

국내 사료공장 HACCP 적용에서의 문제점과 개선방향

한 영 근

(농협중앙회 축산연구소, 이학박사)

2005년 1월 1일부터 우리나라에도 축산물의 위생 및 안전성 제고를 위한 사료공장 HACCP 시스템이 도입되어, 10월 17일 현재 17개사가 지정되었다. 국내 배합사료의 품질 및 안전성을 국제적 수준 이상으로 강화시키는 것은 물론, 국내 축산물에 대한 소비자의 신뢰도를 한층 높이는 데 크게 기여할 것으로 예상되는 HACCP 시스템 적용의 영향은 앞으로 사료산업 뿐 아니라 축산업 전반에 큰 영향을 미치게 될 것이며, 우리나라는 특히 그 내용에 있어 GMP를 포함하기 때문에 품질의 안전성 측면에서도 더욱 크게 기여할 것으로 기대된다.

축산물을 포함한 식품생산 분야와 달리 배합사료 생산은 원료사료의 종류와 수급 및 규모와 가공환경에 있어 매우 다른 복잡한 구조조건을 갖고 있기 때문에 위해요소중점관리체계는 공장별로 구체적인 논리적용에 있어 매우 상이할 수 있다. 본고에서는 지금까지 적용되어 온 배합사료 공장 HACCP 적용에 있어서 미진한 점과 그 개선대책에 대해 간략히 언급하고자 한다.

1. 위해요소의 분류와 허용한계의 설정

사료공장 HACCP와 관련된 위해요소의 분류 및 그 허용수준은 사료관리법을 기본으로 하고 있으며, 물리적·화학적·생물학적 위해요소로 분류되는 물질에 대한 관리범위는 원료 및 공정별로 다르게 설정되어 운영될 수 있다.

물리적 위해요소로 분류되는 각종 금속류와 이물질들은 사람에게 대한 직접적인 영향이 라기보다는 가축과 가공 및 급여시설의 보호, 또는 이들 물질로 인한 2차 오염을 사전에 차단시키기 위한 측면이 강하다. 이들 물질에 대한 허용한계는 원칙적으로 오염물질의 사료제품 내 불검출이라는 관점에서 볼 때 “제로”라 설정해야 맞으나, 현실적 측면에서 원료 또는 제품 내 허용한계치를 계량적으로 결정하기 보다는 이를 제거할 수 있는 기구나

장치의 운영조건을 합리적으로 설정하는 것이 타당하다. 대부분의 사료공장에서 관리하고 있는 이물질 제거장치는 크기와 자성물질을 대상으로 국한되어 있으며, 일부 공정 또는 시설 등에서만 작은 크기의 돌, 중량물질, 비자성금속류에 대해 제한적인 범위에서 제거가 이루어지고 있다.

화학적위해요소로 분류되는 농약, 중금속, 곰팡이독소, 각종 환경물질 및 항생물질 중에서 위해도 관리 및 검출빈도 측면에서 주요 대상물질이 되는 것은 대부분 곰팡이 독소와 항생물질이다. 원료사료에 대한 중금속(표 1)과 농약(표 2)의 잔류량은 오랜 기간 동안 그 함량에 있어서 법적 허용치 보다 훨씬 낮게 분석되어 왔고, 이들 위해물질로 인한 구체적인 문제점 발생 사례가 거의 없기 때문에 공장단위에서의 관리 보다는 법적 의무 검사에 의존하고 있는 실정이다.

<표 1> 원료사료의 유해중금속 분석결과(95% 신뢰구간에서의 최소 및 최대값 범위)

구 분	납(ppm)		수은(ppb)		카드뮴(ppm)	
	시료수	범 위	시료수	범 위	시료수	범 위
<곡 류>						
수입옥수수	21	0.35±0.06	67	0.7±0.2	65	0.19±0.02
수입소맥	21	0.34±0.13	21	1.1±0.4	21	0.22±0.05
수입귀리	11	0.42±0.25	9	1.0±0.5	11	0.22±0.05
수입루핀씨드	5	0.30±0.24	5	0.8±0.6	5	0.15±0.14
<강피류 및 건초류>						
국산소맥피	8	0.39±0.13	7	1.1±0.8	10	0.29±0.04
수입소맥피	13	0.40±0.10	14	1.1±0.5	13	0.28±0.03
국산단백피	17	0.44±0.13	15	1.4±0.7	17	0.24±0.07
수입단백피	7	0.56±0.19	6	4.9±6.0	7	0.22±0.06
수입대두피	4	0.43±0.46	4	1.3±1.4	4	0.26±0.11
수입면실파	3	0.65±1.14	4	2.3±1.1	3	0.22±0.07
수입타피오카	3	1.00±1.14	3	2.0±1.5	3	0.40±0.10
수입비트펄프	6	1.36±0.62	5	1.2±1.1	6	0.39±0.16
수입알팔파	7	2.30±1.29	5	12.2±5.6	5	0.33±0.27
<식물성단백질류>						
국산대두박	4	0.40±0.43	4	0.7±0.5	5	0.12±0.10
수입대두박	46	0.43±0.08	45	0.8±0.2	48	0.24±0.03
수입대두단백	3	0.26±0.77	3	1.6±1.2	3	0.08±0.20
수입채종박	33	0.79±0.35	32	1.9±0.4	33	0.32±0.05
국산옥글루텐	8	0.42±0.21	10	1.5±0.6	14	0.20±0.03

수입옥글루텐	9	0.42±0.12	9	1.6±1.1	9	0.19±0.09
수입야자박	36	0.94±0.22	34	2.8±0.5	36	0.28±0.03
수입면실박	31	1.06±0.40	30	1.4±0.4	31	0.24±0.04
수입팜유박	25	0.57±0.18	25	2.6±1.0	25	0.26±0.05
수입주정박	7	1.90±1.22	6	6.4±2.5	7	0.31±0.10

<표 1> 원료사료의 유해중금속 분석결과(95% 신뢰구간에서의 최소 및 최대값 범위)

구 분	납(ppm)		수은(ppb)		카드뮴(ppm)		크롬(ppm)	
	시료수	범위	시료수	범위	시료수	범위	시료수	범위
<동물성단백질류>								
국산어분	15	3.66±3.81	13	137±67	52	1.66±0.40	10	2.29±1.32
수입어분	317	0.51±0.05	315	72±6	350	0.76±0.05	307	2.51±0.26
국산옥골분	16	0.80±0.15	17	5±1.2	16	0.29±0.06	18	4.50±1.58
수입옥골분	35	1.47±0.40	33	4.1±0.9	27	0.28±0.06	35	5.76±1.14
가금부산물	5	0.93±0.57	5	4.5±4.0	4	0.16±0.14	4	3.57±10.1
국산수지박	27	0.98±0.13	26	4.6±1.9	24	0.32±0.05	23	4.27±1.39
수입혈분	8	0.74±0.37	9	1.6±1.0	8	0.42±0.15	2	1.07±8.45
혈장단백	39	0.34±0.07	40	2.2±0.6	33	0.27±0.05	16	3.15±1.11
<광물질류 및 기타>							불소(ppm)	
							시료수 범위	
탄산칼슘	42	8.14±2.20	11	1.5±0.9	12	1.76±0.67	4	240±231
수입MCP	27	4.99±1.14	23	12.9±6.57	23	4.03±0.56	28	1231±115
수입DCP	148	3.79±0.67	143	17.8±5.32	130	3.19±0.27	177	1446±32
국산TCP	23	12.8±3.42	19	4.4±6.4	16	5.26±5.19	91	1628±240
국산중조	3	4.14±14.3	3	13.0±34.5	3	3.25±14.0	-	-
수입중조	7	2.70±1.57	3	0.5±1.74	7	1.97±1.42	-	-
산화마그네슘	11	7.49±3.14	5	1.2±1.61	10	1.51±1.18	-	-
과자부산물	3	1.75±1.47	2	2.35±3.14	3	0.23±0.17	-	-
메치오닌	7	0.27±0.14	-	-	-	-	-	-

자료: 농림부. 2003. 사료공정과정 및 농가급이시설에 대한 중점관리 기술 개발연구(최운재, 박용호, 한영근, 김종택, 박장희)

〈표 2〉 사료원료의 잔류농약 성분별 분석결과

구분 (허용기준, ppm)	분석건수	불검출 건수	정량한계 이하검출	허용기준 이하건수	허용기준 이상건수	범위
Dichlorvos (2.0)	309	295	12	309	0	0.01-0.05
Diazinon (5.0)	309	302	2	309	0	0.01-0.5
Chlorpyrifos-methyl(6.0)	309	272	30	309	0	0.01-1
Fenitrothion (6.0)	309	294	13	309	0	0.01-0.03
Pirimiphos-methyl (5.0)	309	296	11	309	0	0.01-0.12
Malathion (8.0)	309	269	30	309	0	0.01-3
Fenthion (1.0)	309	307	2	309	0	-
Parathion (1.0)	309	301	5	309	0	0.01-0.2
Phenthoate (1.0)	309	307	2	309	0	-
BHC-α (0.2)	293	287	6	293	0	-
BHC-β (0.2)	293	292	0	293	0	-
BHC-γ (0.2)	293	271	10	293	0	0.001-0.03
BHC-δ (0.2)	293	292	0	293	0	-
Heptachlor (0.02)	293	285	5	293	0	0.001-0.005
Heptachlor epoxide (0.02)	293	292	0	293	0	-
Aldrin (0.02)	293	287	5	293	0	-
Dieldrin (0.02)	293	278	9	293	0	0.001-0.01
Endrin (0.01)	293	288	2	293	0	0.001-0.002
o,p-DDT (0.05)	293	281	4	293	0	0.001-0.003
p,p-DDT (0.05)	293	284	0	293	0	0.001-0.002
Carbaryl (5.0)	71	66	5	71	0	-
EDB (0.5)	62	60	2	62	0	-
Thiabendazole (5.0)	53	50	3	53	0	-

자료: 농림부, 2003. 사료공정과정 및 농가급이시설에 대한 중점관리 기술 개발연구(최운재, 박용호, 한영근, 김종택, 박장희)

곰팡이독소의 경우 주로 아플라톡신과 오클라톡신(2005.5.1.)을 위해요소 관리대상으로 설정하여 운영되고 있는데, 보미톡신은 현재 관리법상 유해범위와 기준이 규정되어 있지

않다. 아플라톡신의 원료사료 내 오염수준은 대부분 법정 허용한계치인 50ppb 보다 훨씬 낮게 나타나고 있다(표 3). 원료사료 내 아플라톡신의 오염수준은 분석방법에 따라서도 약간 다른 경향을 나타내는데, 미생물 수용체 검사법(표 3-1)에서는 단백질이 95% 신뢰수준에서 15.55 ppb ±16.60을, ELISA 방법(표 3-2)에서는 야자박이 95% 신뢰수준에서 36.92 ppb ±21.43으로 매우 높게 나타나고 있다.

아플라톡신의 법적 허용한계는 원료와 제품이 각각 다르게 나타나고 있는바, 원료사료에 대한 허용수준인 50ppb를 그대로 받아들이는 경우 제품에서의 허용수준과 설정수준에서의 논리적 충돌을 일으키게 된다.

〈표 3-1〉 원료사료의 미생물 수용체 검사법에 의한 아플라톡신 분석결과
(95% 신뢰구간에서의 최소 및 최대값 범위)

원료명	시료수	아플라톡신(total, ppb)	
		범 위	CV(%)
옥수수	201	0.43±0.25	413
소 맥	31	0.57±0.17	80
대두박	55	0.90±0.35	142
면실박	76	2.53±0.84	145
야자박	74	4.97±1.24	107
채종박	64	1.08±0.58	216
팜 박	47	2.36±0.67	96
소맥피	17	0.41±0.45	215
단백피	5	15.55±16.60	86
타피오카	4	0.11±0.33	200
대두단백	5	1.66±1.08	52

〈표 3-2〉 원료사료의 ELISA에 의한 아플라톡신 분석결과
(95% 신뢰구간에서의 최소 및 최대값 범위)

원료명	분석수	아플라톡신(total, ppb)	
		범 위	CV(%)
옥수수	39	0.91±0.14	48
소 맥	6	3.60±2.75	73
대두박	13	1.72±0.63	61
면실박	13	10.27±6.01	98

야자박	9	36.92±21.43	76
채종박	4	3.30±0.19	4
팜 박	12	5.50±1.28	37
소맥피	4	3.77±2.99	50
단백피	3	4.44±3.20	29
타피오카	2	1.28±3.86	34
대 맥	4	1.25±0.86	43
미 강	3	3.22±4.15	52
옥글루텐	5	1.71±0.48	23

자료: 농림부, 2003. 사료공정과정 및 농가급이시설에 대한 중점관리 기술 개발연구(최윤재, 박용호, 한영근, 김종택, 박장희)

특히 주원료로 사용하는 옥수수과 소맥의 경우 배합비율이 최소 50% 이상을 차지하기 때문에, 50ppb를 그대로 허용한계로 설정하는 경우, 제품에 함유될 수 있는 아플라톡신 수준은 이미 자축사료의 한계수준(<10ppb)을 훨씬 상회하게 된다. 아플라톡신을 비롯한 곰팡이 독소의 경우 공정을 통한 제거 또는 감소가 쉽지 않고, 또한 제품별(자축용 및 성축용) 원료의 구분사용이 용이하지 않기 때문에 입고되는 원료에 대해 원천적 차단이 이루어지지 않으면 허용한계수준의 안정적 관리가 매우 어렵다. 지금까지 우리나라에서 사용되어진 대부분의 원료에 대한 곰팡이 독소 오염수준(표 3)은 최소한 분석결과로만 봐서는 독소에 의한 가축의 피해가 거의 발생되지 않았어야 함에도 불구하고 농장현장에서의 발생 빈도가 적지 않았다는 점과 곰팡이 독소에 의한 배합사료의 품질저하 방지를 위한 각종 첨가제의 사용사실은 앞으로 HACCP의 적용과 관련 그 오염 원인에 대한 구체적인 연구가 뒤따라야 할 것으로 사료된다.

항생제는 위해요소에 의한 일반오염(contamination)문제 보다는 무첨가 사료에 대한 교차오염(cross-contamination) 방지가 핵심이기 때문에, 원료 측면 보다는 공정관리 측면이 더욱 강조되고 있다. 항생제를 사용하는 제품과 그렇지 않은 제품에 대한 모든 생산공정이 완벽하게 구분되어 있는 경우를 제외하고는 반드시 까다로운 절차를 거쳐야만 무항생제 사료생산이 가능한데, 대부분 플러싱 방법을 적용하고 있다. 항생제는 해당사료(무첨가사료)에 있어서 허용수준이 “제로”이고, 교차오염이 일단 이루어지면 연속된 공정에서 완전한 해결이 불가능하기 때문에, 항생제첨가가 이루어진 사료가 통과하는 모든 공정라인은 일부분 일지라도 해당사료가 경유하는 경우 반드시 라인에 잔류되어 있는 항생제를 미리 제거(허용수준 “제로”)하는 방법을 동원하여야 한다.

플러싱 방법과 효과는 제품의 물성, 항생제의 종류, 설비 및 장치의 구조, 크기 및 형

태, 플러싱 제품의 종류 및 물리적 특성에 따라 좌우되기 때문에, 허용한계를 유지하기 위한 방법은 공장별로 매우 상이하게 나타날 수 있다.

원칙적 측면에서 볼 때 물성이 다른 여러 종류의 원료가 단독 또는 복합적으로 움직이는 배합사료 공정에서의 완전한 플러싱이란 존재하기가 매우 어려우며, 또한 제품의 완전한 계획적 생산이 쉽지 않은 상황에서의 항생제 허용한계치 “제로”인 사료의 존재는 불가능한 것이지도 모른다. 따라서 추후 현실적 측면에서의 소비자들에 대한 논리적 설득을 전제로 한 허용한계에 대한 구체적인 논의가 이루어져야 할 것이다.

살모넬라는 사료관리법(Salmonella D)과 HACCP(Salmonella sp.)이 서로 다른 관리대상을 제시하고 있다. 일부 제품(닭사료)에 대해서만 살모넬라 존재를 위해요소로 지정한다는 것이 공정관리상 불가능하기 때문에 현행법을 기준으로 할 때 실제로 모든 사료에 대한 허용기준은 “제로”가 될 수밖에 없다. 모든 제품에 대한 살모넬라의 허용한계, 더군다나 모든 살모넬라 종을 대상으로, 항상 “제로”로 하는 것은 원칙적으로 대부분의 사료공장의 시설여건에서는 불가능에 가깝다. 열처리 사료의 경우(Pelleting, Extruding 등)는 전혀 불가능한 것이 아니라 가루형태 사료의 경우 별도의 열처리 시설(Thermal Meal Treatment)을 갖추어야 하고, 둘 다 동시에 통제된 위생시설 구역을 설정하여 운영하여야만 원칙적으로 가능하다. 따라서 논리적 관점에서만 볼 때 살모넬라의 허용한계(“제로”) 관리는 입고 전 원료에서 우선적으로 완전히 해결되어야만 한다.

2. 모니터링 방법

원료가 아닌 공정단계 CCP에서 위해요소가 허용한계이하에서 관리되고 있는지를 지속적으로 모니터링 하는 것은 매우 중요한 일이다. 현대의 배합사료 공장은 대부분 PLC(Programmable Logic Controller)를 통한 제어가 이루어지기 때문에 공정단계에서의 모니터링은 많은 경우 방법과 범위에 있어 일정한 한계를 보여줄 수밖에 없다. 공정단계에서의 모니터링은 위해요소의 절대수준을 수단으로 하는 것은 현실적으로 불가능하기 때문에 방법을 수단으로 한 CL을 결정한 후, 이의 정확한 운영을 통해 수행해야 한다. 방법을 모니터링 수단으로 선택하려면 해당 공장별로 수많은 사전검토와 분석이 요구되기 때문에 이의 완벽한 정착은 상당한 시간을 요할 것이다.

오염의 차원이 이질적인 항생제를 제외한 일반 위해요소의 관리는 통계적 빈도를 중심으로 한 지수관리(RAN, Risk Assessment Number)가 하나의 방법으로 수용될 수 있는데 (표 4), 이 역시 지속적인 자료의 수집과 분석이 요구된다. 이 방법은 위해요소에 대한 개별적인 관리 보다는 통합적인 관리를 목표로 하는 것으로 최종적으로 제품의 안전성을 확보할 수 있다. RAN 지수는 배합비 작성시 RM(Raw Material) file에 원료별로 입력하

여 사용하는데, SP(Specifications) file에서 각 제품 별로 가축의 성장단계 및 위해요소에 대한 민감성을 기준으로 최대치를 설정하여 운영할 수 있으며, LP(Linear Programming) file에서는 각 제품에 대한 RAN 값이 도출될 수 있도록 하는 것이다. 이러한 방법은 위해요소의 제품 내 함량을 감소시키기 위하여 인위적으로 원료사료의 제품 내 투입비율(위해요소 측면에서는 희석비율)을 조정하는 일 없이 자동적으로 컴퓨터를 통해 결정이 이루어지기 때문에 발전여하에 따라서는 CL과 모니터링 수단으로 발전시킬 수 있다.

〈표 4-1〉 원료사료의 RAN설정을 위한 위해도 평가 검토사항

범주	위해도 평가를 위한 검토사항
A	이 원료는 살모넬라의 오염빈도가 높은가?
B	이 원료는 지표미생물인 총세균수의 오염수준이 높은가?
C	이 원료는 지표미생물인 대장균군수의 오염수준이 높은가?
D	이 원료는 중금속의 오염빈도가 높은가?
E	이 원료는 농약의 오염빈도가 높은가?
F	이 원료는 미생물독소의 오염빈도가 높은가?
G	이 원료는 보관기간에 따른 문제점을 내포하고 있는가?
H	이 원료의 원산지는 과거에 오염된 원료를 공급한 적이 있는가?
I	이 원료는 조류, 설치류 등에 의한 세균오염 가능성이 있는가?

〈표 4-2〉 평가항목별 위해 정도 구분

항목 \ 위해도	0	1	2
A	검출률 0%	검출률 1~10%	검출률 10%이상
B	총세균수 103이하	총세균수 104이하	총세균수 105이상
C	대장균군수 101이하	대장균군수 102이하	대장균군수 103이상
D	극히 낮음	허용기준 이하	허용기준 이상
E	극히 낮음	허용기준 이하	허용기준 이상
F	극히 낮음	허용기준 이하	허용기준 이상
G	없음	가끔 있음	자주 있음
H	없음	가끔 있음	자주 있음
I	없음	있음	매우 높음

〈표 4-3〉 원료별 위해도 특성에 따른 RAN 수준

원료사료 종류	위해도 특성									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	RAN
대두박	1	1	0	0	0	0	0	1	1	4
면실박	1	2	1	0	0	1	0	2	2	9
소 맥	0	1	1	0	0	0	0	0	1	3
소맥피	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
알팔파	0	2	0	1	0	0	0	0	1	4
야자박	1	1	0	1	0	2	0	1	0	6
어 분	1	0	0	0	0	0	2	1	0	4
옥수수	0	1	1	0	1	0	0	0	1	4
옥골분	2	2	0	0	0	0	2	2	0	8
수지박	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
채종박	2	1	1	0	0	0	0	2	2	8
타피오카	0	2	0	1	1	0	0	0	0	4
팜 박	1	1	0	1	0	0	0	1	2	6
혈장단백	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
루 핀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
인산칼슘	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

3. 전문인력의 양성과 교육

HACCP 제도의 성공적 정착을 위해서는 사료공정기술 및 품질안정 전문가 집단에 의한 컨설팅, 교육 및 훈련이 지속적으로 이루어질 수 있어야 하는데 아직 까지 우리나라에서는 이를 전문적으로 담당할 공식적인 교육기관(대학 포함)이 없다. 사료공장은 공정과정이 식품산업 전체를 포함하여 가장 복잡한 구조로 형성되어 있고 사용하는 원료의 다양성과 물리적 특성 등이 매우 복잡적으로 나타나기 때문에 공정기술에 대한 해박한 전문지식을 요구함에도 불구하고 사료공정기술 전문 인력을 양성할 수 있는 전문 교육기관이 없다는 것은 앞으로 고도화 과정에서의 발전 속도를 느리게 하는 원인으로 작용할 것이다. 따라서 GMP가 포함되어있는 금번 HACCP 제도가 확실하게 정착되기 위해서는 동시에 전문 교육훈련기관 및 전문가의 양성이 중장기적으로 이루어져야 할 것이다.