

손바닥선인장 줄기 가수분해 분획물의 어류 병원성 세균에 대한 항균활성

정승희[†] · 이남실 · 지보영 · 박미선*
국립수산과학원 병리연구팀, *동해수산연구소

Antimicrobial activity of hydrolysis compound of cactus stem (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten* Makino) against fish pathogenic bacteria

Sung Hee Jung[†], Nam-Sil Lee, Bo-Young Jee and Mi Seon Park*

Pathology Team, National Fisheries Research & Development Institute,
408-1 Shirang Gijang, Busan 619-900, Korea

*East Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Kangnung Kangwon 210-860, Korea

In this study, we examined *in vitro* antimicrobial activity of the hydrolysis compound (MBT-01108) of cactus stem (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten* Makino) against 18 strains of fish pathogenic bacteria, *Edwardsiella tarda*, *Listonella anguillarum*, *Vibrio* sp., *Lactococcus garvieae*, *L. raffinose*, *Streptococcus parauberis* and *S. iniae*. Antibiotic susceptibility of the same bacteria was also assayed to commercial discs containing various antibacterials. According to these results, MBT-01108 showed the excellent antimicrobial activity against the tested pathogenic bacteria.

Key words: *Opuntia ficus-indica* var. *Saboten* Makino (cactus), Antimicrobial activity, Fish pathogenic bacteria

제주도에서 자생하는 귀화식물인 손바닥선인장(*Opuntia ficus-indica* var. *saboten* Makino)은 선인장과에 속하는 열대성 다년생식물로서 멕시코가 원산지이고, 백년초라는 이름으로 널리 알려져 있다. 제주도 손바닥선인장뿐만 아니라 손바닥선인장속(*Opuntia* genus)은 오래전부터 한방 등 민간요법에서 약용으로 사용되어 왔으며, 항바이러스 활성 및 당뇨병의 혈당 저하, 소화기능의 향상, 창상치유 효과, 류마티스 관절염의 치료 효과, 알리지 피부염 치료, 항산화 기능, 항궤양 작용, 항균 및 항염증 활성, 항암작용 등이 보고되었다(Ibanez-Camacho and Roman-Ramos, 1979; Ahmad *et al.*, 1996; Trejo-González *et al.*, 1996; 박 등, 1998; Park and Chun, 2001; Yoon *et*

al., 2004; 김 등, 2005; 최 등, 2005). 특히 김 등 (2005)이 조사한 손바닥선인장 줄기 가수분해 분획물에 대한 뛰어난 항균활성 효능은 *Escherichia coli*, *Salmonella*속 세균, *Shigella*속 세균, 충치 원인균 등 임상병리세균을 대상으로 하였다.

최근에 지 등(2007a)은 제주도 손바닥선인장 줄기 가수분해 분획물이 연어과 어류의 수정란에서 분리한 수생균(*Saprolegnia parasitica*)에 대한 *in vitro* 및 *in vivo* 항진균 효과를 확인하였다. 그리고 손바닥선인장 줄기 가수분해 분획물을 넙치(*Pralichthys olivaceus*)에 경구투여 시 세균성 질병에 예방효과가 있다고 보고하였으며(지 등, 2007b), 제주도 손바닥선인장 열매 발효액을

[†]Corresponding Author : Sung Hee Jung, Tel : 051-720-2490
Fax : 051-720-2498, E-mail : immu@nfrdi.re.kr

참돔 (*Pagrus major*)에 경구투여한 후 양호한 성장이 증명되었다(Go *et al.*, 2007).

본 연구에서는 기능성 식물로 확인되고 있는 손바닥선인장 줄기 가수분해 분획물의 어병세균에 대한 *in vitro* 항균활성을 조사함으로써 양식어류에 대한 질병 치료 약제로서의 응용 가능성을 탐색하고자 하였다.

재료 및 방법

손바닥선인장 분획물 및 어병균주

손바닥선인장 줄기분말의 가수분해 분획물은 (주)마이크로바이오테에서 생산하고 있는 MBT-01108을 구입하여 이것을 원액으로 사용하였다. MBT-01108은 현재 특허출원이 된 물질이므로 유효성분의 공개는 불가능한 실정이다.

어류 병원성 세균에는 해수어류로부터 분리, 동정한 *Edwardsiella tarda* J2-27K, GY01, E4, FSW910410, ET021202의 5균주, *Listonella anguillarum* YT85805, PT213-2, V(A29), V5의 4균주 및 *Vibrio* sp. V10의 1균주 등 그람 음성균 10균주와 *Lactococcus garvieae* L2, B27-K, YT-3, B24-1S의 4균주 및 *L. raffinose* KCTC3509의 1균주, *Streptococcus parauberis* KCTC3651의 1균주, *S. iniae* KCTC3657, BS20의 2균주 등 그람 양성균 8균주를 포함하는 총 18균주를 항균력 시험균주로 사용하였다.

항균활성 측정

항균활성 실험용 disc를 제작하기 위해 MBT-01108 원액 (50 μ g)을 희석하여 paper disc(직경 8 mm, ADVANTEC D0811606)에 50 μ l씩 흡습시킨 후에 건조 (50°C)를 하였고, 이 때 disc 당 MBT-01108 함유량은 50(원액), 25, 10, 5, 2.5 및 1 μ g이었다.

항균활성 실험에 앞서 어병균주(18균주)는 각각 MacFaland No. 0.5가 되도록 멸균생리식염수로 현탁 조정하였다. 그리고 신선하게 제작

한 Muller Hinton 평판배지(Difco)에 현탁 균액 200 μ l 씩을 골고루 도말한 다음, 미리 제작해 둔 MBT-01108이 함유된 paper disc를 올려놓고, 부란기(25°C)에서 24~48시간 동안 배양한 후, 도말 배지위에 형성된 저지환을 vernier caliper로 측정하였다.

MBT-01108과 항생제의 항균활성을 비교하고자 양성 대조군으로서 시판용 항생제 disc인 oxytetracycline(30 μ g/disc), oxolinic acid(2 μ g/disc), flumequine(30 μ g/disc), florfenicol(30 μ g/disc), ampicillin(10 μ g/disc), erythromycin(15 μ g/disc), gentamycin(10 μ g/disc), ciprofloxacin(5 μ g/disc), amoxicillin-clavulanic acid (20-10 μ g/disc), trimethoprim-sulfamethoxazole(1.25-23.75 μ g/disc), nalidixic acid(30 μ g/disc), clindamycin(2 μ g/disc), doxycycline(30 μ g/disc), ofloxacin(5 μ g/disc), sulfisoxazole(250 μ g/disc), norfloxacin(10 μ g/disc), ceftazidime(30 μ g/disc), vancomycin(30 μ g/disc) 등 총 18종류를 사용하여 MBT-01108과 동일한 방법으로 어병세균에 대해 저지환을 조사하였다. 항생제 disc 가운데 florfenicol 및 flumequine은 OXOID(England)에서 구입하였으며, 나머지는 모두 BBL(USA)에서 구입하였다.

결과 및 고찰

MBT-01108을 함유한 disc의 어병세균에 대한 항균활성 결과는 Table 1에 나타내었다. MBT-01108은 1 μ g의 농도에서 *L. garvieae* LB27-K 등 6균주에 대해 저지환을 형성하지 않았으나, 그 외의 2.5~50 μ g 농도에서는 실험에 사용한 모든 어병세균에 대해 저지환을 나타내었다. 따라서 MBT-01108은 어류질병의 대표적 원인세균인 그람음성균 및 그람양성균에 대해 광범위한 항균 스펙트럼을 가지는 것으로 판단된다. 김 등 (2005)은 MBT-01108의 항균효능이 세균뿐만 아니라 효모, 곰팡이 등 진균류에서도 항균활성을 나타내어 광범위한 항균 스펙트럼을 가지고 있으므로 의료용 및 주방용 소독제, 감염부위의 치

Table 1. Antimicrobial activity of MBT-01108 on the fish pathogenic bacteria

No.	Microorganisms	MBT-01108 ¹ (μ g)					
		50	25	10	5	2.5	1
1	<i>Edwardsiella tarda</i> J2-27K	40	35	27	24	16	11
2	<i>Edwardsiella tarda</i> GY01	43	37	29	25	14	10
3	<i>Edwardsiella tarda</i> E4	34	28	25	20	13	10
4	<i>Edwardsiella tarda</i> FSW910410	40	34	26	22	13	10
5	<i>Edwardsiella tarda</i> ET021202	41	34	30	25	15	11
6	<i>Listonella anguillarum</i> YT85805	40	38	32	26	20	13
7	<i>Listonella anguillarum</i> PT213-2	44	40	36	30	23	13
8	<i>Listonella anguillarum</i> V(A29)	56	50	36	26	20	10
9	<i>Listonella anguillarum</i> V5	41	29	24	20	15	11
10	<i>Vibrio</i> sp. V10	46	31	29	25	14	11
11	<i>Lactococcus garvieae</i> L2	29	31	27	19	12	10
12	<i>Lactococcus garvieae</i> LB27-K	26	22	19	15	12	- ²
13	<i>Lactococcus garvieae</i> YT-3	33	28	22	17	12	-
14	<i>Lactococcus garvieae</i> B24-1S	32	27	24	19	13	-
15	<i>Lactococcus raffinose</i> KCTC3059	35	26	21	20	13	-
16	<i>Streptococcus parauberis</i> KCTC3651	35	35	27	23	14	10
17	<i>Streptococcus iniae</i> KCTC3657	35	32	24	21	15	-
18	<i>Streptococcus iniae</i> BS20	38	35	23	16	12	-

¹MBT-01108: hydrolysis compound of cactus stem (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten* Makino). ²-: no inhibition.

Table 2. Antimicrobial activity of commercial antibacterial discs against fish pathogenic bacteria

No.	Microorganisms	Diameter of inhibition zone (mm)																	
		T	OA	UB	FFC	AM	E	GM	CIP	AmC	SXT	NA	CC	D	OFX	G	NOR	CAZ	Va
1	<i>E. tarda</i> J2-27K	22	12	18	32	-*	13	20	20	12	15	-	-	22	22	12	21	17	-
2	<i>E. tarda</i> GY01	10	-	20	32	15	15	17	28	13	-	-	-	16	25	-	20	18	-
3	<i>E. tarda</i> E4	16	12	15	-	-	-	17	25	-	-	12	-	23	21	-	22	16	-
4	<i>E. tarda</i> FSW910410	24	21	24	20	22	12	15	25	16	36	26	-	21	25	-	36	24	-
5	<i>E. tarda</i> ET021202	-	-	10	28	19	-	16	25	14	-	-	-	17	16	-	20	-	-
6	<i>L. anguillarum</i> YT85805	20	25	28	-	-	14	18	30	-	11	29	-	20	23	-	30	-	-
7	<i>L. anguillarum</i> PT213-2	27	30	40	30	9	21	24	40	15	24	35	-	35	30	-	40	23	-
8	<i>L. anguillarum</i> V(A29)	30	32	28	24	8	15	15	26	12	28	32	-	30	36	25	30	20	-
9	<i>L. anguillarum</i> V5	-	18	22	21	-	12	13	16	-	12	32	-	9	17	-	18	17	-
10	<i>Vibrio</i> sp. V10	-	24	32	12	15	21	25	11	11	21	31	-	10	22	21	28	25	-
11	<i>L. garvieae</i> L2	-	-	-	20	-	-	-	-	-	9	-	20	17	-	-	-	16	16
12	<i>L. garvieae</i> LB27-K	17	-	-	19	18	19	-	-	19	-	-	-	19	-	-	-	11	18
13	<i>L. garvieae</i> YT-3	12	-	-	13	12	10	-	-	16	-	-	-	13	11	-	12	-	13
14	<i>L. garvieae</i> B24-1S	15	-	-	18	14	18	10	-	24	-	-	-	25	-	-	-	14	17
15	<i>L. raffinose</i> KCTC3059	12	-	12	18	17	10	-	11	18	-	-	-	15	10	-	-	-	14
16	<i>S. parauberis</i> KCTC3651	18	-	-	27	29	2.5	12	25	32	18	-	20	22	22	-	20	20	24
17	<i>S. iniae</i> KCTC3657	21	-	-	24	20	22	-	15	31	14	-	20	25	18	9	19	25	21
18	<i>S. iniae</i> BS20	20	-	-	15	17	23	-	10	24	-	-	16	21	-	-	-	-	18

T: oxytetracycline(30 μ g/disc); OA: oxolinic acid(2 μ g/disc); UB: flumequine(30 μ g/disc); FFC: florfenicol(30 μ g/disc); AM: ampicillin(10 μ g/disc); E: erythromycin(15 μ g/disc); GM: gentamycin(10 μ g/disc); CIP: ciprofloxacin(5 μ g/disc); AmC: amoxicillin-clavulanic acid(20-10 μ g/disc); SXT: trimethoprim-sulfamethoxazole(1.25-23.75 μ g/disc); NA: nalidixic acid(30 μ g/disc); CC: clindamycin(2 μ g/disc); D: doxycycline (30 μ g/disc); OFX: ofloxacin(5 μ g/disc); G: sulfisoxazole(250 μ g/disc); NOR: norfloxacin(10 μ g/disc); CAZ: ceftazidime(30 μ g/disc); Va: vancomycin(30 μ g/disc). *: no inhibition.

료약제, 치약 및 구강청결제, 피부염증 완화제의 개발과 생산 가능성을 시사하였다. 한편, 지 등 (2007a)의 보고에서도 MBT-01108의 200 ppm은 연어과 어류와 수정란에서 분리된 수생균의 성장을 완전히 억제하는 효과가 확인되었다.

MBT-01108의 항균활성과 비교하기 위해 실시한 시판 항균제의 어병세균에 대한 항균활성 결과는 Table 2에 나타내었다. 실험에 사용한 항균제 disc(직경 6 mm)의 경우, 항균제 성분에 따라서 disc에 함유된 농도가 다르며 배지 위에 나타난 저지환의 크기를 기준으로 내성 및 감수성 여부가 결정되도록 되어 있다. 그러므로 항생제 disc 안에 함유된 항생제의 함유농도와 본 실험에서 사용한 MBT-01108의 농도를 직접적으로 비교하기는 어렵고 저지환에 대해서도 마찬가지로 이다. 그렇지만 어병세균에 대해 저지환이 가장 크게 나타난 항생제와 MBT-01108을 비교하면, MBT-01108의 5 및 10 µg 농도는 양성 대조군인 oxytetracycline 보다 훨씬 뛰어난 항균활성을 나타내었다. 또한 MBT-01108의 25 µg 농도는 감수성이 가장 양호한 양성 대조군의 다른 항생제들 보다 우수한 항균활성을 나타내었다. 항생제 계열별의 어병세균종에 대한 항균능을 비교 또는 어병세균 종류에 대한 서로 다른 항생제의 효능을 상호비교 조사함으로써 시판 항생제의 종류에 따라 또는 어병세균의 종류에 따라 항균 효과에 차이를 보임에도 불구하고, 본 연구대상 추출물인 MBT-01108은 동일한 어병세균 대상 종에 대하여 광범위한 항균능을 나타내고 있어 앞으로 어류질병 치료제로서 유효하게 사용될 수 있을 것으로 여겨진다.

요 약

손바닥선인장(*Opuntia ficus-indica* var. *saboten* Makino) 줄기 가수분해 분획물(MBT-01108)의 어병세균에 대한 *in vitro* 항균활성을 조사하였다. 실험에 사용한 어병세균은 *Edwardsiella tarda*, *Listonella anguillarum*, *Vibrio* sp., *Lactococcus*

garvieae, *L. raffinose*, *Streptococcus parauberis*, *S. iniae* 등 총 18종이었다. 또한, oxytetracycline을 포함한 시판 항균제 disc를 MBT-01108의 항균활성에 대한 양성 대조군으로 하여 항균활성을 비교 조사하였다. 그 결과, MBT-01108은 실험에 사용한 어병세균들에 대하여 우수한 항균활성을 나타내었다.

감사의 글

이 연구는 국립수산물과학원 (수산물약품의 약리학적 효능성 연구, RP-2008- AQ-010)의 지원에 의해 운영되었습니다.

참 고 문 헌

- Ahmad, A., Davies, J., Randoll, S. and Skinner, G.R.: Antiviral properties of extract of *Opuntia streptacantha*. *Antiviral Res.*, 30: 75-85, 1996.
- Go, G.M., Oh, S.L. and Satoh, S.: Effects of the dietary supplementation of fermented cactus fruit (*Opuntia ficus-indica*) fluid on the growth of red sea bream, *Pagrus major*. *J. Aquacul.*, 20: 1-6, 2007.
- Ibanez-Camacho, R. and Roman-Ramos, R.: Hypoglycemic effect of *Opuntia cactus*. *Arch. Invest. Med (Mex)*, 10: 223-230, 1979.
- Park, E.H. and Chun, M.J.: Wound healing activity of *Opuntia ficus-indica*. *Fitoterapia*, 72: 165-167, 2001.
- Trejo-González, A., Gabriel-Ortiz, G., Puebla-Pérez, A.M., Huízar-Contreras M.D., Munguía-Mazarigos, M.R., Mejía-Arreguins, S. and Calva, E.: A purified extract from prickly pear cactus (*Opuntia fulginosa*) controls experimentally induced diabetes in rats. *J. Ethnopharmacol.* 55, 27-33, 1996.
- Yoon, H.J., Won, C.H. and Moon, S.E.: Allergic

- contact dermatitis due to *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. *Contact Dermatitis*, 51: 311-322, 2004.
- 김해남, 권도훈, 김해윤, 전홍기: 손바닥선인장 줄기 methanol 추출물의 항균활성. *생명과학회지*, 15: 279-286, 2005.
- 박은희, 황성은, 강자훈: 손바닥선인장의 항염증 활성. *약학회지*, 42: 621-626, 1998.
- 지보영, 이덕찬, 김나영, 정승희, 박수일: 2종의 연어과 어류와 수정난으로부터 분리한 물곰팡이병 원인 진균의 분류와 약물 효과. *한국어병학회지*, 20: 147-160, 2007a.
- 지보영, 이남실, 김주완, 박미선, 정승희: 손바닥선인장 줄기 가수분해 분획물 (MBT-01108)의 넓치 세균성질병 예방효과. *한국어병학회지*, 20: 179-187, 2007b.
- 최화정, 박승춘, 홍태희: 손바닥 선인장(*Opuntia humifusa*) 발효액의 화학적 성분과 자궁경부암 세포주에 대한 항암작용. *한국식품영양학회지*, 34: 1525 -1530, 2005.

Manuscript Received : March 19, 2008

Revision Accepted : April 15, 2008

Responsible Editorial Member : Joon-Ki Chung
(Pukyong Univ.)