1.57	99.2±0.83	91.3±1.60	3.4±0.03
0.1%	16.1±0.02	109.2±1.50	97.5±1.44	93.1±1.52	3.4±0.03
0.2%	16.1±0.01	103.9±1.89	95.8±3.00	87.8±1.90	3.3±0.03
0.5%	16.1±0.04	105.0±4.97	95.8±3.00	88.8±4.94	3.3±0.08
<i>P</i> -value		<i>P</i> <0.6	<i>P</i> <0.6	<i>P</i> < 0.7	<i>P</i> <0.6

Values (mean ± SE) in the same column sharing a common superscript are not significantly different (*P*<0.05).

¹SGR(%/day) = (Ln final weight of fish - Ln initial weight of fish) × 100/days of feeding trial.

nal buffer: VB 200 mL, 0.03M CaCl₂·2H₂O 5 mL, 2% gelatin 50 mL, DW 740 mL, pH 7.4)를 사용하였다. 모든 시료는 GVB²⁺로 5배 희석한 후 6 × 10⁶ cfu/mL로 조정된 *Escheri coli* ATCC25922 세균 부유액과 1:1로 혼합하여 실험하였다. 생균수의 측정은 세균과 희석된 신선 혈청 혼합액을 20℃로 조정된 진탕배양기로 반응시키면서 0, 1, 3 및 6 시간 경과 할 때마다 단계 희석하여 Miles and Misra (1938)에 따라 균 집락수로 계산하였다.

세균 공격성(challenge) 실험

8주간의 사육실험 종료시 각 실험수조에서 생존한 넙치를 무작위로 20마리씩 선택하여 *E. tarda* 세균으로 감염을 시킨 후, 8 일간의 누적폐사율을 조사하였다. 넙치의 세균 감염 후 1일간은 3시간 간격으로 2일-4일째까지는 6시간 간격으로 5일-8일째까지 12시간 간격으로 넙치의 폐사 여부를 조사하였으며 폐사한 개체는 관찰 즉시 제거하였다.

통계학적 분석

각 측정 항목들은 One-way ANOVA 및 Duncan's multiple range test (Duncan 1955)로서 실험구간의 유의성을 검정하였으며, SAS version 9.2 (SAS Institute, Cary, NC, USA) 통계분석 program을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

넙치 부상용 배합사료에 김치 유산균 배양물을 농도별로 혼합시켜 8주간 공급시 넙치의 생존율(%), 어체중 증가(g/fish) 및 일일성장율(SGR)을 Table 2에 나타내었다. 넙치의 생존율은 95.8-99.2%의 범위로서 김치 유산균 배양물 농도별에 따른 유의적인 차이는 없었다(*P*>0.05). 그리고 넙치의 마리당 어체중 증가는 87.8-93.1 g의 범위이었고 일일성장율은 3.3-3.4 %/day의 범위이었으나 어체중 증가 및 일일성장율 모두 김치 유산균 배양물 농도별에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다(*P*>0.05). 유사하게 사료내 다양한 사료첨가제 공급시 넙치의 생존율이나 성장에는 유의적인 차이를 보이지 않았다(Choi et al. 2004; Kim et al. 2005; Cho and Lee 2012; Cho et al. 2013).

8주간의 사육실험 종료시 넙치의 사료섭취량(g/fish), 사료전환효율(feed efficiency ratio, FER), 단백질전환효율(protein efficiency ratio, PER), 단백질축적율(protein retention, PR), 간체장지수(hepatosomatic index, HSI) 및 비만도(condition factor, CF)는 Table 3에 나타내었다. 사료섭취량, 사료전환효율(1.46-1.53), 단백질전환효율(2.79-2.96), 단백질축적율(54.4-57.1), 간체장지수 및 비만도 모두 김치 유산균 배양물 농도별에 따른 실험구간의 유의적인 차이가 없었다(*P*>0.05). 사료내 양과 분말(Cho and Lee 2012), 송강약돌(Choi et al. 2004), 키

Table 3. Feed consumption (g/fish), feed efficiency ratio (FER), protein efficiency ratio (PER), protein retention (PR), hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of olive flounder *Paralichthys olivaceus* fed the extruded pellets containing the various concentrations of Kimchi lactic acid bacterial culture (KL) for 8 weeks

Concentrations of KL	Feed consumption (g/fish)	FER ¹	PER ²	PR ³	HSI ⁴	CF ⁵
Control (0%)	59.8±1.05	1.53±0.005	2.96±0.010	57.1±0.34	3.0±0.20	1.1±0.02
0.1%	61.4±0.54	1.52±0.025	2.93±0.048	56.0±0.67	2.6±0.06	1.1±0.01
0.2%	60.3±0.58	1.46±0.045	2.79±0.086	54.4±1.79	2.5±0.06	1.1±0.01
0.5%	59.9±2.06	1.48±0.050	2.86±0.096	56.0±2.20	2.8±0.31	1.1±0.09
<i>P</i> -value	<i>P</i> <0.8	<i>P</i> <0.6	<i>P</i> <0.4	<i>P</i> <0.7	<i>P</i> <0.4	<i>P</i> <0.8

Values (mean ± SE) in the same column sharing a common superscript are not significantly different (*P*<0.05).

¹Feed efficiency ratio (FER) = Weight gain of fish/feed consumed.

²Protein efficiency ratio (PER) = Weight gain of fish/protein consumed.

³Protein retention (PR) = Protein gain × 100/protein consumed.

⁴Hepatosomatic index (HSI) = Liver weight × 100/fish weight.

⁵Condition factor (CF) = Fish weight × 100/total length³.

Table 4. Proximate composition (%) of the whole body excluding liver and liver in olive flounder *Paralichthys olivaceus* fed the extruded pellets containing the various concentrations of Kimchi lactic acid bacterial culture (KL) for 8 weeks

Concentrations of KL	Whole body of fish excluding liver			
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash
Control (0%)	71.0±0.20	18.8±0.12	5.6±0.11	3.2±0.10
0.1%	70.8±0.40	18.7±0.12	5.8±0.07	3.5±0.09
0.2%	70.9±0.22	19.0±0.05	5.1±0.31	3.2±0.15
0.5%	70.7±0.56	19.0±0.12	5.3±0.30	3.4±0.13
<i>P</i> -value	<i>P</i> <1.0	<i>P</i> <0.3	<i>P</i> <0.5	<i>P</i> <0.3
Concentrations of KL	Liver			
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	
Control (0%)	55.9±1.12	7.5±0.38	24.1±0.82	
0.1%	56.5±2.24	7.7±0.25	24.1±2.79	
0.2%	57.6±1.52	7.8±0.15	23.0±1.79	
0.5%	54.6±3.43	7.3±0.37	25.6±3.94	
<i>P</i> -value	<i>P</i> <0.9	<i>P</i> <0.6	<i>P</i> <1.0	

Values (mean ± SE) in the same column sharing a common superscript are not significantly different (*P*<0.05).

토산(Kim et al. 2005) 또는 황금 추출물(Cho et al. 2013) 첨가시 넙치의 사료 이용성에는 효과가 없었다.

본 연구에서 김치 유산균 배양물 첨가에 따른 넙치의 성장 개선 효과 또는 사료 이용성에 유의적인 개선 효과가 나타나지 않은 이유 중의 하나는 8주간의 사육실험 동안 넙치의 성장이 대조구를 포함한 모든 실험구에서 아주 빠르게 나타나서 김치 유산균 배양물 첨가 효과가 나타나지 않은 것으로 생각된다. 즉, 실험어의 성장이 아주 빠르게 나타나서 김치 유산균 배양물 첨가 효과가 가려진(masking) 것으로 생각된다. 김치 유산균 배양물 첨가에 따른 넙치의 성장과 사료 이용성의 개선 효과를 기대하기 위해서는 넙치의 성장이 빠른 시기보다는 성장이 느리거나 또는 저수온기와 같이 환경 스트레스가 많은 겨울철에 적용시키는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 배합사료내 김치 유산균 배양물 첨가에 따른 넙치의 성장이나 사료 이용성 개선 효과가 나타나지 않은 다른 이유로는 실험에 이용된 배합사료의 품질이 아주 우수하여서 김치 유산균 배양물 첨가 효과가 가려진 것으로 생각되며, 이와 같은 첨가제의 효과를 유도하기 위해서는 실험에 사용되는 배합사료의 품질이 다소 불량일 경우 이들 첨가제 효과가 긍정적으로 나타날 수 있을 것으로 생각된다.

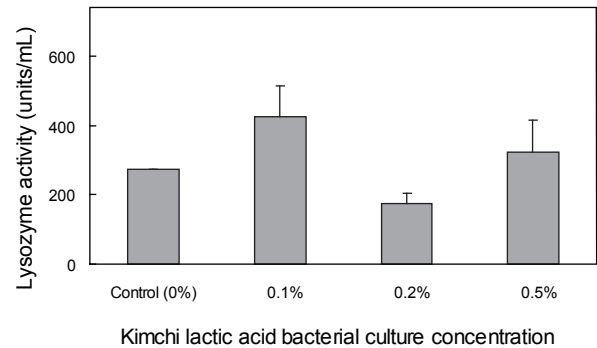


Fig. 1. Plasma lysozyme activity in olive flounder *Paralichthys olivaceus* fed the extruded pellet containing the various concentrations of Kimchi lactic acid bacterial culture (mean ± SE).

김치 유산균 배양물이 농도별로 혼합된 배합사료를 8주간 공급받은 넙치의 간을 제외한 어체 및 간의 일반성분 분석 결과를 Table 4에 나타내었다. 간을 제외한 전어체와 간의 수분, 조단백질, 조지질 및 회분의 함량은 김치 유산균 배양물 농도별에 따른 유의적인 차이가 없었다(*P*>0.05).

8주간의 사육실험 종료시 넙치의 혈장 총단백질(total protein), glucose, GOT, GPT, cholesterol, triglycerides 및 총지질(total lipid)의 함량 변화를 Table 5에 나타내었다. 측정된 모든 혈장 성분의 함량은 김치 유산균 배양물 첨가에 따른 실험구간의 유의적인 차이가 없었다(*P*>0.05). 유사하게 사료내 양과분말(Cho and Lee 2012), 송강약돌(Choi et al. 2004) 또는 황금 추출물(Cho et al. 2013) 첨가시 넙치의 혈액성상학적 차이는 없었다. 또한 사료내 glucan을 첨가하여 7주간 공급시 넙치의 혈액성상학적 차이는 없었다(Won et al. 2004). 그러나 사료내 5% charcoal 첨가시 넙치 혈액의 cholesterol과 총단백질 함량은 무첨가구인 대조구에 비하여 크게 감소하였다(Kwon et al. 2002).

농도별 김치 유산균 배양물이 혼합된 배합사료를 8주간 공급한 넙치의 혈장내 Lysozyme 활성 변화를 Fig. 1에 나타내었다. Lysozyme 활성은 0.1% 첨가구(425 units/mL), 0.5% 첨가구(325 units/mL), 대조구(275 units/mL) 및 0.2% 첨가구(175 units/mL)의 순으로 높게 나타났으나, 실험구간의 유의적인 차이는 없었다(*P*>0.05). Charcoal을 함유시킨 사료를 넙치에게 8주간 공급시 넙치의 성장과 lysozyme 활성에는 영향을 미치지

Table 5. Plasma chemistry of olive flounder *Paralichthys olivaceus* at the end of the 8-week feeding trial

Concentrations of KL	Total protein (g/dL)	Glucose (mg/dL)	GOT (IU/L)	GPT (IU/L)	Cholesterol (mg/dL)	Triglyceride (mg/dL)	Total lipid (mg/dL)
Control (0%)	3.7±0.07	20.3±2.91	37.3±11.02	18.0±5.00	276.3±11.62	90.3±6.39	1,447.7± 73.02
0.1%	3.5±0.13	34.7±8.41	22.3±3.93	11.0±2.52	259.3±16.37	117.3±25.39	1,350.3± 120.74
0.2%	3.6±0.18	35.0±13.53	29.7±4.70	13.3±1.45	269.7±24.73	116.3±8.95	1,527.7± 162.61
0.5%	3.4±0.18	30.0±4.93	22.0±28.9	13.7±2.19	223.7±13.17	108.7±13.97	1,449.0± 178.16
<i>P</i> -value	<i>P</i> <0.6	<i>P</i> <0.6	<i>P</i> <0.3	<i>P</i> <0.4	<i>P</i> <0.2	<i>P</i> <0.6	<i>P</i> <0.8

Values (mean ± SE) in the same row sharing a common superscript are not significantly different (*P*<0.05).

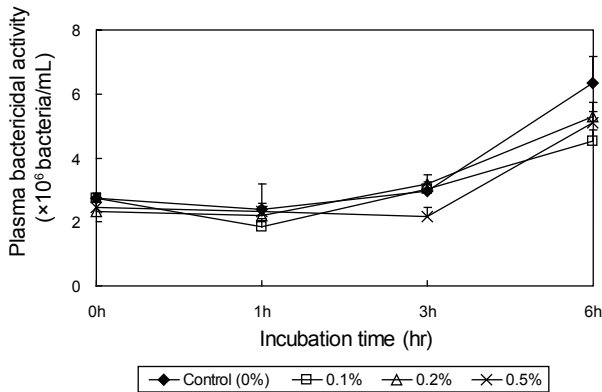


Fig. 2. Plasma bactericidal activity of olive flounder *Paralichthys olivaceus* fed the extruded pellet containing the various concentrations of Kimchi lactic acid bacterial culture (mean \pm SE).

않았다(Kwon et al. 2002).

넙치 혈장의 세균 살해능 조사 결과는 Fig. 2와 같다. 배양 1 시간째 모든 실험구는 일정하게 감소하다가 3시간째에는 0.5% 첨가구를 제외한 모든 실험구에서 증가하는 경향을 보였으나 0.5% 첨가구는 배양 3시간까지 감소하다가 6시간째 증가하였다. 그러나 각 시간별 김치 유산균 배양물 농도별에 따른 실험구간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다($P>0.05$).

8주간의 넙치 사육실험 종료시 무작위로 추출한 20마리의 넙치를 *E. tarda*로 인위적인 감염이후 8일간의 누적폐사율 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 세균 감염후 3일째부터 넙치의 폐사가 관찰되기 시작하였으며 4일째 김치 유산균 배양물 0.1% 및 0.5% 첨가구에서 누적폐사율이 13.3%로 낮게 나타났으며, 다음으로 대조구 및 0.2% 첨가구의 순으로 나타났으나, 김치 유산균 배양물 첨가에 따른 실험구간의 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 세균 감염이후 8일째 0.1% 김치 유산균 배양물 첨가구에서 93.3%의 누적폐사율을 보였으며, 0.2%와 0.5% 첨가구에서는 97.8%의 누적폐사율을 보였으며, 대조구에서는

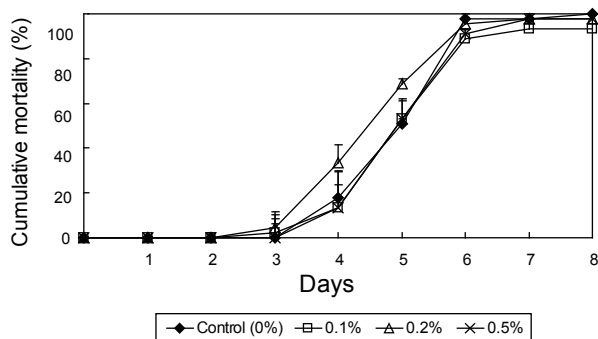


Fig. 3. Cumulative mortality of olive flounder *Paralichthys olivaceus* fed the extruded pellet containing the various concentrations of Kimchi lactic acid bacterial culture after *Edwardsiella tarda* infection (mean \pm SE).

100% 전량 폐사하였으나, 실험구간에 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 그러나 사료내 양파 분말 0.5-5% 첨가시 넙치의 체 조성에 차이는 없었으나, *E. tarda*의 인위적인 감염이후 60시간 이후부터 분말이 첨가되지 않은 대조구에 비해서 누적폐사율이 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다(Cho and Lee 2012). 사료내 0.5% 송강약돌 첨가시 *E. tarda*에 감염에 대한 누적폐사율이 감소하였다(Choi et al. 2004). 황금(*Scutellaria baicalensis*) 추출물의 사료내 첨가시 넙치의 경우에는 *E. tarda*와 메기의 경우 *Vibrio anguillarum*과 *Streptococcus iniae*의 인위적인 세균 감염에 각각 효과가 있는 것으로 나타났다(Cho et al. 2013; Kim et al. 2013). 7주간 사료내 glucan을 첨가하여 넙치에게 공급한 이후 *E. tarda*의 인위적인 감염시 대조구에 비해서 낮은 폐사율을 보였다(Won et al. 2004).

본 연구에서 김치 유산균 배양물 첨가에 따른 넙치의 생산성이나 사료 이용성 또는 인위적인 세균 감염성 향상에 개선 효과가 나타나지 않은 다른 이유로는 김치 유산균 배양물 첨가 효과는 종특이성(species-specific)이 있어서 돼지와 같은 항온동물에서는 효과가 있으나, 변온동물인 어류에서는 그 효과가 없을 수 있는 것으로 생각된다. 그리고 본 실험의 경우 일일성장율(SGR)이 아주 높게(3.3-3.4%/day) 나타난 것으로 미루어 보아 양질의 부상용배합사료가 실험에 이용된 것으로 추정되며 이로 인하여 김치 유산균 배양물 첨가에 따른 효과가 가려진 것(masking)이 추측 가능한 다른 이유이다. 또한 김치 유산균 배양물의 제조 공정 과정에 따른 유산균 첨가 효과가 다르게 나타나기 때문에 보다 자세한 연구가 필요한 것으로 생각된다.

이상의 결과를 고려할 때 본 연구의 조건에서는 김치 유산균 배양물의 부상용배합사료에 흡착시 넙치의 성장, 사료 이용성, 혈액생상학적 변화, lysozyme 활성 및 *E. tarda* 감염에 넙치의 세균 감염에는 큰 효과가 없는 것으로 판단되지만, 이에 대한 원인 규명과 보다 정밀한 연구가 필요한 것으로 생각된다.

사 사

본 연구는 명선해양산업(주)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 대해 감사드립니다.

참고문헌

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis, 15th edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA.
- Cho SH. 2005. Compensatory growth of juvenile flounder *Paralichthys olivaceus* L. and changes in biochemical composition and body condition indices during starvation and after refeeding in winter season. *J World Aquac Soc* 36, 508-514. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-7345.2005.tb00398.x>.
- Cho SH. 2011. Effects of putative growth or health-enhancing dietary additives on juvenile olive flounder, *Paralichthys ol-*

- ivaceus*, performance. J World Aquac Soc 42, 90-95. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-7345.2010.00447.x>.
- Cho S and Lee S. 2012. Onion powder in the diet of the olive flounder, *Paralichthys olivaceus*: Effects on the growth, body composition, and lysozyme activity. J World Aquac Soc 43, 30-38. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-7345-2011.00489.x>.
- Cho SH, Lee S, Park BH and Lee S. 2006a. Effect of feeding ratio on growth and body composition of juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus* fed extruded pellets during the summer season. Aquaculture 251, 78-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.05.041>.
- Cho SH, Lee S, Park BH, Ji S, Lee J, Bae J and Oh S. 2006b. Compensatory growth of juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus* L. and changes in proximate composition and body condition indexes during fasting and after refeeding in summer season. J World Aqua Soc 37, 168-174. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-7345.2006.00023.x>.
- Cho SH, Lee S, Park BH, Ji SC, Choi CY, Lee JH, Kim YC, Lee JH and Oh S. 2007a. Effect of daily feeding ratio on growth and body composition of sub-adult olive flounder, *Paralichthys olivaceus*, fed an extruded diet during the summer season. J World Aquac Soc 38, 68-73.
- Cho SH, Lee S, Park BH, Ji S, Lee J, Bae J and Oh S. 2007b. Effect of dietary inclusion of various sources of green tea on growth, body composition and blood chemistry of juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus*. Fish Physiol Biochem 33, 49-57. <http://dx.doi.org/10.1007/s10695-006-9116-3>.
- Cho SH, Jeon GH, Kim HS, Kim DS and Kim C. 2013. Effects of dietary *Scutellaria baicalensis* extract on growth, feed utilization and challenge test of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). Asian-Aust J Anim Sci 26, 90-96. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2012.12147>.
- Choi S, Ko S, Park G, Lim S, Yu G, Lee J and Bai SC. 2004. Utilization of song-gang stone as dietary additive in juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. J Aquaculture 17, 39-45.
- Duncan DB. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11, 1-42.
- Han JH. 2006. Effect of cultural materials from Kimchi lactic acid bacteria on growth performance and prevention of disease in pigs. Kangwon National University, Chuncheon, Korea.
- Kim KD, Lee SM. 2004. Requirement of dietary n-3 highly unsaturated fatty acids for Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). J Aquaculture 229, 315-323. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00356-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00356-9).
- Kim DS, Kim JH, Jung CH, Lee SY, Lee SM and Moon YB. 1998. Utilization of obosan (dietary herbs) I. Effects on survival, growth, feed conversion ratio and condition factor in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. J Aquaculture 11, 213-221.
- Kim JH, Moon YB, Jeong CH and Kim DS. 2000. Utilization of dietary herb obosan III. Growth of juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. J Aquaculture 13, 231-238.
- Kim JD, Shim SH, Cho KJ and Lee SM. 2002a. Effect of daily and alternate day feeding regimens on growth and food utilization by juvenile flounder *Paralichthys olivaceus*. J Aquaculture 15, 15-21.
- Kim K, Bai SC, Koo J, Wang X and Kim S. 2002b. Effects of dietary *Chlorella ellipsoidea* supplementation on growth, blood characteristic and whole-body composition in juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus*. J World Aquac Soc 33, 425-431.
- Kim C, Kang B, Jee H, Choi A, Kim C, Cho Y, Hahn H and Nam KD. 2005. Effect of chitosan-based feed additive on the growth and quality of cultured Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. J Chitin Chitosan, 10, 121-127.
- Kim K, Kang YJ, Lee JY and Kim K. 2009. Effects of feeding rate on growth and body composition of adult flounder *Paralichthys olivaceus* during the summer season. J Aquaculture 22, 1-4.
- Kim K, Kim K, Son M and An C. 2011. Evaluation of squid liver powder as a dietary protein source replacing fish meal in juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus*. Jour Fish Mar Sci Edu 23, 461-467.
- Kim KT, Jeon GH, Cho SH, Lim SG, Kwon M and Yoo J. 2013. Effects of dietary inclusion of various concentrations of *Scutellaria baicalensis* Georgi extract on growth, body composition, serum chemistry and challenge test of far eastern catfish (*Silurus asotus*). Aquacult Res (in press). <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2109.2012.03157.x>.
- KOSIS. 2013. Korean Statistical Information Service. Korea.
- Kikuchi K. 1999a. Use of defatted soybean meal as a substitute for fish meal in diets of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). Aquaculture 179, 3-11. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00147-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00147-7).
- Kikuchi K. 1999b. Partial replacement of fish meal with corn gluten meal in diets for Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. J World Aquac Soc 30, 357-363. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-7345.1999.tb00686.x>.
- Kikuchi K, Furuta T and Honda H. 1994. Utilization of feather meal as a protein source in the diet of juvenile flounder. Fish Sci 60, 203-206.
- Kikuchi K, Sato T, Furuta T, Sakaguchi I and Deguchi Y. 1997. Use of meat and bone meal as protein source in the diet of juvenile Japanese flounder. Fish Sci 63, 29-32.
- Kwon M, Lee Y, Park S, Kim B and Park S. 2002. The effects of charcoal in diet on the immune responses of flounder, *Paralichthys olivaceus*. J Fish Pathol 15, 17-24.
- Lee KH, Lee YS, Kim JH and Kim DS. 1998. Utilization of obosan (dietary herbs) II. Muscle quality of olive flounder, *Paralichthys olivaceus* fed with diet containing obosan. J

- Aquaculture 11, 319-325.
- Lee SM, Park CS and Bang IC. 2002. Dietary protein requirement of young Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* fed isocaloric diets. Fish Sci 68, 158-164. <http://dx.doi.org/10.1111/10.1046/j.1444-2906.2002.00402.x>.
- Miles AA and Misra SS. 1938. The estimate of the bactericidal power of the blood. J Hyg 38, 873-885.
- Park SU, Kwon MG, Lee JH, Shin IS and Min SM. 2003. Effects of supplemental undaria, obosan and wasabi in the experimental diets on growth, body composition, blood chemistry and non-specific immune response of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus*. J Aquaculture 16, 210-215.
- Parry RM, Chandau RC and Shahani RM. 1965. A rapid and sensitive assay of muramidase. Proc Soc Exp Biol Med 119, 384-386.
- Won K, Kim S and Park S. 2004. The effects of β -1,3/1,6-linked glucan in the diet on immune responses of olive flounder, *Paralichthys olivaceus* by oral administration. J Fish Pathol 17, 29-38.
- Yoo B, Park S and Chun S. 1992. Bacterial action by complement of fish serum. J Fish Pathol 5, 9-18.