

# 항영양인자를 분해하는, NSP 분해효소제 ‘뉴트라제 자일라’

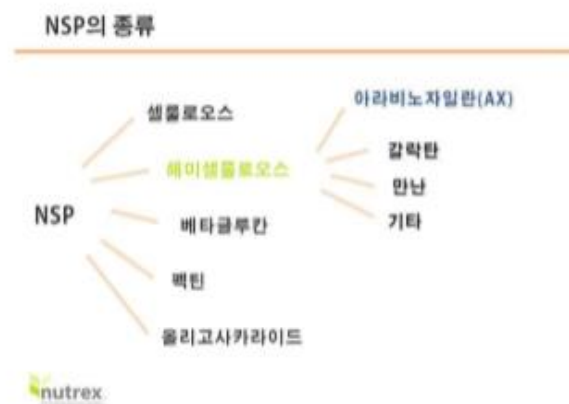
‘뉴트라제 자일라(Nutrase Xyla)’는 (주)모닝바이오에서 벨기에 ‘뉴트렉스(Nutrex)’로부터 꾸준히 수입하여 국내에 판매하고 있는 제품으로 세균 유래 효소제이다. 뉴트라제 자일라는 엔도자일라나제(endoxylanase)로서 항영양인자로 작용하는 아라비노자일란(arabinoxylan ; AX)을 분해할 뿐만 아니라 프리바이오틱스를 생산하는데 도움을 주어 가축의 장을 건강하게 해준다. 이는 가축의 생산성을 증대시켜 줄 뿐만 아니라 난각의 품질도 개선시켜 준다. 이에 산란계에서 세균 유래 엔도자일라나제의 사용 효과를 알아보려고 한다.

(주)모닝바이오 연구개발부 정 봉 현

## 1. NSP와 아라비노자일란(AX)의 특징

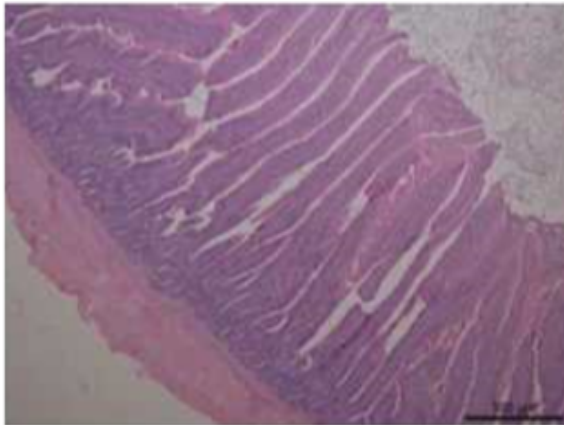
**식**물 세포벽은 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 펙틴, 베타글루칸, 리그닌 같은 물질들로 구성되어 있으며 대부분 NSP(Non-Starch Polysaccharides : 비전분성 다당류)이다(그림1). 일반 전분과 달리 가축들이 소화하기 어려운 구조를 가지고 있기 때문에 곡물의 세포질(cytoplasm)에 있는 유익한 영양소(단백질, 비타민, 미네랄 등)를 가축이 이용하기 위해서는 세포벽의 파괴가 필요하다. 하지만 곡물의 물리적인 분쇄로는 세포벽의 파괴가 어려워 세포질

그림1. 식물 세포벽을 구성하는 NSP의 종류

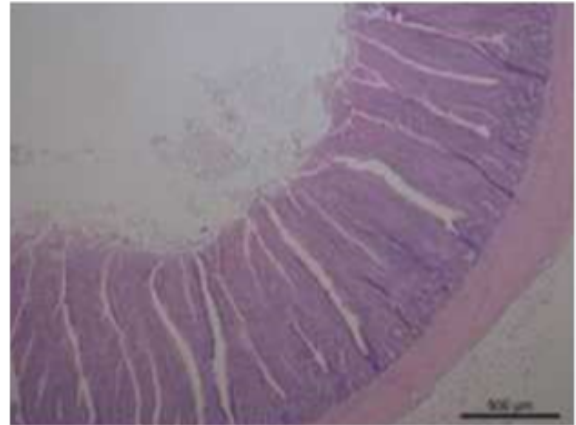


의 영양소를 이용할 수 없다. 아라비노자일란(AX)은 헤미셀룰로오스에 속하는 NSP로서 가축의 영양소 흡수에 있어 항영양인자로 작용한다. 특히 밀과 옥수수의 세포벽 NSP 성분 중 AX가 각각 71%, 64%를 차지하여 곡물 사료의 영양적 가치를 떨어뜨리고 있다. 아라비노자일란(AX)은 수용성, 불용성 2가지 특성으로 분류할 수 있는데, 수용성 AX는 장 점도를 높여 영양소의 소화를 저해한다. 그리고 불용성 AX는 영양소를 가두는 ‘바구니 효과(Cage-effect)’로써 작용하여 영양소의 흡수를 방해한다. 이에 단위영양에서 엔도자일라나제의 사용은 곡물의 세포벽 성분을 파괴해 세포질의 영양소 이용을 늘려줄 뿐만 아니라 장 점도를 높여 소화를 방해하는 수용성

그림2. 엔도자일라나제를 급여한 닭의 장(왼쪽)과 엔도자일라나제를 급여하지 않은 닭의 장(오른쪽)



AX와 영양소를 가두어 소장에서 흡수를 방해하는 불용성 AX를 분해시킬 수 있다.



을 끼쳐 경제적 손실을 일으키는 주된 요인이다.

## 2. 프리바이오틱스의 생산과 뷰티레이트의 작용

엔도자일라나제는 항영양인자인 아라비노자일란(AX)을 분해하여 영양소의 흡수를 증가시킬 뿐만 아니라 수용성, 불용성 아라비노자일란(AX)을 아라비노자일란 올리고사카라이드(AXOS)로 분해하여 장내 미생물들이 소화, 발효하기 쉬운 형태로 변환해 준다. 이에 미생물들이 뷰티레이트와 같은 단쇄지방산(SCFA)을 생산하고 이를 소장에서 흡수, 이용하여 장을 건강하게 만들어 준다.

그림2는 옥수수 사료에 엔도자일라나제를 첨가하여 급여한 닭의 장에서 형태학, 조직학적 변화가 나타난 현미경 사진이다. 건강한 장은 영양소의 소화 흡수에 도움을 줄 뿐만 아니라 난각과 도체 조성에도 큰 도움을 준다.

난각 품질에 있어 주요 문제 중 하나는 산란계의 주령이 늘어남에 따라 산란말기에는 20%가 넘는 계란에 실금이 생긴다는 점이다. 두껍고 높은 강도의 난각은 병원성 미생물의 계란 내 침투를 막는데 필수적이다. 가금 산업에서 난각의 품질 저하는 계란 생산과 부화율에 영향

## 3. 세균 유래 엔도자일라나제(BX)와 곰팡이 유래 엔도자일라나제(FX)의 특징

곰팡이와 세균으로부터 얻을 수 있는 엔도자일라나제는 각각 다른 pH에서 최적 활성을 보인다. pH 4.5~5에서 최적 활성을 나타내는 곰팡이 유래 엔도자일라나제(FX)와는 달리 세균 유래 엔도자일라나제(BX)는 pH 6~7에서 최적 활성을 보인다(그림3).

그림3. 소장의 pH에서 최적 활성도를 보이는 뉴트라제 자일라

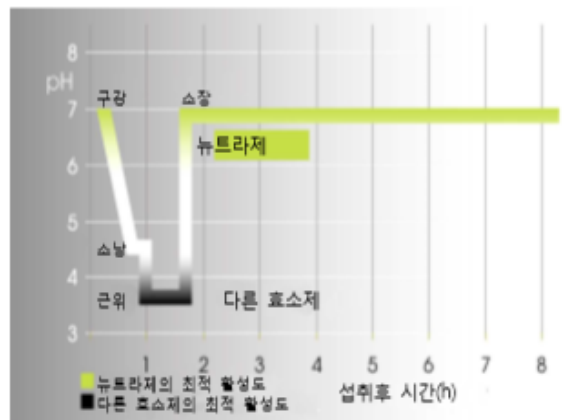
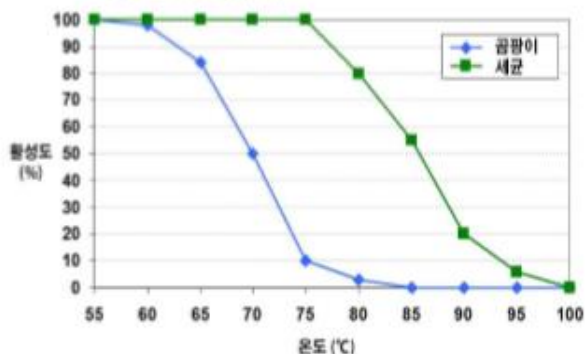


그림4. 높은 온도에서도 뛰어난 활성을 보이는 세균 유래 엔도자일라나제



따라서 BX가 중성 pH인 소장에서 최적 활성을 띠어 사료의 영양분을 소화, 흡수하는데 FX보다 더 큰 효과를 볼 수 있다.

또한 BX가 더 높은 온도에서도 활성을 보임으로써 사료를 가공할 때 고온에서도 잘 견딜 수 있다(그림4). 불용성 AX를 분해하는데 BX가 더 탁월하다(그림5).

밀, 호밀, 보리 등과 같은 곡물에는 엔도자일라나제의 작용을 억제하는 엔도자일라나제 억제제가 존재하는데 BX가 이러한 억제제에 덜 민감하다(그림6).

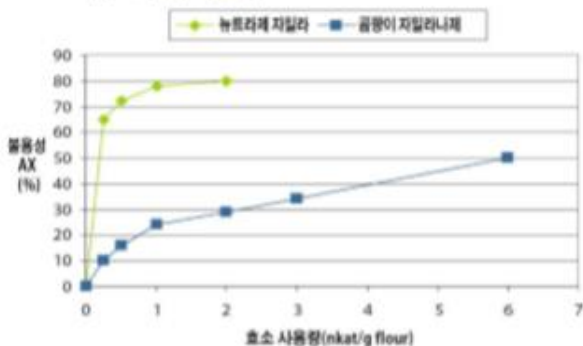
#### 4. 세균 유래 엔도자일라나제(BX)에 대한 연구 및 사양시험

이전까지 많은 연구들에서 BX가 장내 미생물군총에 영향을 준다는 결과가 보고되었고 최근에도 이것을 증명하기 위한 연구가 있었다(Alireza et al. 2015).

표1에 의하면 BX는 Clostridium Clust 4(뷰티레이트 생성균)에 속하는 미생물들의 숫자를 증가시켰으며, 미생물들의 뷰티릴 CoA : 아세테이트 CoA 트랜스퍼라제 유전자 발현을 증가시켰다. 또한 용모의 길이가 대조구 대비 24%가 늘어났으며 용모/음와의 비율이 42% 증가하였다. 이러한 효과는 BX가 아라비노자일란을 장내 미생물이 소화, 발효하기 쉬운 크기로 제공하여 장내 미생물군총에 영향을 주고, 이는 소장에도 긍정적인 영향을 주기 때문이다.

산란계 사육에 있어서 장 건강과 사료 섭취의 증진은

그림5. 적은 양을 사용해도 불용성 AX 분해에 탁월한 '뉴트라제 자일라'



더 나은 품질의 난각을 얻는데 도움을 줄 것이다. 단쇄 지방산(SCFA)의 증가에 따른 장내 낮은 pH는 미네랄의 생체 이용성을 증가시킬 것이고 증가된 뷰티레이트의 생산은 장 점막의 흡수력을 증가시킬 것이다.

위 실험 이외에도 세균 유래 엔도자일라나제의 부가적인 효과를 증명하기 위해 IRTA(스페인), ILVO(벨기에)에서 3번의 공동연구가 실행되었다.

표2에 의하면 첫 번째 사양시험에서는 BX 그룹에서 음성 대조구에 비해 산란율의 뚜렷한 증가(92.4% vs 95.3%)가 나타났으며, 사료요구율(FCR)도 대조구에 비해 5.1% 개선되었다. 난각에 있어서도 BX 사용의 상당한 효과를 볼 수 있었는데, 특히 금이 가거나 깨진 난각의 발생빈도가 2.33%에서 1.63%로 감소하였다.

그림6. 곡물에 존재하는 억제제에 뛰어난 저항성을 가진 세균(Bacillus subtilis) 유래 엔도자일라나제

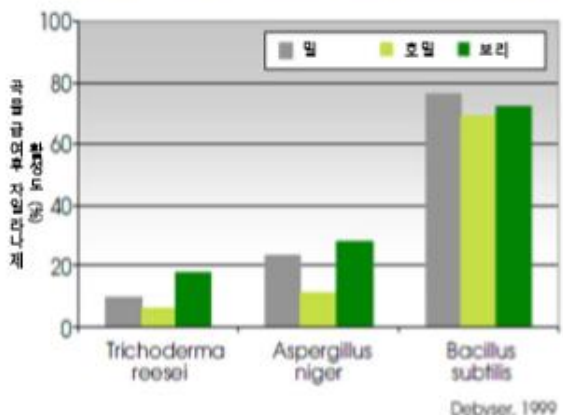


표1. BX의 사용으로 장내 미생물균총 및 장의 형태학적 변화에 미치는 영향

	옥수수 급여	옥수수 + BX 첨가(100ppm)	p-value
뷰티릴 CoA : 아세티이트 CoA 트랜스퍼라제	8.01	8.32	<0.05
클로스트리듐 클러스터 IV	9.39	9.74	<0.05
클로스트리듐 클러스터 XIV	8.42	8.38	NS
용모 높이(um)	963	1202	<0.05
용모 깊이(um)	168	147	NS
용모/용모(비율)	5.9	8.4	<0.05

두 번째 사양시험은 다른 기원의 엔도자일라나제를 이용하여 생산성과 난각 품질의 차이를 알아보는 시험이었다. FX와 BX의 사용에 있어 산란계의 생산성 차이는 크지 않았지만 산란율과 난중 및 1일 계란 생산량에 있어서는 BX 처리구에서 더 좋은 효과를 보여주었다. 또한 BX 처리구에서 난각이 더 두꺼워졌고 실금이 발생한 난각의 숫자는 감소하였다. 난중의 증가와 적은 양의 사료 섭취 덕분에 사료요구율(1.934 vs 1.962)도 더 좋아졌다.

세 번째 사양시험에서는 노계(54~74주령)에 BX를 처리하여 생산성과 난각의 품질에 끼치는 영향을 알아보는 시험이었다. BX 처리구에서 산란율(87.9% vs 83.7%)과 난중(58.3g vs 55.3g)이 뚜렷하게 증가하였고, 사료요구율(1.974 vs 2.085)도 향상되었다. 깨지고 더러운 계란의 발생빈도는 둘다 비슷하였지만 연각란(軟殼卵)의 발생 빈도(0.04% vs 0.47%)는 BX 처리구에서 현저하게 낮았다.

호우유니트에서도 BX 처리구에서 더 높은 수치(90.14 vs 87.60)를 보여주었다.

## 5. 엔도자일라나제의 선택

이러한 결과들로 비추어 봤을 때 우리는 엔도자일라나제가 항영양인자를 감소시켜 줄 뿐만 아니라 미생물들에 의해 발효 가능한 프리바이오틱스인 아라비노자일란 올리고사카라이드(AXOS)를 생산하고 이에 뷰티레이트

표2. 산란계 사양 시험 결과(IRTA와 ILVO에서 실시)

		산란율 (%)	사료 요구율	피란율 (%)	난각 두께 (1/100mm)	호우 유니트
사양시험1 (IRTA)	용성 대조구	92.4	1959	2.33		
	BX	95.3	1859	1.63		
	p-value	<0.05	<0.05	<0.05		
사양시험2 (ILVO)	FX	95.3	1.96	1.46	35.8	
	BX	95.5	1.93	1.02	36.8	
	p-value	NS	NS	<0.05	<0.05	
사양시험3	용성 대조구	83.4	2085	2.77	38.9	87.6
	BX	87.9	1974	1.99	39.31	90.14
	p-value	<0.05	<0.05	NS	NS	<0.05

의 농도를 높여준다는 결과를 도출해 낼 수 있었다. 난각에 있어서 뷰티레이트의 효과는 널리 알려져 있으며, 엔도자일라나제는 뷰티레이트의 사용량을 줄이거나 대체하는데 사용할 수 있어 사료의 가격 경쟁력을 끌어올릴 수 있다. 난각의 품질은 산란계 농장의 수익 창출에 가장 큰 영향을 끼치기 때문에 서로 다른 기원의 엔도자일라나제의 선택에 있어 산란계의 생산성과 더 많은 영양소를 얻기 위한 목적 이외에도 난각의 품질에 끼치는 영향 또한 고려해야 한다. 🐔

(Tel : 010-2824-0701, e-mail : bh.jeong@morningbio.co.kr)

※ ALL ABOUT FEED, 2015년 11월 13일 기사 : 'The use of bacterial endoxylanase in layers'

- 항영양인자를 분해하여 영양분 소화에 도움
- 장 건강에 도움을 주는 Butyrate 생산에 기여



(주)모닝바이오