



양어용 면역 증강 사료의

필요성



배승철 교수
(부경대학교 양식학과/
사료영양연구소장)

서론

세계 인구는 이미 1999년 10월에 이미 60억을 넘어섰고 앞으로 중간 정도의 예측치를 가정해도 2050년에는 90억 정도가 될 것으로 추정된다(배, 2004).

이러한 세계 인구의 증가와 식량생산의 한계성을 들어서, 세계 최고 권위의 민간 환경 연구 단체인 월드워치 연구소의 창설자이자 소장인 Lester R. Brown 박사는 번역서 “누가 중국을 먹여 살릴 것인가?”(따님환경신서 18; 1998)와 “풀하우스: 인구·식량·환경”(따님환경신서 15; 1997)에서 세계의 식량난이 21세기에 불어닥칠 것으로 예측하고 있다.

인류의 가장 중요한 단백질 식량자원은 농/축산업과 수산업 분야에서 생산되어 왔으나, 현재 농/축산업의 생산량 증가율은 한계에 이른 상태이고 인구 증가와 환경문제 등을 고려할 때 계속해서 증가하는 인류의 단백질 수요를 앞으로 많은 부분 수산업에서 충당해야 할 것으로 보인다.

전 세계 수산식품(어류, 갑각류 및 연체동물)의 어업생산량은 1980년대 이후 연간 6,000만톤(해조류를 포함해서 어분과 어유 생산용 잡어 3~4천만은 제외)으로 환경오염과 어자원의 남획 등으로 인해 현 수준 이상이 되지 않을 것으로 예측된다(배, 2004).

이러한 상황에서 전 세계 수산물 수요량의 증가를 충족시키기 위하여 양식산업 전반에 걸쳐 급진적 발전이 요구되고 있다.

2002년 세계 양식 총생산량은 5,138만톤으로 1984년에 비해 750% 가량 증가하였으며, 전체 수산물 생산량의 38%이다(FAO, 2003).

양식산업에 있어 우선 양식 가능한 중요 어종을 선택하여 종묘 생산 기술이 개발되면 질 좋은 사료공급에 따르는 사육관리가 뒷받침되어야 하는 것은 잘 알려진 사실이다.

특히 사료비가 양식종의 생산 단가 중 어종별로 차이는 있지만 30~60%를 차지함으로써 사료영양연구 분야는 양식산업 성공을 위한 가장 중요한 열쇠중 하나이다.

양어용 면역 증강 사료의 필요성

어류의 종묘생산 및 양성과정에 있어서 첫째로, 인위적인 고밀도 양식 시스템에서의 어류는 다양한 형태의 스트레스(고밀도 사육, 물리적 장애, 수질 악화, 항생제 및 화학약품의 남용, 선별 등등)에의 노출로 인해서 수많은 세균성 질병, 바이러스성 질병 및 기생충성 질병 등이 커다란 문제로 대두되고 있다.

하지만, 양식 어류의 면역을 증강시킴과 질병에 의한 폐사를 최소화하기 위한 면역증강사료에 대한 연구가 미비한 실정이다.

또한 현재의 질병 대책으로서의 예방보다 발생 후에 항생제 및 여러 종류의 화학약품 등을 사용한 치료에 급급하고 있으며, 이와 같은 약제의 남용으로 어류에게 스트레스를 주어 면역반응을 감소시킬 뿐만 아니라, 환경오염 및 병원체의 내성 증가와 나아가서는 이러한 어류를 섭취하는 인체에도 나쁜 영향을 줄 수 있는 많은 문제점을 가지고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위한 면역증강 사료첨가제에 대한 검색이 어종별로 이루어져, 어류의 면역증강을 위한 어종별 면역증강사료의 개발이 시급히 이루어져야 한다.

질병에 대한 특이적 면역반응을 유도하는 백신은 질병에 대한 저항성을 증가시키는 매우 효과적인 방법 중의 하나이지만, 현재까지 성공적으로 개발된 어류질병 백신은 한 두 어종에 제한적으로 사용되어지고 있으나, 아직 일반화 되어있지 않으며, 단가가 높은 고급어종이 아니면, 사용하기에 너무 비싼 단점이 있다.

반면에, 어류의 비특이적 면역반응을 증강시키는 면역증강제는 많은 종류의 어류 질병에 대한 저항성을 높이고 일반적으로 편리하게 사료내에 첨가해서 사용할 수 있다는 장점이 있다.

더욱이, 양식어류의 질병을 예방하고 생산성을 향상시키기 위한 어종별 면역증강물질의 발굴에 따르는 양어용 면역증강사료 개발의 필요성은 더 이상 강조할 필요가 없다고 하겠다.

본론

1. 국내/외의 어류 질병관리 동향

일본에서는 정부차원에서 법령을 정비하여 양어장을 관리하고, 현장지도 지침서를 통한 적정밀도의 유지를 통해 1차적인 질병관리를 지도하고 있으며, 화학약품 및 항생제 사용량 감소를 유도하여 내성균 발생 문제를 해결하기 위한 노력을 기울이고 있다.

또한 노르웨이에서도 독립적인 법령을 제정하여 운영하고 있다. 양식장 자가 오염방지를 위한 사료 총량규제, 어류의 이동시 건강증명서 첨부, 어류의 건강상태 및 병력기록의 공개, 사육기록 및 일지를 정부에 제출하도록 하고 있으며, 식품 안전성을 높이기 위한 품질보증 시스템을 도입하고 있다.

이러한 지속적이고 체계적인 관리를 통해서 매년 항균성 약제의 사용량을 감소시키며, 양식생산성을 향상시키고 있다.

국내의 경우, 항생제 사용의 증가로 인해, 항생제에 대한 내성균주의 발생이 계속적으로 늘어나고 있으며, 이를 해결하기 위해 많은 양식 사양가들은 보다 강하고 단위가 높은 화학약품 및 항생제를 무분별하게 투여해야만 하는 실정이다.

장기간에 걸친 항생제의 사용과 남용은 어류에게 많은 스트레스를 줄 뿐만 아니라 환경오염 및 국민건강에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 문제점들을 안고 있다.

그러므로 어류의 질병관리를 위한, 화학약품 및 항생제 사용 지도와 정부차원의 법령 정비 및 관리가 절실히 요구되고 있다.

이와 더불어 양식현장에서 사용가능한 실용적 어종별 면역증강사료의 개발이 시급한 실정이다.

2. 어류의 면역반응

어류의 질병 저항에 관여하는 면역반응으로는 크게 비특이적 면역반응과 특이적 면역반응으로 나눌 수 있으며, 기본적으로 포유류와 비슷하나 비특이적 면역반응에 대한 의존성이 매우 높은 것으로 알려져 있다.

특히 면역계가 완전히 발달하지 않은 자/치어의 경우에는 비특이적 면역반응에 의한 질병저항이 대부분을 차지한다.

어류의 비특이적 면역반응은 크게 세포성 면역과 체액성 면역으로 나눌 수 있다. 세포적인 방어시스템의 경우 경골어류는 T와 B 림프구뿐만 아니라 대식세포(macrophages), 호중구(neutrophils, 백혈구의 일종), natural killer cell과 유사한 식세포를 가지고 있다.

그리고 체액성 면역인자로는 라이소자임(lysozyme), 보체(complement), 인터페론(interferon), 인터류킨-2(interleukin-2), 트랜스페린(transferrin, 혈청 β -글로블린), C-reactive protein과 lectin 등이 있다. 어류에 있어서 비특이적 면역반응은 많은 종류의 영양소 및 사료내 첨가물 등에 의해서 활성화 될 수 있으며, 이를 통해 질병에 대한

양어용 면역 증강 사료의 필요성

다양한 저항력을 증진시킬 수 있다.

특이적 면역반응을 증강시키기 위한 방법 중, 백신법은 하나의 질병에만 특이적으로 반응하여 저항성을 높이기 때문에 매우 효과적인 방법이다.

하지만, 현재까지 성공적으로 개발된 어류질병 백신은 경제성과 편의성을 고려해볼 때, 양식현장에 적용하기에는 매우 제한적이다.

그러므로, 많은 종류의 어류질병에 대한 저항성을 높이기 위해서는 어류의 비특이적 면역반응을 증강시키기 위한 면역증강물질의 검색 및 검토가 필요하다.

이러한, 면역증강물질은 경구투여나 침지 등의 비교적 쉬운 방법 적용이 가능해야 할 것이다.

따라서, 양식어류의 질병 예방과 질병 저항성 향상을 위한 비특이적 면역증강제의 개발은 양식현장에서 사용 가능한 실용적인 어종별 면역증강사료 개발을 가능케 하기 때문에, 최근 들어 이에 대한 많은 연구가 수행되고 있다.

3. 어류의 면역증강물질

1) 합성 화합물

A. 레바미솔(Levamisole)

레바미솔은 포유류에 있어서 선충류 감염을 치료하기 위해 이용되는 구충제의 일종으로 잉어, 무지개송어 및 연어에 있어 식세포 활성화, 백혈구의 화학발광반응과 백혈구 활성을 증대시키는 효과가 있다.

B. FK-565(heptanoyl-γ-D-glutamyl-(L)-meso-diaminopimelyl-(D)-alanine)

FK-565는 *Streptomyces olivaceogriseus*를 배양하여 분리한 펩타이드로, 무지개송어에 있어 식세포의 활성을 증가시키는 효과가 있다.

2) 박테리아 유도체

A. MDP(Muramyl depeptide, N-acetyl-muramyl-muramyl-L-alanyl-D-isoglutamine)

MDP는 *mycobacterium*에서 추출한 물질로, 무지개송어에 있어 식세포의 활성화와 백혈구의 활성을 증가시키는 효과가 있다.

B. LPS(Lipopolysaccharide)

LPS는 그람음성균의 세포벽 성분으로 참돔에 있어 대식세포의 활성을 향상시키는 효과가 있다.

C. 키틴과 키토산(Chitin and Chitosan)

키틴은 균류의 세포벽과 갑각류와 곤충 외골격의 중요한 구성요소인 다당류로, 무지개송어에 있어서 대식세포 활성 증가의 효과가 있다.

그리고, 키토산은 무지개 송어의 혈액내 면역학적인 인자들(potential killing activity, myeloperoxidase)을 증가시키는 효과가 있다.

D. 글루칸(glucan)

글루칸의 면역증강에 대한 효과(대식세포 및 라이소자임 활성 등의 향상)는 많이 연구되었다.

글루칸의 여러 가지 형태(예: yeast glucan, peptide-glucan, β -1,3 glucan)에 관한 사료내 첨가효과는 넙치, 조피볼락, 무지개 송어, 대서양 연어, 방어, 새우, 메기와 Turbot 등의 많은 어류에서 세밀히 조사되었으며, 어류의 면역증강에 효과가 큰 것으로 알려져 있다.

3) 동물과 식물의 구성 성분

전복과 *Ecteinascida turbinata*로부터 추출한 당 단백질은 어체내 종양세포의 피사를 증강시키고, 체외 종양의 성장을 억제시키는 효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 뱀장어와 무지개 송어에 있어서 식작용을 향상시키는 효과를 가지고 있는 것으로 알려져 있다.

4) 비타민

아주 소량이지만, 사료내 비타민은 대부분의 어류에서 정상적인 성장과 생리적인 기능에 필수적으로 요구됨과 동시에 대부분의 비타민들이 면역증강 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 적정량의 비타민 C를 대서양 연어 메기 및 참돔에 투여했을 때 림프구 급증에 따라 대식세포의 활성을 증대시킨다 보고가 있으며, 비타민 E는 메기에 있어서 백혈구에 의한 과산화 이온의 생성을 증가시키는 효과가 있는 것으로 밝혀졌다.

양어용 면역 증강 사료의 필요성

5) 성장호르몬과 락토페린

A. 성장호르몬(Growth Hormone)

성장호르몬은 무지개송어에 있어서 비브리오 감염에 대한 저항력을 증가시키는 것으로 보고된 바 있다.

B. 락토페린(Lactoferrin)

락토페린은 single peptide의 사슬로 구성되어 있으며 약 87,000의 분자량을 가지는데 각 분자마다 2개의 철분 결합부위를 가지며 포유류의 모유에서 흔히 발견된다. 많은 생물학적 기능이 락토페린에서 기인하는데 항병원체 효과, 철분 흡수의 조절 그리고 macrophage의 성장을 촉진한다.

무지개 송어에 있어서 소의 락토페린을 투여한 실험에서 식세포활동의 증강과 대식세포에 의한 과산화이온의 생산을 증가시키는 효과를 보였다.

※ 자료: Masahiro Sakai(1999)

※ “첨단 수산기술과 정책 - 제 2회 수산공개 강좌”, 부경대학교 수산과학대학, 2002.

4. 실용적 면역증강사료의 개발

면역증강사료의 사용은 면역증진을 통하여 어류의 질병을 예방할 수 있다는 점에서 많은 이점을 가지고 있으나, 아직, 양식현장에서 사용 가능한 실용적인 면역증강사료는 일반화되지 못하고 있는 실정이다.

최근에는 항생제나 화학제제가 아닌 환경친화적인 양어용 면역증강사료에 대한 관심이 증대되고 있으며, 어류의 비특이적 면역반응을 증강시켜 질병 저항성을 높이는 면역증강 첨가제 및 어종별 면역증강사료 관련연구가 활발하게 진행되고 있다.

그러나, 양식현장에서 면역증강사료를 실용적으로 사용하기 위해서는 많은 실험을 통해 개발하고자 하는 면역증강 첨가제의 효과, 투여농도 및 투여횟수 등에 관한 철저한 검증을 통하여 어종별 면역증강사료의 개발이 이루어져야 한다.

현재, 넙치와 조피볼락에 있어서 면역증강물질인 β -glucan 및 사료섭취촉진제를 함유한 실용적인 면역증강사료의 개발이 진행 중에 있어 다행스러운 일이 아닐 수 없다.

더욱이, 현재 개발 중인 면역증강사료를 넙치와 조피볼락에 공급하였을 때, 식세포의 chemiluminescence(CL) 반응과 혈청의 lysozyme 활성 등의 비특이적 면역반응을 증대시키는 좋은 결과가 있었다(배, 2002).

앞으로, 실용적인 기능성 면역증강사료의 개발을 통해서, 항생제 사용의 감소, 건강한 어류의 생산 및 공급뿐만 아니라, 국내 양식 산업이 국가 식량 기간산업으로 발전할 수 있는 토대가 될 수 있기를 기대한다.

결론

현재, 전 세계적으로 어업생산량의 감소에 따르는 어류양식 생산량의 증가는, 양식전문가들의 예측을 능가하여, 2002년 현재 연간 약 5,138만톤(FAO, 2003)에 이르고 있으며, 양어용 배합사료의 생산량이 전 세계적으로 급속히 증가하고 있는 실정이다.

또한, 면역증강 및 성장촉진을 위한 사료첨가제의 수요가 급증하고 있다.

외국의 경우, 집약적 고밀도 사육에 의한 어병발생과 생산성 저하를 방지하고, 안전한 양식어류를 생산하기 위해서, 항생제 및 수산약제 등의 사용을 제한할 수 있는, 어류의 면역 증강 첨가제 및 어종별 면역증강사료 개발이 지속적이고 체계적으로 이루어지고 있다. 예를 들어, 일본의 경우 1960년대부터 일본 양식산업의 주요 어종인 뱀장어의 면역 증강 및 성장촉진을 위한 첨가제 개발 연구를 시작하였다.

현재, 방어, 은어, 참돔, 전복 등에 있어서 면역증강 첨가제의 개발을 통해서 어종별 비특이적 면역능력의 증대, 어병발생의 감소 및 항생제 사용의 감소에 따르는, 생산성 증대를 가져 왔다.

하지만, 국내 양식산업의 경우 면역증강사료에 대한 중요성을 최근까지 인식하지 못하고 있을 뿐만 아니라, 자주 발생하는 어류질병 치료를 위한 과도한 항생제의 사용으로 인하여, 소비자들의 양식어류에 대한 불신과 생산성 저하 등으로 양식업계는 국가경쟁력을 잃어가고 있는 실정이다.

그나마, 다행인 것은 최근 들어 몇몇 사료회사, 연구기관 및 양식어가에서 면역증강 사료 개발의 중요성을 인식하고, 산학협동으로 국내 주요어종인 넙치와 조피볼락의 면역증강제 및 사료섭취촉진제를 첨가한 면역증강사료 개발에 관심을 가지고 연구에 참여하고 있다는 것이다. 향후에, 어종별 면역증강사료의 개발이 이루어지고, 면역증강사료로 사육된 건강한 종묘의 확보와 안전한 고품질의 양식어류를 생산한다면, 국내 양식 산업은 생산성의 향상과 국제 경쟁력의 확보를 통하여, 국가식량 기간산업으로 성장할 수 있는 계기를 마련할 수 있을 것으로 생각된다. ㉞