

β -Glucan의 투여에 의한 조피볼락(*Sebastes schlegeli*)의 세균성 질병에 대한 저항성 향상

박성우[†] · 김영길 · 최동림*

군산대학교 해양과학대학 수족병리학과

* 국립수산진흥원 서해수산연구소 군산분소

β -Glucan을 경구 혹은 침지투여하여 조피볼락(*Sebastes schlegeli*)의 비특이적 방어기작을 향상시켜 세균성 질병에 대한 저항성을 증가시키는 면역자극제로서의 효과를 알아보고자 하였다. β -Glucan을 사료에 섞어 경구투여하거나 혹은 사육수에 현탁시켜 침지투여한 후 *Vibrio ordalii*, *Staphylococcus epidermidis* 및 *Edwardsiella tarda*를 주사하여 인위감염으로 β -glucan의 효능을 시험하였다. *V. ordalii*를 주사한 결과, 1% β -glucan을 30일 동안 경구투여한 시험구는 25%의 생존율을 보였으나 β -glucan을 투여하지 않은 대조구는 3일 이내에 모두 폐사하였다. *S. epidermidis*를 주사한 결과, 20 및 30일 경구투여구는 95%의 높은 생존율을 보였다. 그러나 *E. tarda*의 인위감염시 전혀 방어효과가 없었다. *V. ordalii* 사균혼합구 혹은 단독 침지 시험구는 주사 후 10일 동안 전혀 방어효과가 관찰되지 않았다. 이러한 결과로 볼 때 β -glucan의 경구투여는 *S. epidermidis*와 *V. ordalii*에 효과적이거나 *E. tarda*에는 방어효과가 없는 것으로 나타났다.

Key words : β -Glucan, *Sebastes schlegeli*, Oral administration, Bacterial disease resistance

어류 사용중에 빈발하는 세균성 질병의 치료에는 항생물질을 비롯하여 몇몇 화학요법제가 사용되고 있으나, 이들 약제의 오용과 남용은 약제 내성균의 출현으로 질병의 치료를 어렵게 할 뿐만 아니라 양식어민에 대한 경제적 부담을 가중시키고 있다. 따라서 일찍부터 질병의 치료보다는 예방에 중점을 둔 백신의 개발에 노력하여 왔지만(Fryer et al., 1976; Gould et al., 1978; Johnsen and Amend, 1983; Salati and Kusuda, 1985), 그 효용성이 특정 어종, 특정 질병에서만 인정되며, 또한 처리시기 등에 따라

그 효과가 기대하기 힘든 경우도 있어 어류용 백신의 실용화에 문제점으로 제기되고 있다(Ellis, 1988).

포유류를 비롯한 척추동물의 경우, *Schizophyllum commune*, *Sclerotium glaucanicum*, *Lentinus edodes* 등 곰팡이의 세포벽에서 추출한 다당체 성분인 β -1,3-glucan을 투여한 결과 항암효과 뿐만 아니라 비특이적 면역계를 자극하는 면역자극제로서 그 효능이 입증되어져 왔다(Di Luzio, 1985; Seljelid et al., 1987). 한편 어류에 있어서도 잉어, 무지개송어,

[†]Corresponding author

chinook salmon, 차넬매기, 대서양연어, 한국산 매기 등에서 β -glucan을 투여함으로써 포유류의 경우와 마찬가지로 비특이적 면역계를 활성화시킨다고 보고되었다(Yano *et al.*, 1989, 1991; Robertsen *et al.*, 1990; Engstad *et al.*, 1992; Chen and Ainsworth, 1992; Nikl *et al.*, 1993; Jorgensen *et al.*, 1993a, '1993b; 박과 김, 1996; 박 등, 1996). 그러나 이러한 β -glucan의 투여효과는 모두가 근육주사나 복강주사에 의한 강제투여의 결과로서 양식장의 어민이 실제 사용하기에는 투여방법이 용이하지 않아 현실성이 없기 때문에 양식장에서 간편하게 사용 가능한 투여방법의 개발을 위해 먹이에 첨가하거나 침지에 의해서 투여하는 간편한 경로에 의한 β -glucan의 투여효과를 입증할 필요가 있다. β -glucan의 경구투여에 관해서는 대서양연어(Raa *et al.*, 1992), chinook salmon(Nikl *et al.*, 1993)에 경구투여한 결과 세균성 질병에 대한 방어능이 증가된다고 하였으며, 침지투여에 관해서는 무지개송어의 경우에 말초혈액중의 식세포의 기능이 2배 이상 증강되었지만(Jeney and Anderson, 1993), chinook salmon에서는 효과가 없는 것으로 보고(Nikl *et al.*, 1993)하고 있어 아직도 정확한 효과를 입증하기는 곤란하다고 할 수 있다. 그러나 β -glucan과 비슷한 결합의 고리가 긴 다당체를 경구투여후 대서양연어의 장의 후반부에서 흡수되는 것이 입증되고 있으며(Ingebrigtsen *et al.*, 1993; Sveinjonsson *et al.*, 1995), β -glucan이나 빵효모(*Saccharomyces cerevisiae*) 또는 빵효모의 조추출물의 경구투여로 비특이적 방어력이 증강된다고 보고되고 있어(Duncan and Klesius, 1996), 경구투여에 의해 방어력을 증강시킬 수 있음이 입증되고 있다. 또 침지에 의한 효과에 관해서도 서로 상반된 결과를 내고 있지만, 백신처리 후에 방어능이 뚜렷한 상승효과를 얻고

있어(Nikl *et al.*, 1993; Rorstad *et al.*, 1993), 그 효능성에 대해서는 의심의 여지가 없다.

본 연구는 비특이 면역증강제를 실용화시키기 위하여 양식 조피볼락에 경구 또는 침지투여를 위한 농도와 투여기간을 설정하기 위한 기초적 시험으로서 투여 후의 인위적 감염에 대한 생존율로써 투여 효과를 판정하였다.

재료 및 방법

어 류

전북 고창의 종묘생산장에서 구입하여 군산대학교 천해양식실습장 사육실의 FRP 수조(2 ton)에서 유수식으로 사육중인 평균체중 5.6g(3.0~8.5g)의 조피볼락을 필요한 마리만큼 무작위로 선택하여 사용하였다.

β -Glucan

1. 경구투여

넙치용 배합사료에 β -glucan(Sigma, G6513)을 사료의 건중량의 0.1%와 1%가 되도록 넣고 사료중량의 1%의 멸균해수를 첨가하여 사료표면에 흡착시킨 후 실온의 그늘에서 건조시켜 냉장 보관하였다. 일일 사료투여량은 어체중의 3%였으며, 하루 2차례 나누어서 10일, 20일, 30일간 투여하였다.

2. 침지

(1) β -glucan 단독 침지

10 l의 여과해수에 β -glucan을 최종농도가 100mg/l, 200mg/l, 500mg/l가 되도록 부유시

킨 후 통기하면서 15분과 30분간 침지하였다. 이때 대조구는 여과해수에 각각 15분과 30분간 침지하였다.

(2) 포르말린 사균과 β -glucan의 혼합 침지

β -glucan의 단독 침지 및 포르말린 사균과의 혼합침지를 위하여 어류를 β -glucan구, 사균구 및 β -glucan과 사균 혼합구 3구로 나누어 실시하였다. 10 l의 여과해수를 넣은 유리수조(15 l)에서 30분간 통기하면서 침지시킨 후 사육수조에 옮겨 3주간 사육한 후 같은 조건에서 2차 침지를 하였다. β -glucan액은 여과해수에 100 $\mu\text{g/ml}$ 가 되도록 용해시켰으며, BHIA 평판배지에서 25℃에서 24시간 배양시킨 *Vibrio ordalii*(95-5)균을 생리식염수에 부유시켜 0.5%의 포르말린을 첨가하여 냉장고에서 하룻밤 방치하여 사균화시킨 사균액을 세척하지 않고 여과해수에 1mg/ml가 되도록 첨가하였다. β -glucan과 사균의 혼합구는 β -glucan액과 포르말린 사균액을 각각 2배 농도로 첨가하여 최종 농도가 단독구와 같은 농도로 만들었다.

병원균의 인위감염

1. 병원균 및 배양

조피볼락에서 분리한 *V. ordalii*(95-5), 국립수산진흥원 남해수산연구소에서 분양받은 조피볼락 유래의 *Staphylococcus epidermidis*(JS 017), 부경대학교에서 분양받은 넙치유래 *Edwardsiella tarda*(FSW 81040)을 사용하였다.

*V. ordalii*는 2%식염을 첨가한 BHIA 평판배지, *S. epidermidis*는 BHIA 편판배지, *E. tarda*는 TSA 평판배지를 사용투여하여 25℃에서 24시간 배양한 균을 인위감염에 사용하였다.

2. 인위감염

경구투여는 *V. ordalii*를 β -glucan투여 10일, 20일 및 30일 후에 인위감염시켰으며, *S. epidermidis*와 *E. tarda*는 β -glucan투여 20일과 30일 후에만 인위감염시켰다.

β -glucan액 단독 침지구는 침지 3일 후에, 포르말린과 β -glucan의 혼합 침지구는 1차 침지 3주 후와 2차침지 1주 후 *V. ordalii*만을 인위감염시켰다.

25℃, 24시간 배양한 다음 자라난 각각의 균체를 멸균생리식염수에 부유시켜 *V. ordalii*는 1.0×10^8 cfu/ml, *S. epidermidis*는 1.0×10^8 cfu/ml, *E. tarda*는 1.0×10^7 cfu/ml의 생균부유액을 만들어 각 균액의 0.1ml를 각 20마리의 어류에 주사하였는데(β -glucan과 사균의 혼합 침지는 15미), *V. ordalii*는 등지느러미 밑의 근육에, 나머지 두 균은 복강접종하였다. 이 접종균의 농도는 10일간의 100% 치사농도이다. 병원균을 접종한 어류는 20 l의 수조에 옮겨 먹이의 투여 없이 유수식으로 10일 동안의 생존율을 구하여 Fisher의 정확확률 검정법에 의해 비교하였다.

결 과

경구투여

*V. ordalii*의 인위감염 후의 생존율은 Fig. 1에 나타났다. 경구투여 10일구는 균접종후 3일 이내에 모두 폐사하였다. 그러나 경구투여 20일구에 균을 접종한 경우에는 대조군은 모두 폐사하였으나, β -glucan을 0.1%와 1% 첨가 투여한구는 생존율이 15~20%로 낮기는 하지만, 10일 후까지 생존하였다 ($P < 0.05$). 또 경구투여 30일구에 균을 접종한 경우 0.1% 첨가구는 5%, 1% 첨가구는 25%가 살아남아 생존율이 첨가량과

투여일수와 유의한 상관관계가 있었다($P < 0.05$).

*E. tarda*를 접종하였을 때의 생존율은 Fig. 2에 표시한 것처럼 투여기간에 관계없이 균접종 후 4~5일 후에 모두 폐사하여 β -glucan첨가 효과가 없었다.

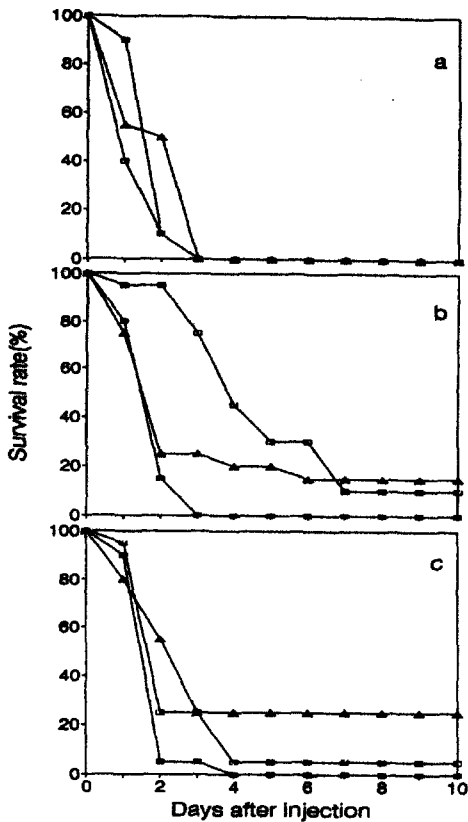


Fig. 1. Effect of β -glucan administration on survival rate of rockfish intramuscularly challenged with *V. ordalii*(1.0×10^6 cfu/fish). Fish were fed the commercial pellet supplemented with 0% (■), 0.1% (□) or 1% (▲) β -glucan for 10(a), 20(b) or 30(c) days prior to the bacterial challenge ($n=20$ per group)

*S. epidermidis*를 접종하였을 때의 생존율은 Fig. 3에 표시한 것처럼 투여 무첨가구는 균접종 후 3일이내에 전량 폐사하였지만, 20일 투여구와 30일 투여구는 95%의 높은 생존율을 나타내어($P < 0.05$), 사용한 3종의 균중에서 생존율이

가장 크게 향상되어 β -glucan의 경구투여가 매우 효과적이었다.

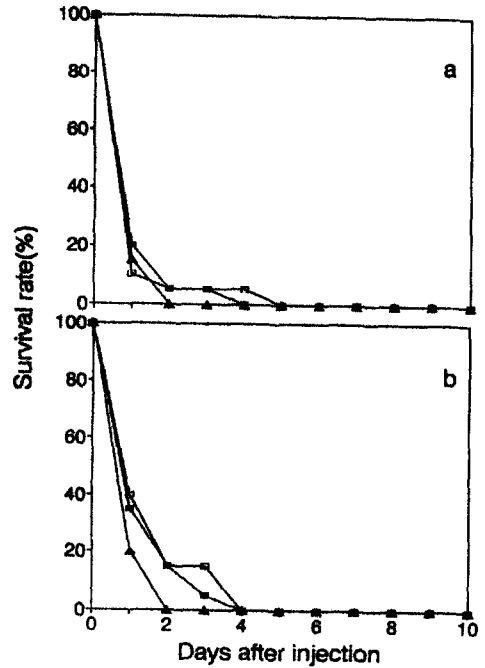


Fig. 2. Effect of β -glucan administration on survival rate of rockfish intraperitoneally challenged with *E. tarda*(1.0×10^6 cfu/fish). Fish were fed the commercial pellet supplemented with 0% (■), 0.1% (□) or 1% (▲) β -glucan for 20(a), 30(b) days prior to the bacterial challenge ($n=20$ per group)

침지투여

○ β -glucan 단독 침지

β -glucan액에 침지시킨 3일 후 *V. ordalii*를 접종한 후 생존율은 Fig. 4와 같이 무처리구, 200mg/l 와 500mg/l 처리구는 균접종 2일~4일 이내에 침지 시간에 관계없이 전량 폐사하였다. 그러나 100mg/l 처리구는 다른 구에 비해 생존기간이 길어 30분 처리구에서는 5일 후까지 생존하였으나, 처리구간의 유의차는 없었다.

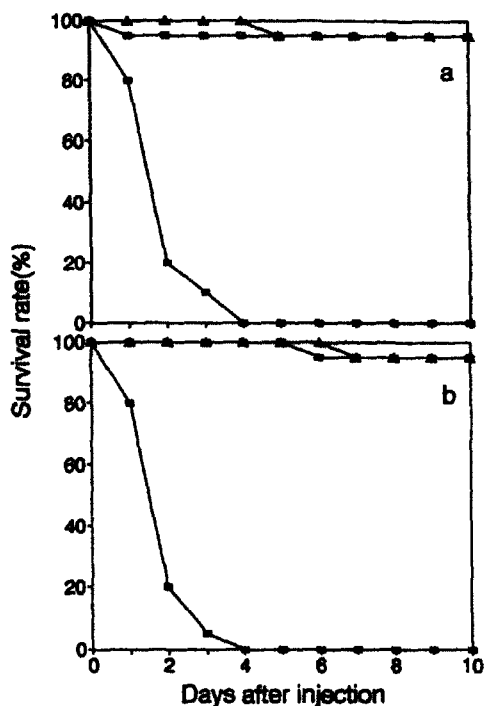


Fig. 3. Effect of β -glucan administration on survival rate of rockfish intraeritoneally challenged with *S. epidermidis*(1.0×10^6 cfu/fish). Fish fish were fed the commercial pellet supplemented with 0% (■), 0.1% (□) or 1% (▲) β -glucan for 20(a) or 30(b) days prior to the bacterial challenge(n=20 per group)

○ 포르말린 사균과 β -glucan의 혼합침지

β -glucan과 포르말린 사균에 혼합 침지한 후의 생존율 Fig. 5에 나타냈다. 1회 침지의 경우 β -glucan구와 사균 단독구 및 대조구는 생균공격 3일이내에 전량폐사한 반면, 포르말린 사균과 β -glucan의 혼합침지구는 접종 6일 후까지 13.3%가 생존하였지만 조사 기간인 10일까지는 생존하지 못하였다. 한편 1차 침지 3주 후에 같은 조건으로 2차 침지시킨 그룹에서는 1차 침지의 경우와 마찬가지로 β -glucan구와 사균 단독구 및 대조구는 균점종 3일이내에 모두 폐사하

였지만, 포르말린 사균과 β -glucan의 혼합침지구는 10일후에도 생존율이 5%로 혼합침지가 단독 침지보다는 생존율이 높았다.

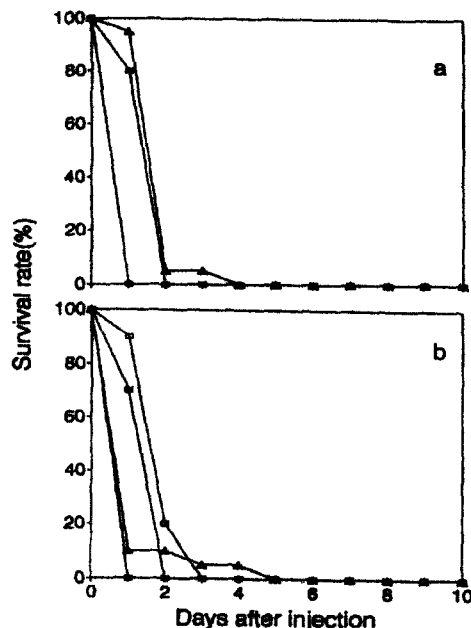


Fig. 4. Effect of bath administration on survival rate of rockfish intramuscularly challenged with *V. ordalii*(1.0×10^6 cfu/fish). Glucan was suspended in filtered seawater with the concentration of 100mg/l (▲), 200mg/l (□), 500mg/l (■) and fish were placed in the glucan bath for 15(a) or 30min(b) prior to the bacterial challenge (n=20 per group). Control: ×.

고 찰

β -glucan과 같은 긴 결합고리를 가진 고분자 다당체는 어류의 비특이적 방어력을 증강시킨다는 보고는 많지만(Yano et al., 1989, 1991; Robertsen et al., 1990; Chen and Ainsworth, 1992; Engstad et al., 1992; Jorgensen et al., 1993a; 박 등, 1996). 모두가 주사에 의한 강제

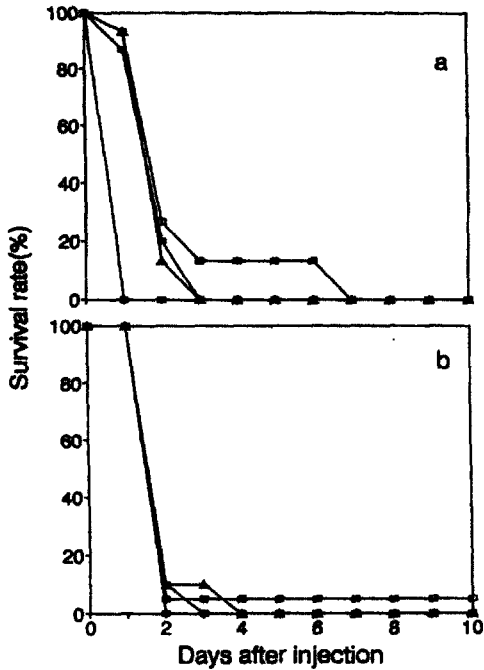


Fig. 5. Effect of glucan bath on survival rate of rockfish intramuscularly challenged with *V. ordalii* (1×10^6 cfu/fish). Fish were placed in the baths of glucan (■), *V. ordalii* bacterin (▲) or the combined glucan/*V. ordalii* bacterin (□) for 30 min prior to the bacterial challenge. Three weeks after the initial bath (a), the second bath (b) was conducted with the same manner as in Fig. 4.

투여로 얻어진 결과로서 투여효과가 분명함에도 불구하고 어민이 양식현장에서 적용하기에는 경비가 많이 들고, 번거로워 현실적으로 어려움이 많다.

본 연구에서 β -glucan을 조피볼락에 경구투여한 결과 세균성에 대한 폐사율을 감소시킬 수 있으며, 생존율은 β -glucan의 투여농도와 투여기간과 밀접한 관계가 있고, 그 효과는 병원균의 종류에 따라 현저히 차이가 있음을 밝혔다.

β -glucan과 같은 면역증강제는 어류 양식에 있어 비특이 면역증강제로서 또는 백신 처리시의 adjuvant로서 효능(Niki et al., 1991; Rorstad et al., 1993)이 높기 때문에 β -glucan의 투여는

질병의 예방학적인 측면에서 효용성은 인정된다. 그러나 면역증강제의 투여농도와 효과는 정적의 관계가 있는 것이 아니라 고농도인 경우에는 오히려 면역 억제반응을 유발하는 것으로 보고되고 있으며(Oliver et al., 1985; Yano et al., 1989; Robertsen et al., 1990), *in vitro*에서도 과량의 β -glucan은 면역 억제반응을 일으킨다고 한다(Figueras et al., 1997). 따라서 어종별로 면역반응이 억제되지 않는 범위에서 면역증강을 최대로 발휘할 수 있는 투여농도와 기간의 설정이 필요하기 때문에 어종별로 각각 투여농도와 기간을 달리하여야 할 필요가 있다.

Raa et al. (1992)은 대서양연어에 어체중 kg당 1g의 비율로 β -glucan을 5주간 투여한 후에 *Vibrio anguillarum*, *Vibrio salmonicida*에 대한 저항성이 높아졌으며, 뱀효모의 조추출물을 어체중 kg당 10g투여하였을 때도 세균성 질병에 대한 저항성이 높아졌다고 보고하였다. Niki et al. (1993)도 *Schizophyllum commune*에서 추출한 β -glucan 1,3 glucan을 chinook 연어사료에 0.1%와 1%를 첨가하여 어체중의 2%를 1주일간 투여한 후 *Aeromonas salmonicida*를 침지 접종한 결과 생존율이 높아졌다고 하였다.

Duncan and Klesius (1996)은 β -glucan과 뱀효모를 첨가한 사료는 차널메기의 말초혈액의 식세포의 탐식능과 유주능은 증가되었지만, *Edwardsiella ictaluri*에 대한 저항성에는 차이가 없었다고 하였다.

이러한 β -glucan의 경구투여 효과도 어류에 있어 다당체의 흡수가 의문시되어 비특이면역계를 자극하는가에 관해서는 논란의 여지가 남아있었다. 그렇지만 Ingebrigtsen et al. (1993)는 다당체인 aminated β -1-3 polyglucose (AG)를 H로 표식하여 경구투여 96시간 동안의 실험기간 동안 혈액과 기타 림프기관에서 주사로 강제투여하였을 때보다는 낮지만, 전 실험기간 동

안 검출되는 것을 확인하였는데 특히 경구투여 2일 후에 장후반부의 벽에서 상당량 검출되고 있어 장벽에 있는 면역 담당세포를 자극할 가능성이 있다고 고찰하고 있다. Sveinbjornsson *et al.*(1995)도 AG FITC로 표식하여 항문으로 강제 주입한 후 24~72시간 후 만든 파라핀 조직표본중에 장상피의 공포속에 출현하는 것으로 보아 음세포작용(pinocytosis)에 의해서 장상피 속으로 들어가 혈액을 따라 심장으로 들어간 다음 노로 배설되는 것으로 추정하고 있다. 이렇게 혈류중으로 들어온 AG는 분자량 크기 때문에 혈액속에 체류하는 기간이 길어 비특이 면역계를 효율적으로 자극할 수 있다고 보고되었다. 또 Strand and Dalmo (1997)은 Atlantic halibut(*Hippoglossus hippoglossus*) 난황기의 치어도 정상피를 통하여 β -glucan이 흡수되고 있음을 보고하였다. 따라서 현단계에 있어 흡수력이 낮은 비특이 면역증강제의 경구투여 방법으로는 일정농도를 장기간 투여하는 길밖에 없기 때문에 본 연구에서는 그 농도와 투여기간을 설정을 위한 근거를 마련하고자 하였으며, 30일간 장기 투여함으로써 생존율을 높일 수 있다는 것이 판명되었다. 한편 현재 발병은 충분히 예견되면서도 조피불락에 발병되고 있지 않은 *E. tarda*에 대해서는 전혀 효과가 없는 것이 특징적이며, 가두리 양성중에 발병되는 것으로 알려진 *S. epidermidis*에 대해서 높은 저항성을 나타내어 가두리 이송전에 투여하는 것이 매우 효과적일 것으로 판단된다. 또 소화율이 추출 다당체보다 낮기는 하지만 보다 값싸고 손쉽게 구입할 수 있는 빵효모 13g에는 β -glucan의 조정제 성분 1g정도가 함유되어 있기 때문에 (Rumsey *et al.*, 1992; Rumsey, 1994), 빵효모를 직접 사료에 혼합하여 투여함으로써 세균성 질병에 대한 생존율을 높일 수 있을 것으로 사료된다. 앞으로 종묘의 선별과 수송에 따르는 질

병의 위험을 줄이기 위해 β -glucan을 일정기간 경구투여하는 것이 선별과 수송 후의 종묘의 세균성 질병에 대한 저항성을 향상시키므로써 생존율에 미치는 영향을 구명할 필요가 있을 것으로 생각된다.

사 사

이 연구는 1995년도 농림수산부에서 시행한 농림수산특정연구사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- Chen, D. and Ainsworth, A. J. : Glucan administration potentiates immune defense mechanisms of channel catfish, *Ictalurus punctatus* Rafinesque. J. Fish Dis., 15 : 295-304, 1992.
- Di Luzio, N. R. : Update on the immunomodulating activities of glucans. Springer Seminars in Immunopathol., 8 : 387-400, 1985.
- Duncan, P. L. and Klesius, P. H. : Dietary immunostimulants enhance nonspecific immune response in channel catfish but not resistance to *Edwardsiella ictaluri*. J. aquat. Anim. Health, 8 : 24-248, 1996.
- Ellis, A. E. : Current aspect of fish vaccination. Dis. aquat. Org., 4 : 149-164, 1988.
- Engstad, R. E., Robertsen, B. and Frivold, E. : Yeast glucan induces increase in activity of lysozyme and complement-mediated haemolytic activity in Atlantic salmon blood. Fish & Shellfish Immunol., 2 : 287-297, 1992.

- Figueras, A., Aantarem, M. M. and Novoa, B : *In vitro* immunostimulation of turbot (*Scophthalmus maximus*) leucocytes with β -glucan and/or *Photobacterium damsela* bacterin. Fish Pathol., 32 : 153-157, 1997.
- Fryer, J. L., Rohovec, J. S., Tebbit, G. L. McMichael, J. S. and Pilcher, K. S. : Vaccination for control of infectious diseases in Pacific salmon. Fish Pathol., 10 : 155-164, 1976.
- Gould, R. W., O'Leary, P. J., Garrison, R. L., Rohovce, J. S. and Fryer, J. L. : Spray vaccination: a method for the immunization of fish. Fish Pathol., 13 : 63-68, 1978.
- Ingebrigtsen, K., Horsberg, T. E., Dalmo, R. and Seljelid, R. : Tissue distribution of the immunomodulator aminated β -1-3-polyglucose in Atlantic salmon (*Salmo salar*) after intravenous, intraperitoneal and peroral administration. Aquaculture, 117 : 29-35, 1993.
- Jeney, G. and Anderson, D. P : Glucan injection or bath exposure given alone or in combination with a bacterin enhance the non-specific defence mechanisms in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 116: 315-329, 1993.
- Johnsen, K. A. and Amend, D. F. : Efficacy of *Vibrio anguillarum* and *Yersinia ruckeri* bacterins applied by oral and anal incubation of salmonids. J. Fish Dis., 6 : 473-467, 1983.
- Jorgensen, J. B., Lunde, H. and Robertsen, B : Peritoneal and head kidney cell response to intraperitoneally injected yeast glucan in Atlantic salmon, *Salmo salar* L.. J. Fish Dis., 16 : 313-325, 1993a.
- Jorgensen, J. B., Sharp, G. J. E., Secombs, C. J. and Robertsen, B. : Effect of yeast cell wall glucan on the bacterial activity of rainbow trout macrophages. Fish & Shellfish Immunol., 3 : 267-277, 1993b.
- Nikl, L., Albright, L. J. and Evelyn, T. P. T. : Influence of seven immunostimulants on the immunoresponse of coho salmon to *Aeromonas salmonicida*. Dis. aquat. Org., 12 : 7-12, 1991.
- Nikl, L., Evelyn, T. P. T. and Albright, L. J. : Trials with an orally and immersion-administered beta-1.3-glucan as an immunoprophylactic against *Aeromonas salmonicida* in juvenile chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. Dis. aquat. Org., 17 : 191-196, 1993.
- Oliver, G. T., Evelyn T. P. T. and Lallier, R. : Immunity to *Aeromonas salmonicida* in coho salmon (*Oncorhynchus kiutch*) induced by modified Freund's adjuvant: its non-specific nature and the probable role of macrophages in the phenomenon. Dev. Comp. Immunol., 9 : 419-432, 1985.
- Raa, J., Rorstad, G., Engstad, R. and Robertsen, B. : The use of immunostimulants to increase resistance of aquatic organisms to microbial infection. Disease in Asian Aquaculture. I. Proceedings of the first symposium on disease in Asian aquaculture. Shariff, M., Subasinghe, R. P., and Arthur, J. R.(Ed.), pp 39-50, 1992.
- Robertsen, B., Rorstad, G., Engstad, R. and Raa, J. : Enhancement of non-specific disease resistance in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., by a glucan from *Saccharomyces*

- cerevisiae* cell wall. J. Fish Dis., 13 : 391-400, 1990.
- Rorstad G., Aasjord, P. and Robertsen, B. : Adjuvant effect of a yeast glucan in vaccines against furunculosis in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Fish & Shellfish Immunol., 3 : 179-190, 1993.
- Rumsey, G. L. : Dietary intake of immunostimulants by rainbow trout affects nonspecific immunity and protection against furunculosis. Vet. Immunol. Immunopathol., 41 : 125-139, 1994.
- Rumsey, G. L., Winfree, R. A. and Hughs, S. G. : Nutritional values of dietary nucleic acids and purine bases to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 108 : 97-110, 1992.
- Salati, F. and Kusuda, R. : Vaccine preparation used for immunization of eel, *Anguilla japonica* against *Edwardsiella tarda* infection. Bull. Jap Soc. Sci. Fish., 51 : 1223-1237, 1985.
- Seljelid, R., Rasmussen, L.-T., Larm, O. and Hoffman, J. : The protective effect of beta-1,3-D-glucan-derivatized plastic beads against *Escherichia coli* infection in mice. Scand. J. Immunol., 25 : 55-60, 1987.
- Strand, H. K. and Dalmo, R. A. : Absorption of immunomodulating (1,3)-glucan in yolk sac larvae of atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* (L.). J. Fish Dis., 20 : 41-49, 1997.
- Sveinbjornsson, B., Smedsrod, B., Berg, T. and Seljelid, R. : Intestinal uptake and organ distribution of immunomodulatory aminated β -1,3-D-polyglucose in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Fish & Shellfish Immunol., 5 : 39-50, 1995.
- Yano, T., Mangindaan, R. E. P. and Matsuyama, H. : Enhancement of the resistance of carp *Cyprinus carpio* to experimental *Edwardsiella tarda* infection, by some beta-1,3-glucans. Nippon Suisan Gakkaishi, 55 : 1815-1819, 1989.
- Yano, T., Matsuyama, H. and Mangindaan, R. E. P. : Polysaccharide-induced protection of carp *Cyprinus carpio* L., against bacterial infection. J. Fish Dis., 14 : 577-582, 1991.
- 박성우, 김영길, 최동립 : β -glucan을 접종한 한국산 메기 (*Silurus asotus*)의 호중구와 리소자임 활성증강. 한국어병학회지, 9 : 87-93, 1996.
- 박성우, 김영길 : 글루칸 투여에 의한 한국산 메기의 *Edwardsiella ictaluri*와 *Aeromonas hydrophila* 감염증에 대한 저항성의 증가. 한국어병학회지, 9 : 79-85, 1996.

Enhancement of bacterial disease resistance in rockfish(*Sebastes schlegeli*) by β -glucan administration

Sung-Woo Park, Young-Gill Kim and Dong Lim Choi*

Department of Fish Pathology, College of Ocean Science & Technology, Kunsan National University,
Kunsan 573-702, Korea

*Kunsan Laboratory, West Sea Fisheries Research Institute, National
Fisheries Research & Development Agency, Kunsan 573-030, Korea

The effect of β -glucan as an immunostimulant to increase resistance to bacterial diseases by enhancing non-specific defense mechanism in rockfish (*Sebastes schlegeli*) was examined by oral and bath administration. After oral or bath administration with β -glucan, the injection challenges with *Vibrio ordalii*, *Staphylococcus epidermidis* and *Edwardsiella tarda* were performed to assess β -glucan efficacy. After injection of *V. ordalii*, oral administration for 30 days with 1% β -glucan showed 25% of survival rate. But all control fish died within 3 days after the injection. After injection of *S. epidermidis*, oral administration group for 20 and 30 days showed a remarkably increased survival rate of 95%. But oral administration of β -glucan to rockfish did not induce protection against experimental *E. tarda* infection. β -Glucan bath administration with or without formalin-killed *V. ordalii* showed that no protection was observed at 10 days after challenge. The results show that β -glucan to rockfish was effective to increase survival rate of bacterial infections of *S. epidermidis* and *V. ordalii* but not against *E. tarda*

Key words: β -Glucan, Rockfish, Oral administration, Baterial disease resistance