

2021년도 양돈용 배합사료 모니터링 사업

주관기관 :  (사)대한한돈협회
Korea Pork Producers Association

수행기관 :  (주)정 P&C 연구소
Jung P&C Institute, Inc





목 차

- 1 / 사업 필요성
- 2 / 사업 목적
- 3 / 사업 내용
- 4 / 분석결과
- 5 / 종합고찰



1

사업 필요성

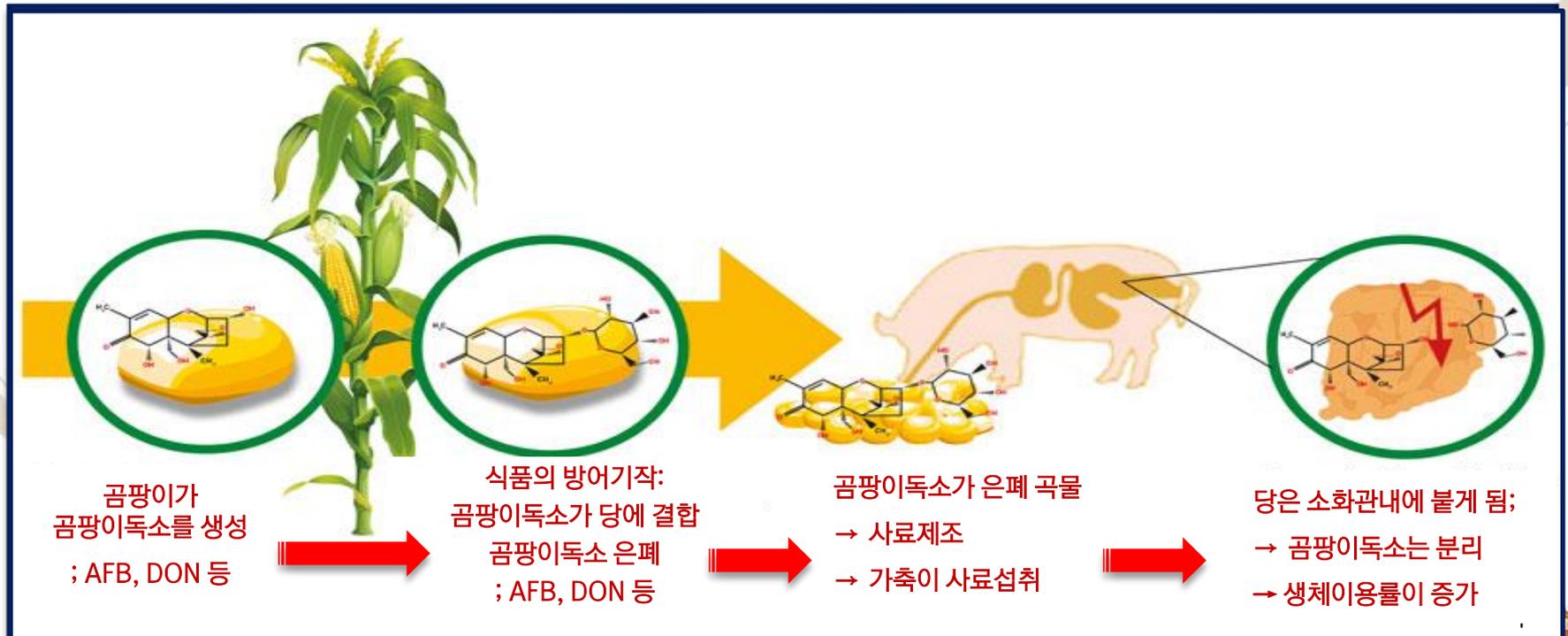
1. 기술적 측면
2. 경제 · 산업적 측면
3. 사회 · 문화적 측면



(1) 기술적 측면

■ 곰팡이 독소(Mycotoxin)

- ▶ 곰팡이가 생산하는 2차 대사산물, 환경적인 영향을 받지 않음
- ▶ 돼지의 급성 또는 만성 생리적 또는 병리적 장애를 일으키게 하는 물질
- ▶ 특히 돼지는 가축 중에서 곰팡이 독소에 가장 감수성이 높은 동물임.





(1) 기술적 측면

▣ 주요 곰팡이속에 따른 독소 분류

속 구분	종류
<p><i>Fusarium</i> 속 [농장형 곰팡이 독소]</p>	<p>퓨모니신(Fumonisin) 제랄레논(Zeralenon) 트리코테세(Trichothecenes) [수분이 높은 환경 선호, 포장식물에서 기생, 병해충원인]</p> 
<p><i>Aspergillus</i> 속 [저장형 곰팡이독소]</p>	<p>아플라톡신(Aflatoxin) 오크라톡신(Ochratoxin) [수분이 낮은 환경 선호, 수확후 사료에서 증식]</p> 
<p><i>Penicillium</i> 속</p>	<p>오크라톡신(Ochratoxin) 파툴린(Patulin) 시트리닌(Citrinin)</p> 





(1) 기술적 측면

❖ 곰팡이독소별 특징

아플라톡신, 오크라톡신 → 저장형 곰팡이독소

국내 여름철의 고온다습환경

원료 수송, 저장시, 농장의 사료빈, 급이기에서 오염



오염유래, 제독방법에서 근본적인 차이 존재

보미톡신, 퓨모니신 및 제랄레논 → 농장형 곰팡이독소

흡착제(binder) 제독에 제한적

❖ **농장형 곰팡이독소 : 재배지에서 이미 오염 → ‘상시적인 관리를 필요’**





(1) 기술적 측면

■ 국내 · 외 사료내 곰팡이 독소 허용기준 비교

유해물질	사료구분	한국	미국(FDA)	EU(EFSA)	일본(FAMIC)
아플라톡신류 (Aflatoxins)	배합사료	0.01~0.02ppm	0.2ppm	0.005~0.05ppm	0.01~0.02ppm
	단미사료	0.05ppm	0.02~0.3ppm	0.02~0.10ppm	7~15ppm
오클라톡신A (OchratoxinA)	배합사료	0.2ppm	0.05~5ppm	0.05~5ppm	-
	단미사료	0.2ppm	0.25ppm	0.25ppm	-
데옥시니발레놀 (Deoxynivalenol)	배합사료	0.9~5	2ppm	0.9~2ppm	1~4ppm
	단미사료	10	5~30ppm	8~12ppm	-
제랄레논 (Zearalenone)	배합사료	0.1~1	-	0.1~0.25pp	1ppm
	단미사료	3	-	2~3ppm	-
푸모니신 (Fumonisin)	배합사료	5~50	5~50ppm	5~50ppm	-
	단미사료	60	5~100ppm	60ppm	-
맥각알칼로이드 (Ergot alkaloid)	배합사료	0.25	-	1,000ppm	-
	단미사료	0.5~2	-	1,000ppm	-

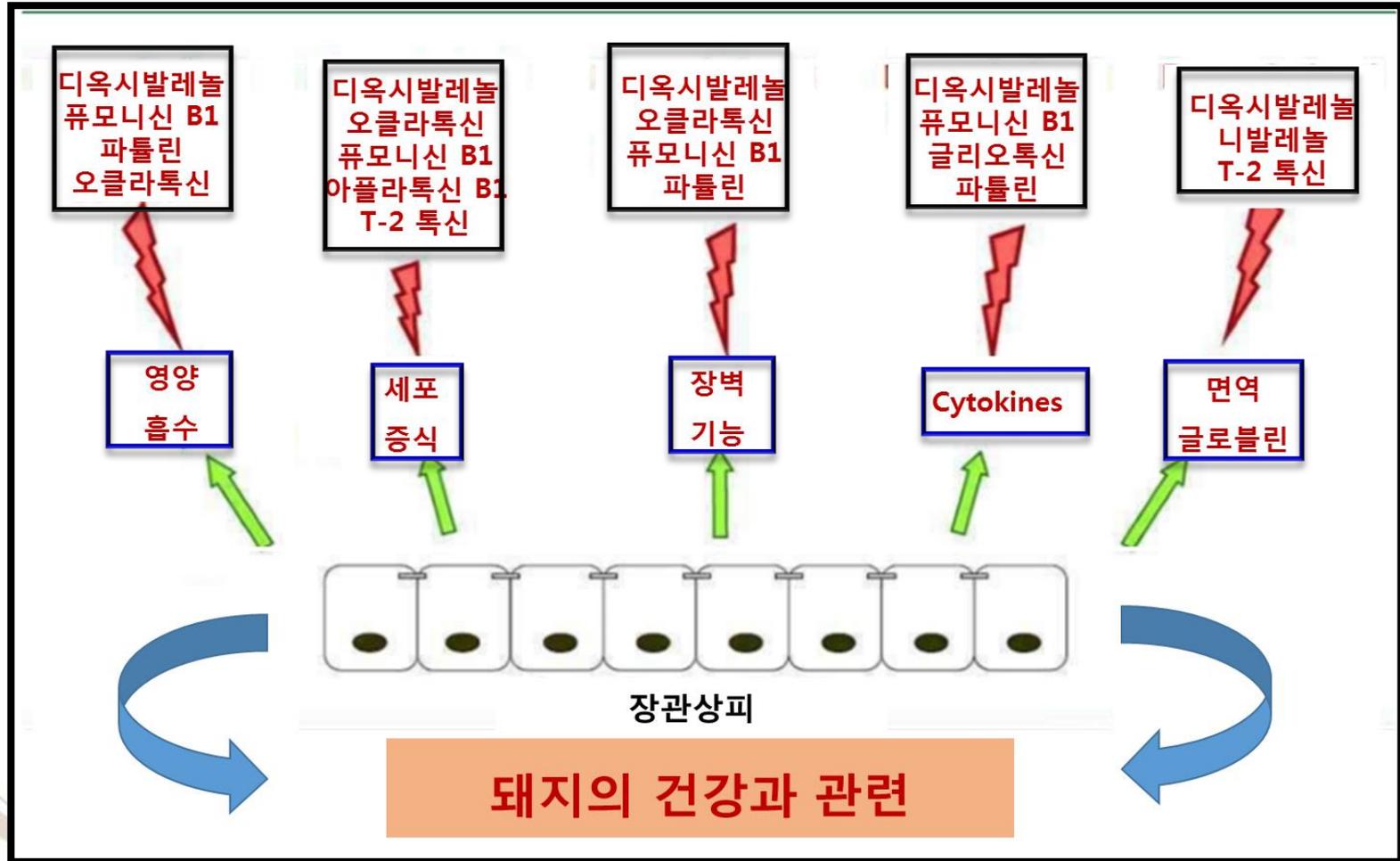
붉은색 박스는 사료 이용·구입자 또는 제조·수입업자가 사료의 품질을 효율적이고 안전하게 관리하기 위한 참고 사항임.

- **세계적으로 곰팡이독소의 독성학적 관련 규정보다 평가를 단일 곰팡이독소 효과에 한정**
- **'위의 규정 : 곰팡이독소간 복합효과(상호작용효과, 시너지효과, 전이)를 고려하지 않은 규정'**





(1) 기술적 측면



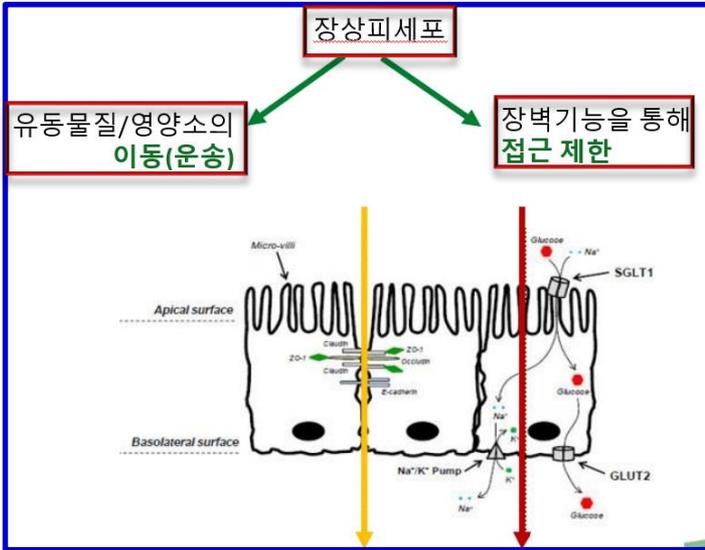
➤ 성장, 면역 및 신경계에 부정적인 영향 → 돈육의 품질 저하등의 문제 야기



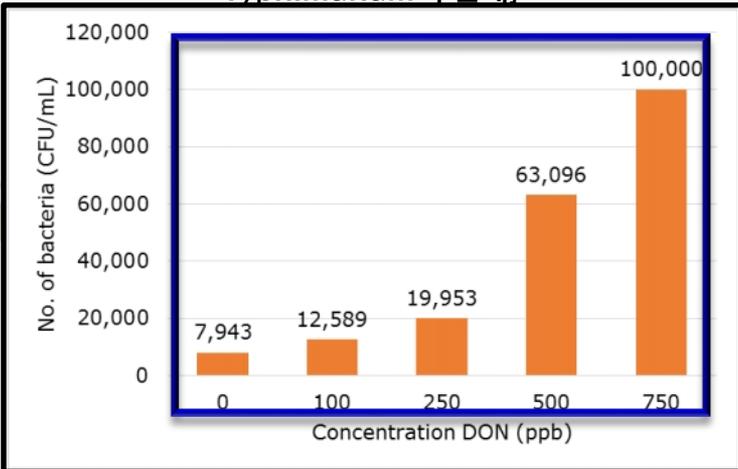


(1) 기술적 측면

[장내 상피세포의 기능]



[디옥시발레놀농도에 따른 Salmonella Typhimurium의 관계]



[자료 : Adapted from Vandebroucke *et al.* 2011]

[곰팡이독소와 상피세포의 관계]

디옥시발레놀, 퓨모니신

장내용모의 길이, 면적감소

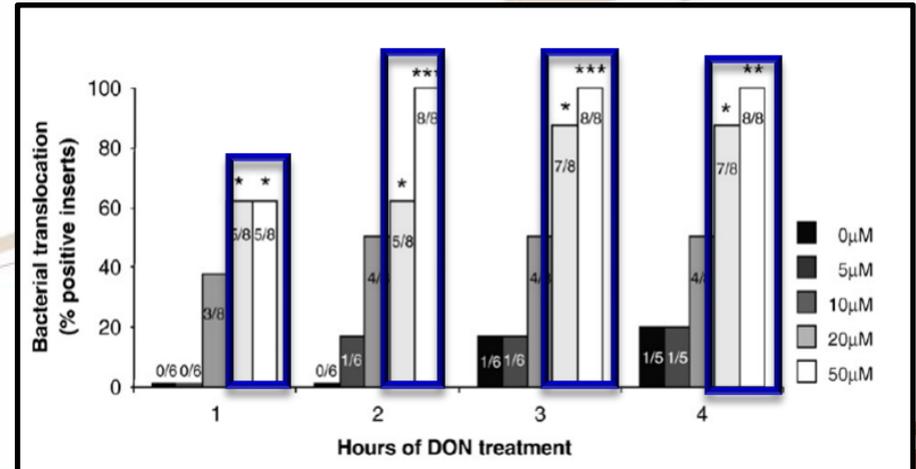
영양소 흡수 저해

상피세포의 회복을 감소시킴

곰팡이 독소



[디옥시발레놀 노출에 따른 E.coli증가]



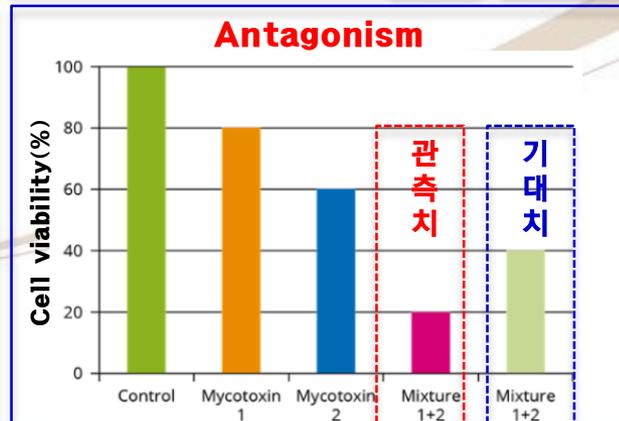
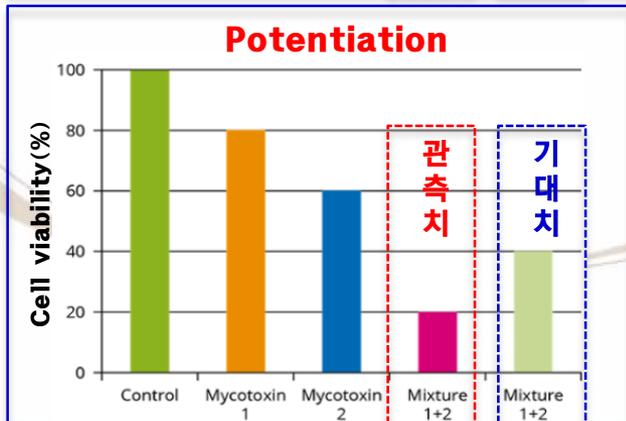
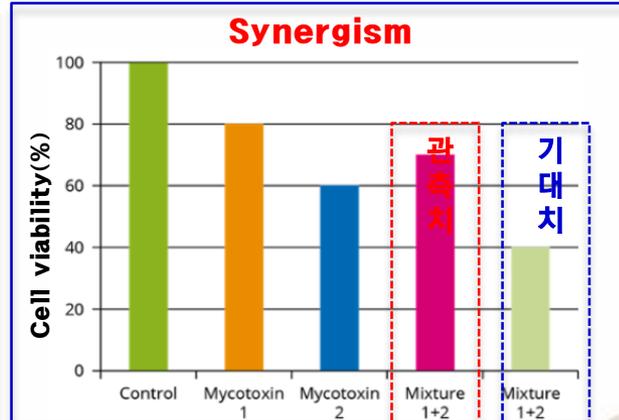
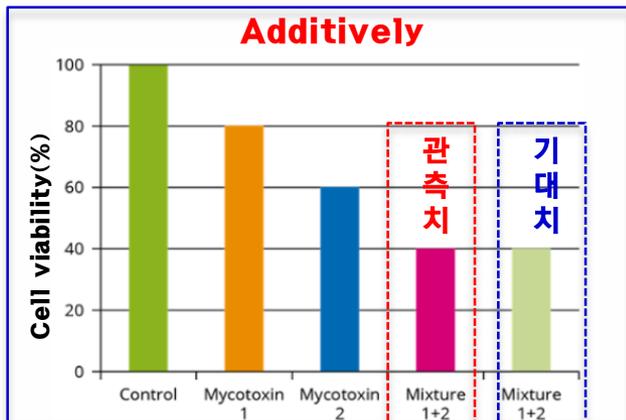
[자료 : Pinton *et al.* 2011]



(1) 기술적 측면

■ 곰팡이독소의 상호작용(interaction)

- ❖ Antagonistic : 상호작용 효과에 의해 효과가 감소
- ❖ Additive : 상호작용이 없음
- ❖ Synergistic(potential) : 상호작용효과로 효과가 극대화



곰팡이 독소의 상호작용 효과

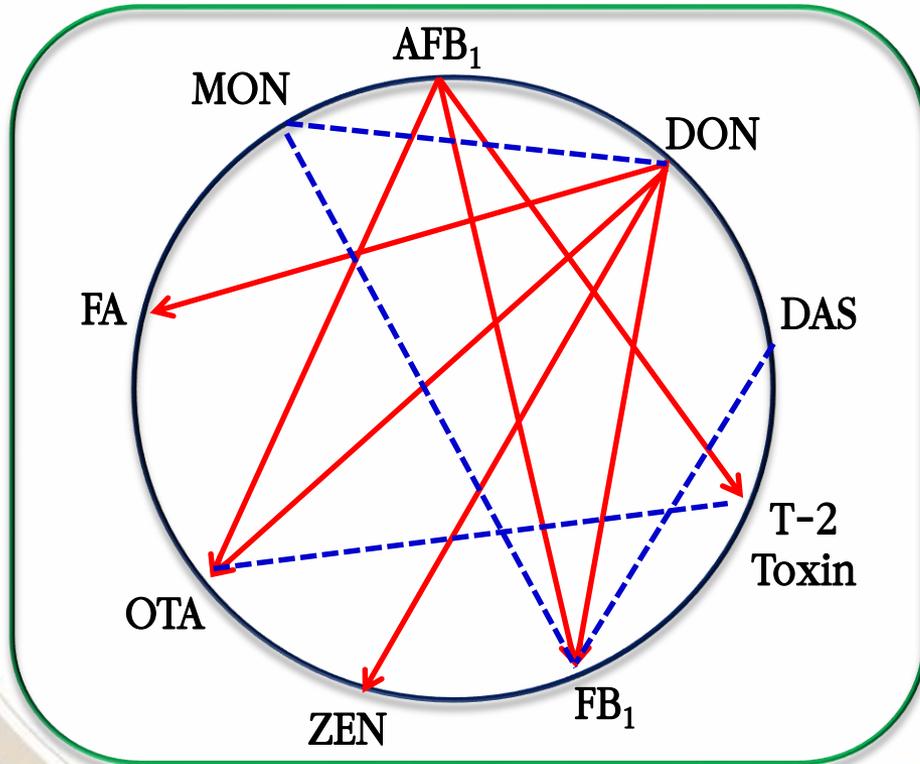
1. Smith et al(2016)
[Toxins]
2. Abbes et al(2014)
[국제면역독성학회]
3. Alassane et al(2014)
[Toxins]
4. Verma et al(2004)
[영국가금학회]
5. Huff et al(1998)
(Journal of Animal Science)





(1) 기술적 측면

■ 곰팡이독소의 시너지 효과



AFB₁:아플라톡신 B₁, FB₁:퓨모니신 B₁,DON:디옥시발레놀, OTA:오크라톡신 A, ZEN:제랄레논, FA:Fusaric acid, DAS:Diacetoxyscirpenol, CPA:Cyclopiazonic acid, MON:Moniliformin

붉은선 : 시너지효과 **점선 : 추가효과**





(1) 기술적 측면

❖ 1994~2010년까지 아플라톡신과 다른 곰팡이독소의 동시 발생 비율

곰팡이독소	샘플 수(개)	동시발생 비율(%)	평균 ^{1*} (µg/kg)	평균 ^{2*} (µg/kg)	평균 ^{3*} (µg/kg)
Afla ¹ + Zea ²	93,358	9.2	7.4	59.2	-
Afla + FUMs ³	40,802	24.3	7.3	2,084.8	-
Afla + DON ⁴	23,869	8.3	3.0	109.0	-
Afla + Zea + FUMs	30,427	10.4	7.3	111.0	2,686.0
Afla + Zea + DON	21,262	4.0	3.7	160.3	129.1

¹ 아플라톡신 B₁ + B₂ + G₁ + G₂

² 제랄레논

³ Fumonisin B₁ + B₂

⁴ Deoxynivalenol

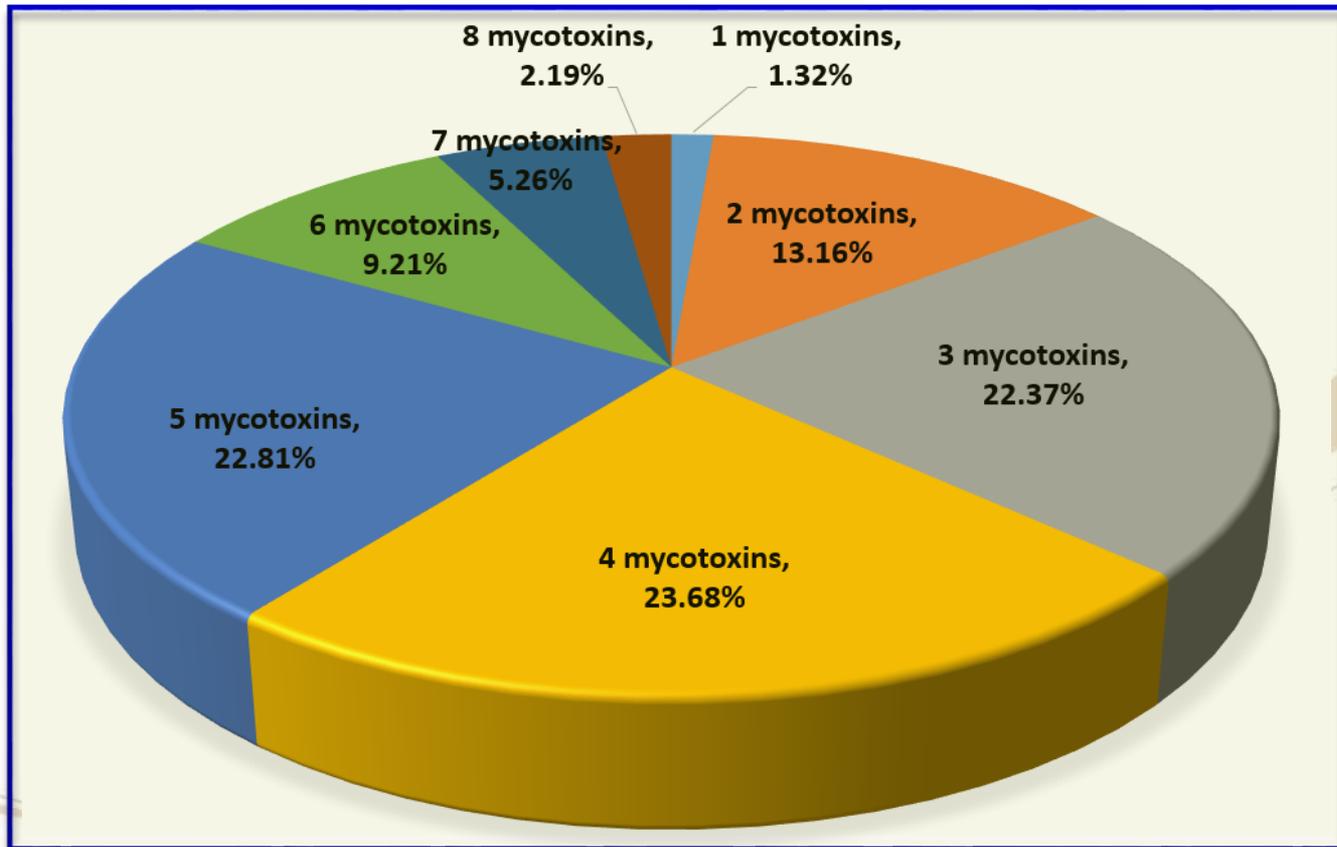
* 평균 1, 2, 3은 각 독소의 농도를 나타내며, 각 열의 인용된 순서에 따름





(1) 기술적 측면

❖ 양돈용 배합사료에서 두 종류 이상의 **곰팡이독소의 공동 발생 비율**



[자료 : Smith et al, Toxins(2016)]





(1) 기술적 측면

❖ 곰팡이독소의 전이(carry-over)

- 1974년 독일에서 곰팡이독소에 대한 전이(carry-over)연구 시작 → 지속적인 연구 진행
- 유럽 : 아플라톡신, 오크라톡신, 제랄레논, DON, 파툴린, 퓨모니신 → [법적 제한치 설정](#)
[HT-2, T-2 및 맥각균 알칼로이드는 법적 규정 논의중](#)

① 아플라톡신(Aflatoxin) 전이 : 0.005~0.02mg/kg

- 전이(carry-over)의 증거 → 돼지고기 조직, 우유, 계란에서 발견
- 아플라톡신 B → 돼지의 간, 근육, 신장 및 지방조직에서 발생
- 흡착제(Aluminosilicate) 사용 → 아플라톡신 M1양 감소, 아플라톡신 B1은 근육조직 감소, [간과 신장조직에서 감소하지 않음](#)
- 가금류에서는 전이를 검증(닭 → 달걀, 젖소 → 우유, 사람 → 모유를 통해 전이)

② 오크라톡신(Ochratoxin) A 전이 : 0.05~0.25mg/kg(건물 88%)

- 신장 및 근육조직에서 검출, 열에 매우 안정적
- 반감기가 길어 혈장에서 장기간 검출이 됨. 혈청내 알부민과 결합 → 온혈동물에서 체내 오래 잔류
- 덴마크에서는 돈육내에 25ug/kg이상 검출을 규제





(1) 기술적 측면

❖ 곰팡이독소의 전이(carry-over)

③ 제랄레논(ZEA) : 0.1~0.5mg/kg, 사료용 옥수수 2~3mg허용

- 옥수수, 소맥, 보리, 귀리 및 수수에서 감염
- Trichothecenes와 결합하여 시너지효과 발생
- 에스트로겐과 유사 → 고에스트로겐 반응
- 간으로 전이율은 0.9%, 담즙은 3.6%

④ Deoxynivalenol(DON) : 5mg/kg

- Trichothecenes : T-2 독소, DON
- DON : 캐나다, 미국, 영국 및 남부 아프리카산 밀과 옥수수
- 세포독성, 면역독성 및 발암효과 → 단백질합성 억제(세포분열 및 mRNA, DNA합성에서 부정적 작용)
- 돼지 전이율 : 담즙(10%), 신장(1.5%), 간(0.5%), 혈통(0.23%), 근육(0.16%), 지방(0.02%)

⑤ Fumonisin B 전이 : 5mg/kg(돼지)

- 옥수수에서 자주 발생
- Fumonisin B1, B2, B3 독성, 간독성(독성 감염, 담관섬유증)
- 돼지는 장기간 노출될 경우 모유를 통해 전이





(2) 경제 · 산업적 측면



데옥시발레놀 : 피부병변



오클라톡신 : 신장 손상



오클라톡신 : 소변내의 출혈



아플라톡신 B₁ : 지방간



제랄레논 : 자궁비대증



제랄레논

유두가 붉어짐

부은 외음부, 직장탈

각약중

자돈의 부은 외음부





(2) 경제 · 산업적 측면

❖ 돼지에 곰팡이 독소별 영향

생식 능력 ZEN, DON, Ergots

- 생산성에 미치는 영향 (가임신, 마취제, 낙태)
- 외음부염, 직장 및 질 탈출증
- 복 크기 감소
- 사산
- 배아 손실
- 자궁암과 난관암
- 여성화
- 고환 위축
- 유두가 찢그라짐.

신장 건강 OTA, AFB₁, FUM

- 신장과 방광 기능 장애
- 신장 질병
- 물 소비량 증가
- 변질된 소변 배설 (깔짚 젖음)
- 잔류물질 생성

간 건강 AFB₁, OTA, FUM, Ergots

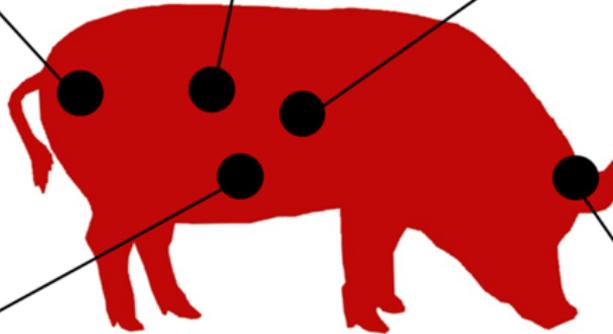
- 간암
- 독성이 있는 간염과 황달
- 담즙 비대증
- 간 질병
- 간 괴사
- 담즙 정체증

위장에 미치는 영향 DON, T-2, FUM, AFB₁, Ergots

- 위장 병변 (구강 및 장내 자극 계양)
- 심한 면역억제
- 사료 거부
- 사료 섭취량 감소
- 거식증
- 내장 손상
- 혈액대사 장애
- 소화 장애
- 출혈성 설사와 구토

다른 일반적인 합병증 Trichotheceenes, FUM, AFB₁, Ergots

- 심한 면역억제 (일부 면역 세포 기능이상)
- 변질된 염증 생성
- 혈관수축
- 출혈
- 피부 손상
- 기형 발생(사지 경직증)
- 혈액대사 장애
- 환경 스트레스 요인에 대한 저항력 감소
- 신경 영향
- 폐 수증(PPE)





(2) 경제·산업적 측면

❖ 번식능력에 영향을 미치는 곰팡이 독소 특징

곰팡이독소	성장단계	임상효과	병변	치료/예방
아플라톡신	자돈	성장 지연, 면역기능 장애	간 괴사, 담관 이상 증식	Vit E, 셀레늄, 알루미늄규산염 (흡착제)
T-2 toxin	모돈, 전체구간	사료섭취 거부 설사 백혈구 감소 구강 궤양 면역 억제	구강 궤양, 위궤양, 림프성 및 흉선 고갈	<u>사료 교체</u> 설사 및 궤양 치료
DON	모돈	사료섭취 거부 성장 지연	체중 감소	<u>사료교체</u>
맥각 알카로이드	모돈, 치료중인 돼지	무유증 및 자돈 포유 불가 말초신경 괴저	자돈 섭취 불가 및 말초신경 괴저	곡물내 맥각균 방지
제랄레논	후보모돈 모돈 어린 수태지	어린 후보돈에서의 가임신에 의한 과잉 <u>에스트로겐증</u> <u>발정 지연</u> <u>조기 배아 사망</u> 성욕 감소	사료 내 제랄레논으로 질염 및 외음부 각질화, 혈청내 프로그스테론 상승	<u>사료 교체</u> PGF _{2α} 10mg 주사 치료

[자료 : Osweiler, 2006]



(2) 경제·산업적 측면

❖ 곰팡이 독소 감염 임상증상

Mycotoxin	돼지 분류	첨가 수준	임상 효과
아플라톡신 (900ppb)	모돈 및 후보돈	>2,000ppb	→ 급성 간염, 3~10일 이내 폐사
		500~750ppb	→ 정상적인모유내 아플라톡신으로 성장이 느려짐
Trichothecenes (T-2 및 DAS) (0.25ppm)	치료중인 돼지	1ppm	→ 영향 없음
	육성돈	3ppm	→ 사료 섭취량 감소
	모돈	10ppm	→ 사료 섭취량 감소; 구강/피부 자극;면역 억제
		20ppm	→ 사료 섭취 거부 및 구토
제랄레논 (모돈:0.1ppm) (육성돈:0.25ppm)	미성숙 암돼지	1~3ppm	→ 에스트로겐, 외음부 질염, 성성숙 지연
	발정 모돈 및 후보돈	3~10ppm	→ 폐쇄 황체 유지, 비발정, 가임신
	임신돈	>30ppm	→ 교배후 1~3주 사료 급여시 초기 배아 사망
Ergot	모든 돼지	0.1%	→ 증체량 감소
		0.3%	→ 귀, 꼬리, 발의 괴저
		3.0%	→ 사료 섭취량 감소
	3개월간의 모돈	0.3%	→ 무유증, 생시 체중의 감소, 자돈의 모유 포유 불가(기아)



(2) 경제·산업적 측면

❖ 돼지의 곰팡이독소 영향

곰팡이독소	돼지 성장 단계	사료내 수준(µg/kg)	주요 임상 증상
아플라톡신 (10ppb)	육성/비육돈	10~100 →	성장능력 감소
		200~400 →	성장 및 사료효율 감소
		400~800 →	간장병(부서지기 쉽고 황갈색의 간 병변); 면역 억제
		800~1,200 →	성장 및 사료섭취량 감소, 황달 및 저단백혈증
		1,200~2,000 →	황달, 혈액 응고 장애, 거식증, 폐사
	모돈/자돈	500~750 →	번식 불량, 모유를 통한 감염으로 허약 자돈생산
제랄레논 (100~250)	후보돈	1,000~3,000 →	외음부 부종, 붉게 탈구된 직장
	임신/포유돈 후보돈	3,000~10,000 →	외음부 부종, 영구 황체 및 무발정
		25,000 →	반복된 발열
		25,000~50,000 →	산자수감소, 허약 자돈, 신생자돈의 붉은 외음부 부종
		>25,000 →	가임신, 난임증 및 지속적인 불임





(2) 경제·산업적 측면

❖ 돼지의 곰팡이독소 영향

곰팡이독소	돼지 성장 단계	사료내 수준($\mu\text{g}/\text{kg}$)	주요 임상 증상
퓨모니신 (5000ppb)	모든 축종	1,000~20,000	→ 간장병, 종양, 생산성 감소심장 비대
		>20,000	→ 심한 폐부종, 간장병 및 사료섭취량 저하
DAS	육성/비육돈	2,000~8,000	→ 사료섭취량 및 일당증체량 감소, 표피 및 구강 자극, 장상피부비대증
		8,000~10,000	→ 사료 섭취 감소
T-2 toxin (250bbp)	육성/비육돈	<2,000	→ 출혈과 장염
		8,000	→ 사료섭취량 감소
		16,000	→ 사료 섭취 거부
보미톡신 (250ppb)	육성/비육돈	2,000	→ 사료 섭취량 및 성장 감소
		5,000~10,000	→ 사료섭취량 및 체중 감소
		12,000	→ 사료 섭취 거부
		20,000	→ 구토
오크라톡신 A (200ppb)	육성/비육돈	200	→ 신장 병변 진행
		1,000	→ 다뇨증, 요독증, 일당증체량 감소
		4,000	→ 심한 심부전
	모돈/자돈	3,000~9,000	→ 발정 주기가 사라지고 수태율 감소



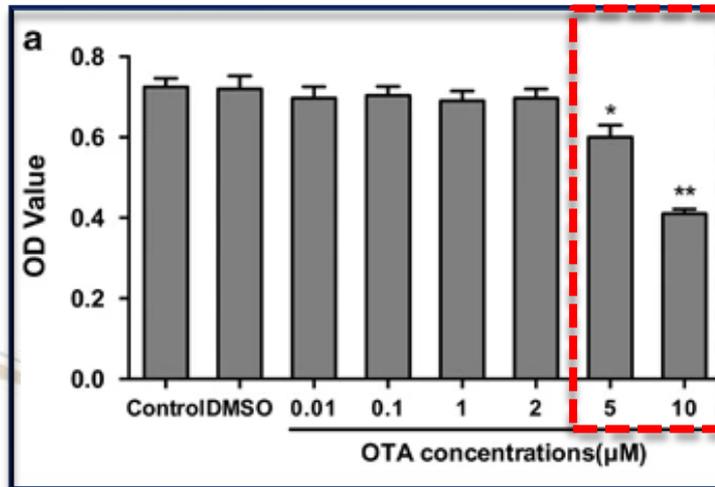


(2) 경제·산업적 측면

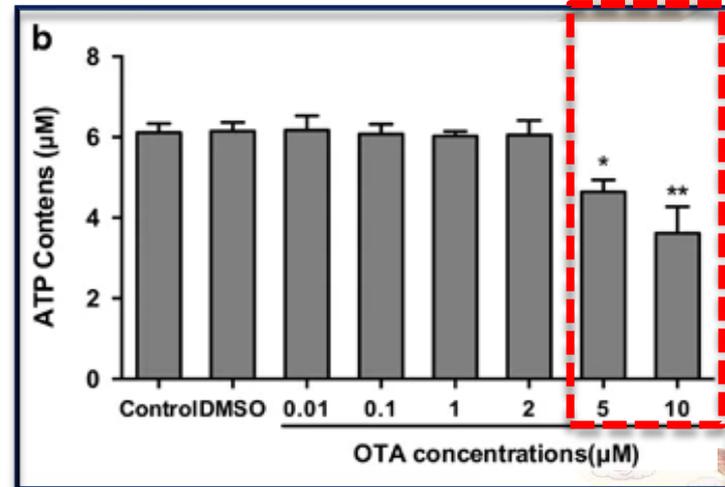
❖ 오클라톡신(OTA)과 써코바이러스 2형(PCV2; porcine circovirus type-2)

- ✓ 낮은 함량의 오클라톡신(OTA)은 써코바이러스 (PCV2) 복제 촉진
 - 75ug/kg과 150ug/kg 오클라톡신 급여 돼지
 - 돼지의 폐, 비장, 신장, 간 및 사타구니 림프절, 기관지 림프절에서 농도 증가
 - 75ug/kg 오클라톡신 급여 돼지
 - 돼지의 폐, 비장, 신장에서 PCV2 복제 촉진
 - **오클라톡신 농도에 따른 세포 생존능력 변화**

[OTA 농도에 따른 돼지 PK-15세포 생존력 변화]



[OTA 농도에 따른 돼지 PK-15세포내 ATP 수준 변화]



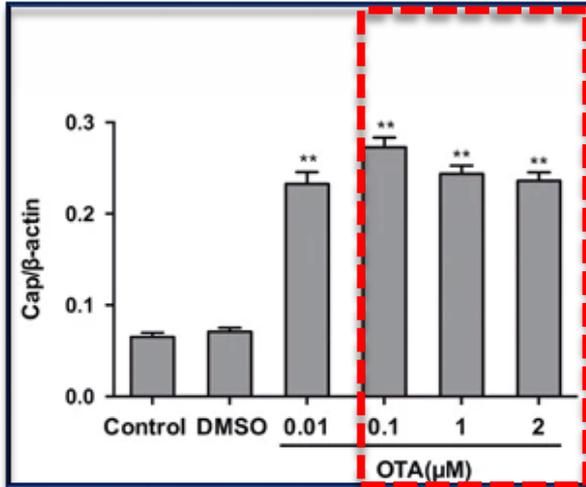


(2) 경제·산업적 측면

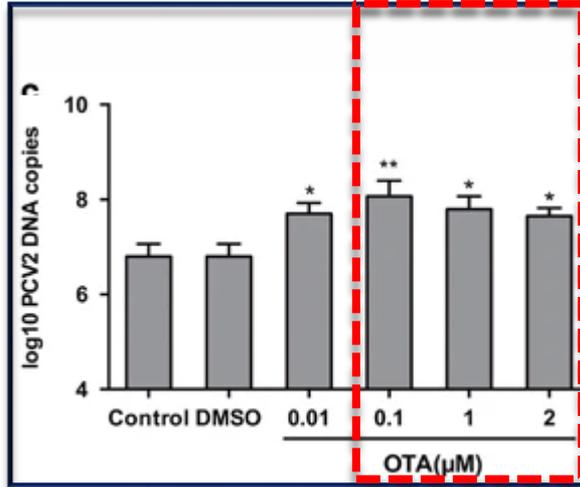
❖ 오클라톡신(OTA)과 써코바이러스 2형(PCV2; porcine circovirus type-2)

➢ 오클라톡신 농도에 따른 PCV2 복제 촉진

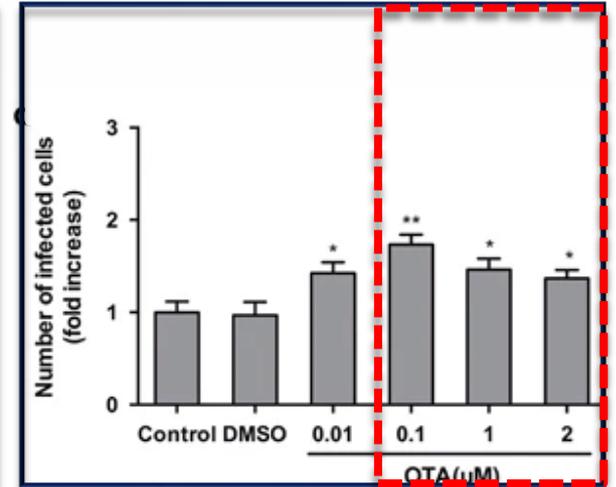
[OTA 농도에 따른 바이러스단백진 생성촉진]



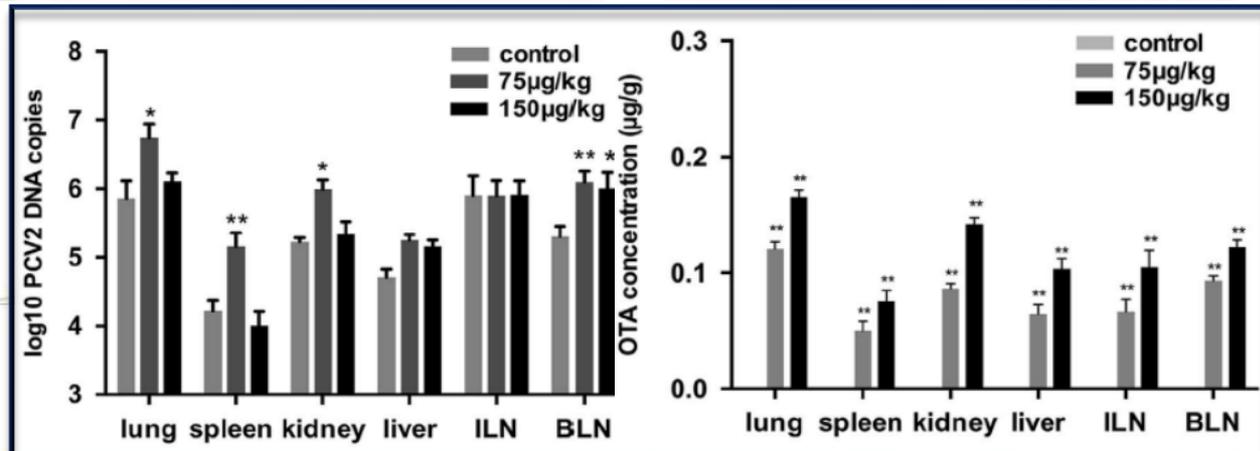
[OTA 농도에 따른 바이러스DNA 생성촉진]



[OTA 농도에 따른 바이러스 감염세포수 증가]



낮은 농도의
오클라톡신은
PCV2
바이러스 복제
조직이월 촉진

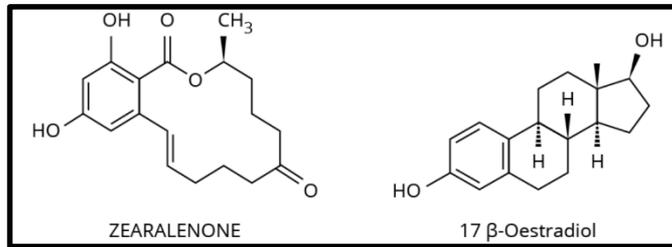




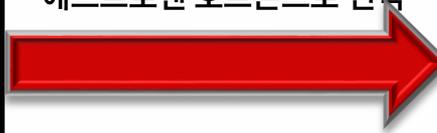
(2) 경제·산업적 측면

❖ 제랄레논(ZEN)

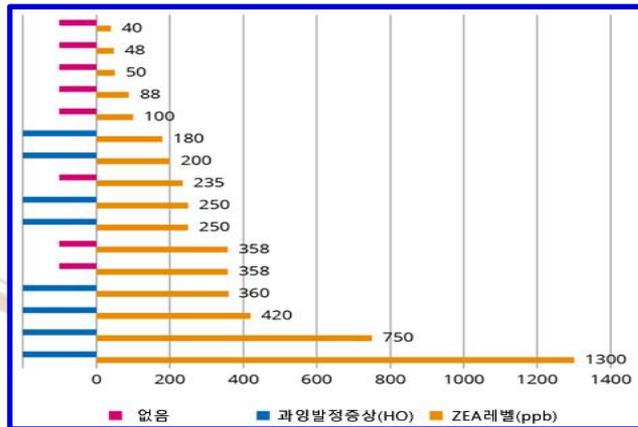
- myco-estrogen, 17-β에스트로젠과 유사구조 → 동일 수용체에 결합, → 생식기능 손상
- 오염사료 급여 → 장점막세포에 흡수(흡수율:80%) → 혈류 → 지질단백질과 결합
→ 간으로 흡수 → α와 βzearalenol로 변환 → 글루크로닉산과 결합 → 소변배출



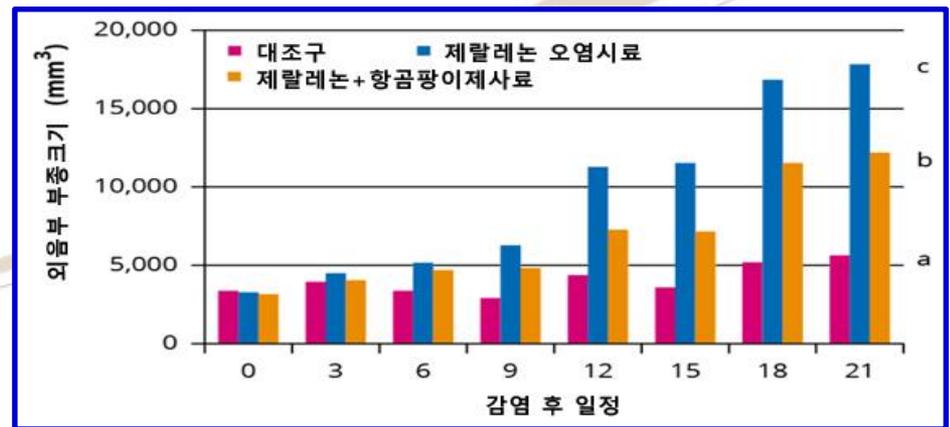
돼지 체내 수용체가
에스트로젠 호르몬으로 인식



과도한 발정
수태율 ↓, 산자수 ↓, 유산, 사산
외음부부종, 사료섭취량 감소



[제랄레논 농도에 대한 과잉 발정증상]



[제랄레논과 모든의 외음부 부종]

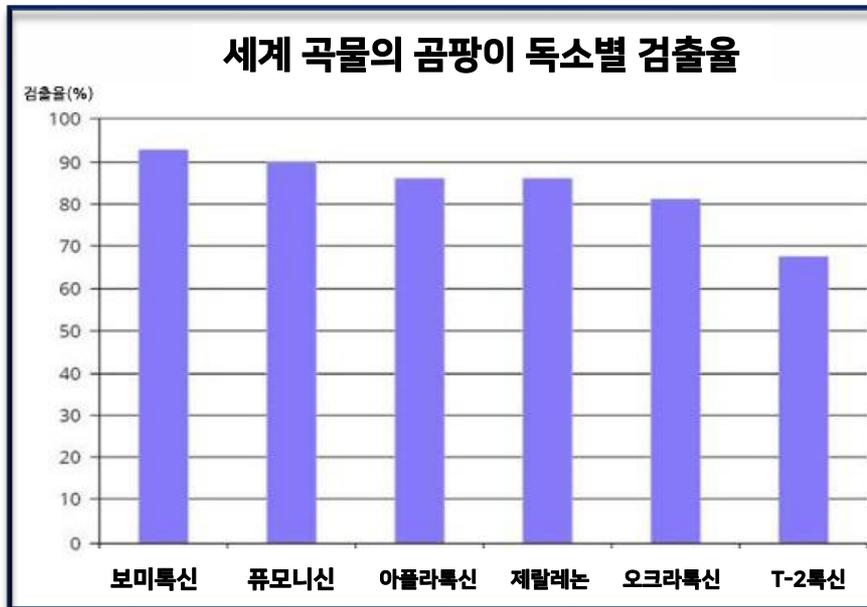


(3) 사회 · 문화적 측면

■ 2019년 세계 곡물 및 양돈용 배합사료의 곰팡이 독소 검출율

➤ 2019년도 세계 곡물 샘플중 90%이상이 보미톡신 검출, 80~90% 퓨모니신 검출

➤ 양돈용 배합사료의 보미톡신 검출율: 84%가 검출



[자료 : Nutreco, 2019(WHO 홈페이지)]

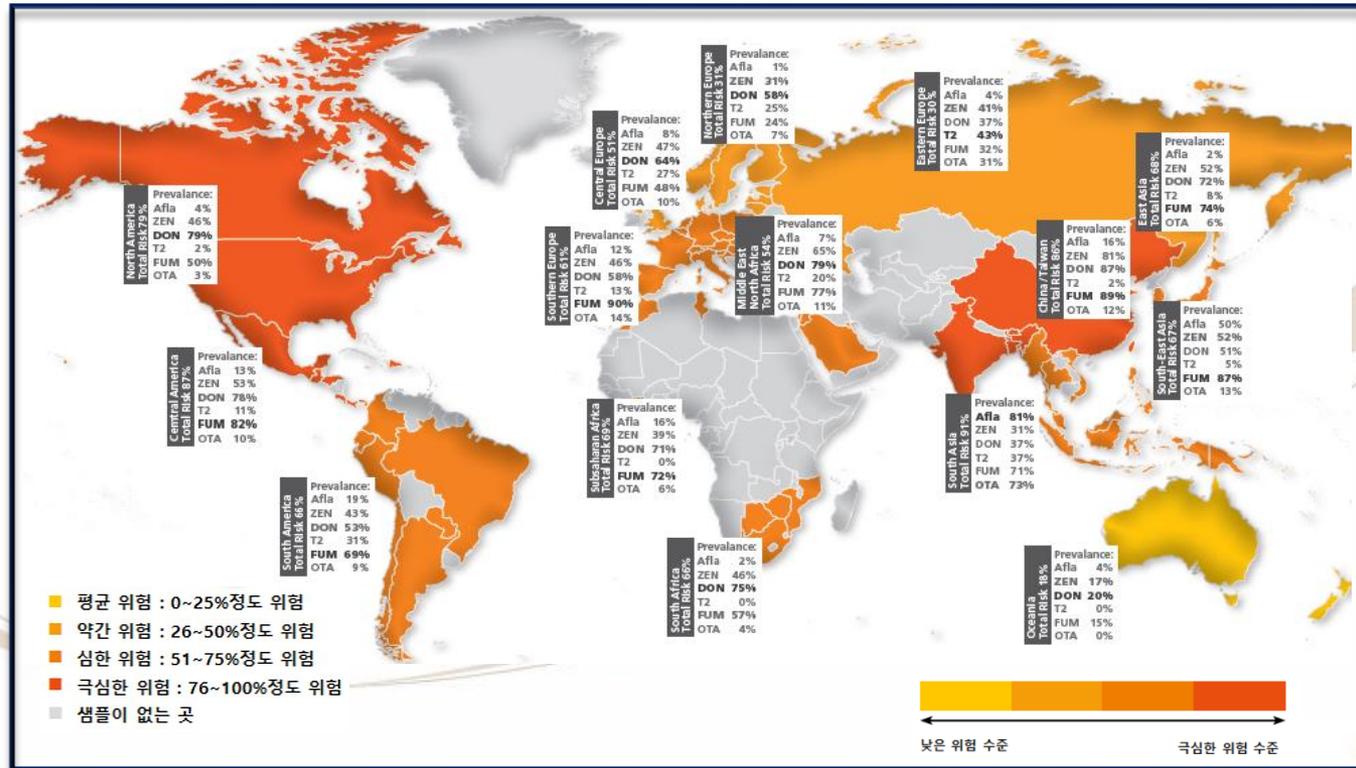




(3) 사회 · 문화적 측면

2020년 전세계 곡물의 곰팡이 독소 분석 결과

- 2020년 1~9월 68개국, 15,544샘플
- 아플라톡신, 오크라톡신, 제랄레논, 보미톡신, 퓨모니신, T-2독신 분석
- 전체 시료중 **68%에서 두개 이상의 곰팡이독소 검출** → 복합 오염도가 높음



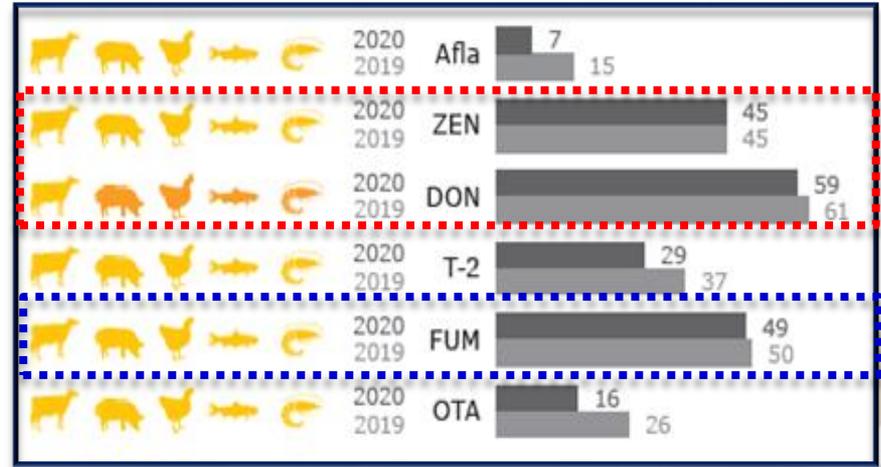
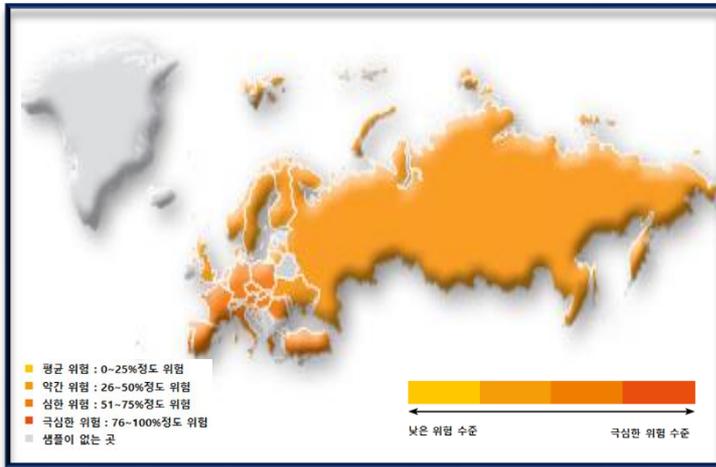
[자료 : Biomin, 2020]





(3) 사회 · 문화적 측면

Europe 지역 곡물 - 총 4,561 샘플, 샘플중 위험도이상 47%



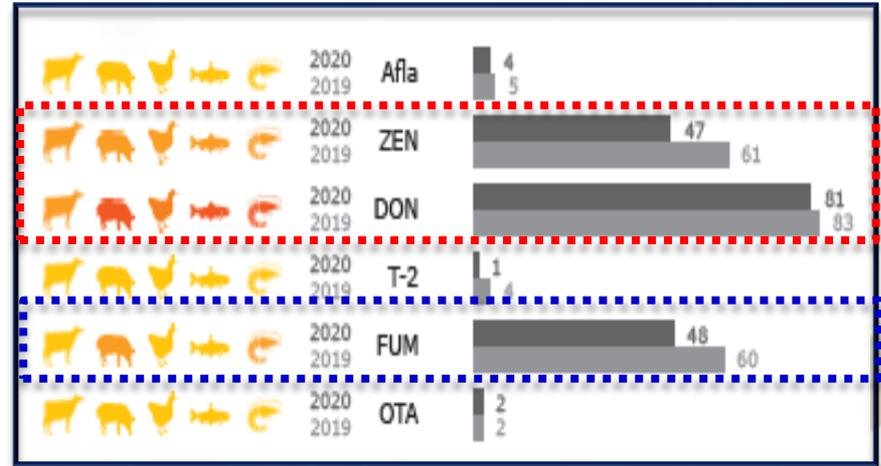
총 위험도 (47%)	아플라톡신 (Afla)	제랄레논 (ZEN)	보미톡신 (DON)	T2-톡신	퓨모니신 (FUM)	오크라톡신 (OTA)
샘플수(개)	2,643	4,155	4,513	2,882	2,939	2,621
검출샘플비율(%)	7%	45%	59%	29%	49%	16%
위험도이상비율(%)	3%	13%	38%	4%	13%	2%
평균(ppb)	5	72	504	29	655	9
중위수(ppb)	2	25	237	14	161	3
최대값(ppb)	92	9,455	11,875	898	16,241	560





(3) 사회 · 문화적 측면

■ 북미 지역 곡물 - 총 1,150샘플, 샘플중 위험도이상 79%



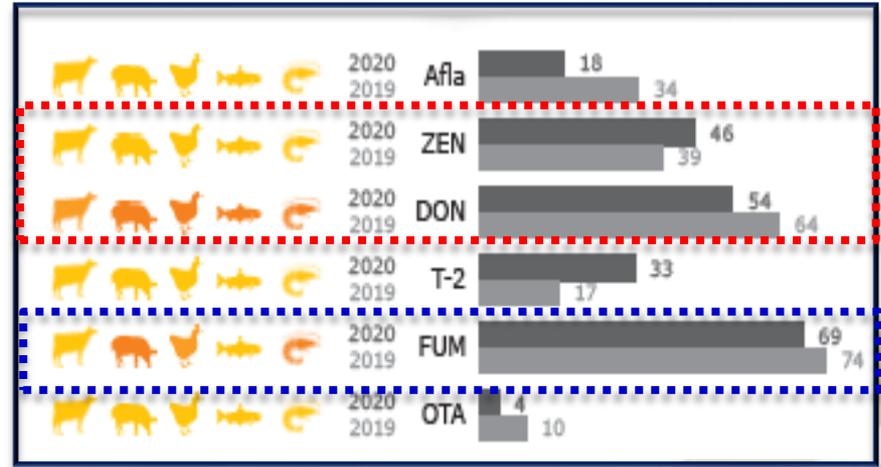
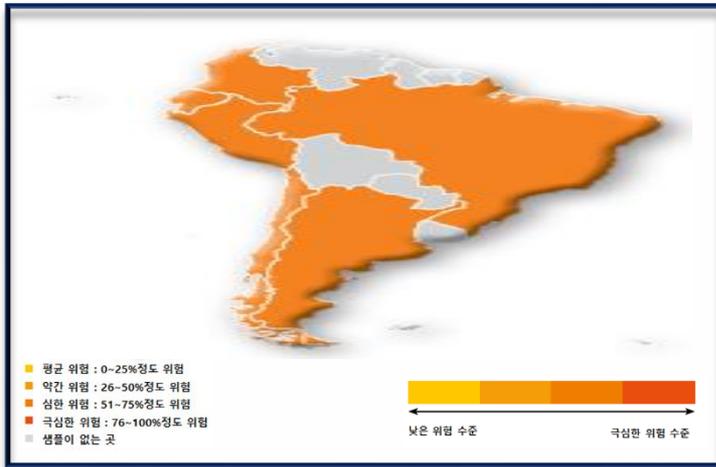
총 위험도 (79%)	아플라톡신 (Afla)	제랄레논 (ZEN)	보미톡신 (DON)	T2-톡신	퓨모니신 (FUM)	오크라톡신 (OTA)
샘플수(개)	1,116	1,122	1,073	964	1,105	1,116
오염된샘플비율(%)	4	46	79	2	50	3
위험도이상비율(%)	3	44	72	1	30	0
평균(ppb)	16	265	809	233	3,060	4
중위수(ppb)	3	129	498	42	952	2
최대값(ppb)	160	13,351	43,517	3,153	66,588	29





(3) 사회 · 문화적 측면

■ **남미** 지역 곡물 - 총 5,485샘플, 샘플중 위험도이상 66%



총 위험도 (66%)	아플라톡신 (Afla)	제랄레논 (ZEN)	보미톡신 (DON)	T2-톡신	퓨모니신 (FUM)	오크라톡신 (OTA)
샘플수(개)	4,511	3,940	3,485	1,424	4,005	300
오염된샘플비율(%)	19	43	53	31	69	9
위험도이상비율(%)	13	22	52	9	58	1
평균(ppb)	5	138	861	46	2,011	4
중위수(ppb)	3	50	461	37	1,260	3
최대값(ppb)	179	43,854	13,780	321	56,000	16





(3) 사회 · 문화적 측면

■ 곰팡이독소 저감제별 흡착효과

- ▶ 국내 유통되는 곰팡이 독소 바인더(벤토나이트 계열 5종, 천연 셀룰로오즈 2종, 효모세포벽 1종, 활성탄 및 혼합)의 흡착도(%)
- ▶ 아플라톡신에 대한 흡착 정도는 천연 셀룰로오즈 계열을 제외하고 80%이상 흡착도를 보였음
- ▶ 데옥시니발레놀이 대한 흡착도는 전반적으로 매우 낮은 수치를 보였음

계열	제품명	흡착도(%)	
		아플라톡신	데옥시니발레놀
벤토 나이트	A	88.7	3.0
	B	83.6	0.0
	C	85.0	-4.2
	D	100.2	-6.4
	E	83.9	3.0
천연 셀룰로오즈	F	-38.4	-2.1
	G	2.9	4.5
효모 세포벽	H	94.9	12.2
활성탄	I	103.2	5.4
혼합	J	97.8	-1.0





(3) 사회 · 문화적 측면

☐ 곰팡이독소 저감제별 흡착효과

곰팡이독소 흡착 비율(%)(평균±표준편차)**							
범주	제품No	DON	ZEN	FB1	OTA	T-2	AFB1
무기 첨가제	알루미늄 실리케이트	55±3.1 ^b	40±2.2 ^b	30±3.6 ^c	25±2.5 ^c	26±1.3 ^c	51±2.9 ^b
	벤토나이트	39±1.3 ^d	29±2.6 ^d	20±1.9 ^d	18±3.2 ^d	4±1.4 ^d	53±2.1 ^b
	활성 점토	41±1.6 ^d	12±1.2 ^f	21±2.3 ^d	-	-	38±1.5 ^c
	몬모릴로나이트	31±1.7 ^e	18±2.2 ^e	20±3.1 ^d	-	2±0.4 ^d	42±1.2 ^c
유기 첨가제	글루코만난	47±1.9 ^c	40±2.4 ^b	45±2.1 ^b	29±1.5 ^b	28±1.3 ^c	54±2.2 ^b
	효모 세포벽	55±1.6 ^b	53±1.1 ^a	51±1.5 ^a	52±2.3 ^a	56±1.4 ^a	62±0.9 ^a
	에스테르화 글루코만난	36±2.2 ^e	41±2.5 ^b	19±0.6 ^d	26±0.9 ^c	-	39±1.4 ^c
혼합 첨가제	실리케이트, 효모세포벽	41±3.3 ^d	36±1.7 ^c	23±1.4 ^d	10±2.1 ^e	28±1.6 ^c	48±1.9 ^{b,c}
	실리케이트, 효소	61±2.4 ^a	53±1.4 ^a	35±2.6 ^c	32±1.2 ^b	35±0.7 ^b	58±3.2 ^a
	천연광물과 조류(algae)	22±1.8 ^f	8±1.9 ^f	-	-	-	29±0.8 ^d

* 사료첨가제가 없는 대조구와 비교하여 계산

** 세 차례 반복한 값의 평균

a~f 동일한 첨자로 표시된 값은 유의한 차이가 없음(P>0.05)

[자료 : 뉴욕주립대]



(3) 사회 · 문화적 측면

▣ 곰팡이독소 저감제별 흡착효과





(3) 사회·문화적 측면

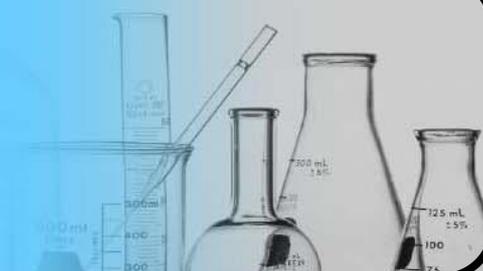
■ 사료 관리단계별 위해요소, 중점관리기준 및 관리방안

단계 CCP	잠재적위해요소	관리방안	한계기준	모니터링	빈도	시정조치
선착장/사료공장저장	야외적재	표층의 수분침투 방지 위해 파렛트/ 깔개 및 상위 덮개 설치	수분함량 ≤ 14% 총세균 허용기준치	수분/세균간이 측정 및 기록	매주 월요일 아침	파렛트, 이중덮개 커버설치
	조류유입	저장고의 개폐를 제한하는 출입문 설치	총세균 허용기준치	조류분비물/깃털조사, 세균간이 측정 및 기록	매주 월요일 아침	조류 분비물 제거 및 저장고 차단막 설치
	곤충에 의한 물리적 손상	살충/훈증제 및 표층 수분유입을 막음	손상곡류정도 < 10% 구데기등의 육안상 예벌레/날파리 존재여부	손상곡물 및 곤충존재 육안확인	매주간 및 이송전	살충훈증제/표층 파렛트설치
농가저장	단일 사일로/빈 사용	다수 사일로/빈 교대 사용	단일빈 사용 여부	2개 이상 빈운영	입고전	다수빈사용
		비사용 사일로/빈의 주기적 내부 부착 고형물제거	하부고형적재물의 고착 여부	고형물확인 및 제거	비사용빈이 발생시	하부고형물제거
	하절기 사일로/빈 내부 온·습도의 상승	기온 및 습도조절을 위해 사료의 공기순환(공조)	내부습도(하절기) 한계기준 내부온도(하절기) 한계기준	내부습도·온도 기록	주 2회	빈의 주기적 공기순환



2

사업 목적





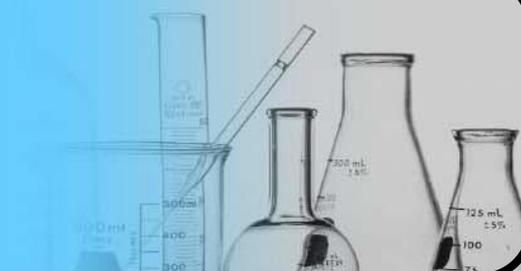
2. 사업 목적

- **첫째**, 국내 배합사료 원료는 대부분이 수입 곡물이므로 발생단계에서 조치가 불가능하므로 수입곡물 중심으로 위해요소를 배합사료 입고 직전(사료빈) 및 입고후(급이기)에서 곰팡이독소 파악
- **둘째**, 사료비는 생산비에서 가장 큰 비중으로 생산성에 가장 큰 영향을 미치는 요인이므로 생산체 단
체에서 정기적인 배합사료 품질검사를 통한 사료업체에 품질관리시스템 오픈
- **셋째**, 2019년에 분석결과와 연계하여 국내 주요배합사료 10개업체에 대한 사료입고전 영양성분과 곰팡이독소, 사료입고후 곰팡이 독소에 대한 품질을 점검하고 추적하여, 양돈농가에 배합사료 품질에 대한 공정한 정보를 제공하여 대책 수립



3

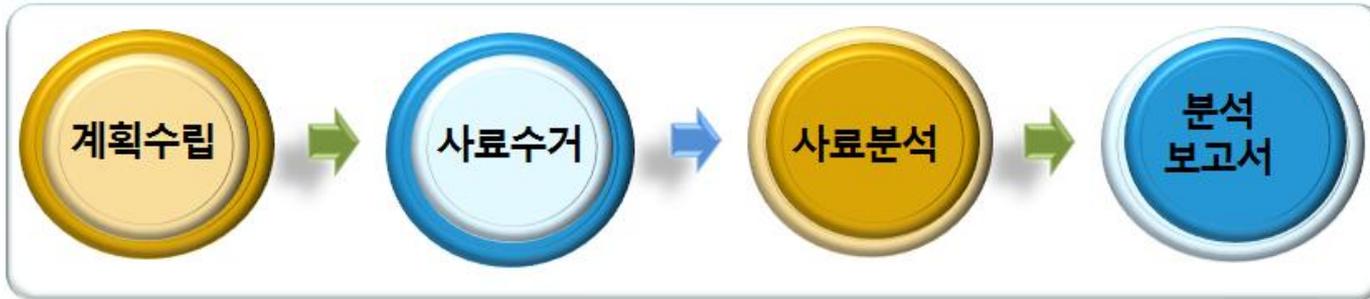
사업 내용





3. 사업 내용

□ 추진절차



□ 추진체계





3. 사업 내용

▣ 사료 샘플채취 방법 : 1차(사료차), 2차(입고 2일후 사료빈과 사료라인 통과후 급이기)

➤ 1차 샘플채취 : 사료차



[사료차 농장 도착]



[샘플채취]
구간별 5곳, 500g채취



[발송]
지퍼백에 구간표기후 아이스박스에
담아 발송

➤ 2차 샘플채취 : 사료빈과 사료급이 직전(사료급이기)



[사료빈 샘플채취]



[비육돈사료]



[임신돈사료]



[발송] 지퍼백에 구간표기후아
이스박스에 담아 발송





3. 사업 내용

▣ 샘플채취시기 : 1차(5월), 2차(7월), 3차(9월) 샘플채취

▣ 조사대상 : 10개 배합사료 업체(10개 농가)

연번	회사명	농장지역	사료 구분	샘플 채취	연번	회사명	농장지역	사료 구분	샘플 채취
1	A-사료	강원 철원	임신돈(a)	사료차(1)	6	F-사료	전남 영광	임신돈(a)	사료차(1)
			육성돈(b)	급이기(2)				육성돈(b)	급이기(2)
2	B-사료	전남 해남	임신돈(a)	사료차(1)	7	G-사료	전북 정읍	임신돈(a)	사료차(1)
			육성돈(b)	급이기(2)				육성돈(b)	급이기(2)
3	C-사료	경북 영천	임신돈(a)	사료차(1)	8	H-사료	경남 함양	임신돈(a)	사료차(1)
			육성돈(b)	급이기(2)				육성돈(b)	급이기(2)
4	D-사료	전북익산	임신돈(a)	사료차(1)	9	I-사료	경기 포천	임신돈(a)	사료차(1)
			육성돈(b)	급이기(2)				육성돈(b)	급이기(2)
5	E-사료	경기 포천	임신돈(a)	사료차(1)	10	J-사료	경남 의령	임신돈(a)	사료차(1)
			육성돈(b)	급이기(2)				육성돈(b)	급이기(2)

▶ '20년도 참여농장 우선선정(10개소), 양돈용배합사료 생산실적상위 10개업체 선정





사료샘플 : 10개 사료회사



1. A-사료



2. B-사료



3. C-사료



4. D-사료



5. E-사료



6. F-사료



7. G-사료



8. H-사료



9. I-사료



10. J-사료





3. 사업 내용

□ 분석기관 : 바이오민(싱가폴), 국제공인분석기관

곰팡이 독소 (6종)

아플라톡신, 오크라톡신,
보미톡신, 푸모니신
제랄레논, T-2독신

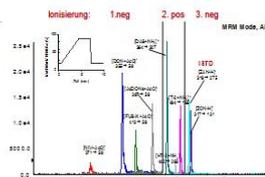


LC-MS/MS: Spectrum 380®
Simultaneous detection of multiple toxins (>380) in a wide variety of commodities

- + Sensitive method
- + Suitable for various feed matrices
- + Detection of masked & emerging mycotoxins
- Highly qualified operator needed
- More expensive



- LC-APCI-MS/MS
- 9 mycotoxins
- LOD deoxynivalenol: 65 pg on column
- Berthiller et al., JAFCS 2005

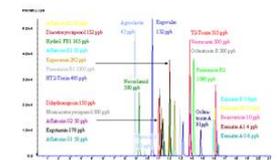


Courtesy: Franz Berthiller, IFA-Tulln

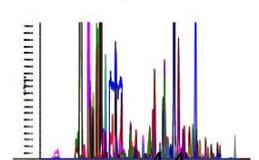


- LC-ESI-MS/MS
- 39 mycotoxins
- LOD deoxynivalenol: 10 pg
- Suliyok et al., RCM 2006

extended to - 87 toxins (Suliyok et al., 2007)
- 186 metabolites (Vishwanath 2009)



- LC-ESI-MS/MS
- >380 fungal and bacterial metabolites
- LOD deoxynivalenol: 0.3 pg
- Malachova et al., 2014



4

분석 결과





1. 샘플채취 시기별 곰팡이독소

❖ 1차 배합사료 샘플 분석결과 - 2021년 5월말~6월초 샘플

✓ 농장형 곰팡이독소

- 보미톡신과 퓨모니신은 100%검출, 제랄레논 55%검출

✓ 저장형 곰팡이독소

- 아플라톡신 15%, 오크라톡신 10% 검출, 맥각 알카로이드도 3개 샘플 검출

[1차 배합사료 샘플의 주요 곰팡이 독소 검출율]

[단위 : ppb]

독소명	아플라톡신	오크라톡신	제랄레논	퓨모니신	보미톡신
검출율(%)	15	10	55	100	100
평균오염치 (ppb)	0.3	0.1	19.6	357.5	284.2
허용치	10ppb	200ppb	100ppb	5,000ppb	900ppb
	관리대상		권고대상		

❖ 2020년 샘플 비교 : 아플라톡신 6개, 오크라톡신 4개 검출





1. 샘플채취 시기별 곰팡이독소

➤ 사료회사별 곰팡이 독소 1차 샘플 분석결과 (2021년 5월말-6월초 채취)

<div style="display: flex; justify-content: space-between; padding: 5px;"> <div style="width: 30%; background-color: #fff9c4; padding: 2px;">위험도가 낮음 : Afla<20, OTA<50, ZEN<50, FUM<750, DON<150ppb</div> <div style="width: 30%; background-color: #fff176; padding: 2px;">위험도가 있음 : Afla 20~100, OTA 50~400, ZEN 50~250, FUM 750~1,000, DON150~200ppb</div> <div style="width: 30%; background-color: #e57373; padding: 2px;">위험도가 높음 : Afla>100, OTA>400, ZEN>250, FUM>1,000, DON>200ppb</div> </div>						
사료	구분	아플라 독신(Afla)	오크라 독신(OTA)	제랄레논 (ZEN)	퓨모니신 (FUM)	노니독신 (DON)
A-사료	육성	0.0	0.0	0	88	181
	임신	0.0	0.0	0	50	60
B-사료	육성	0.0	0.0	0	305	161
	임신	0.0	0.0	0	315	102
C-사료	육성	0.5	0.5	19	191	392
	임신	0.0	0.0	24	144	456
D-사료	육성	2.5	0.0	48	163	306
	임신	0.0	0.0	38	159	313
E-사료	육성	0.5	0.0	19	283	184
	임신	0.5	0.0	19	396	155
F-사료	육성	0.0	0.0	38	361	379
	임신	0.0	0.0	19	548	279
G-사료	육성	0.5	1.0	106	1,717	888
	임신	0.0	0.0	38	767	390
H-사료	육성	0.0	0.5	24	388	280
	임신	0.0	0.0	0	117	171
I-사료	육성	0.0	0.0	0	217	227
	임신	0.5	0.5	0	648	228
J-사료	육성	0.0	0.0	0	90	225
	임신	0.0	0.0	0	208	308
허용치	-	10ppb	200ppb	100ppb	5,000ppb	900ppb
		관리대상			관리 대상을 추천하는 곰팡이	





1. 샘플채취 시기별 곰팡이독소

❖ 1차 배합사료 분석결과 종합 : 여름이 시작되기 전

➢ 아플라톡신을 제외한 모든 곰팡이 독소 평균오염치가 증가

아플라톡신, 오크라톡신 → 저장형 곰팡이독소

아플라톡신은 '20년대비 5% 증가

온도와 습도에 따라 급증



오염유래, 제독방법에서 근본적인 차이 존재

보미톡신, 퓨모니신 및 제랄레논 → 농장형 곰팡이독소

오염수치가 전부 증가하였음

국내 수입할때 오염도가 심하였음

➢ 농장형 곰팡이독소 : 재배지에서 이미 오염 → '상시적인 관리를 필요'





1. 샘플채취 시기별 곰팡이독소

❖ 2차 배합사료 샘플 분석결과 - 2021년 7월~8월샘플

✓ 농장형 곰팡이독소

- 보미톡신과 퓨모니신은 100%검출, 제랄레논 85%검출

✓ 저장형 곰팡이독소

- 오크라톡신 20% 검출, 맥각 알라로이드 7개 검출(2,975ppb)

[2차 배합사료 샘플의 주요 곰팡이 독소 검출율]

[단위 : ppb]

독소명	아플라톡신	오크라톡신	제랄레논	퓨모니신	보미톡신
검출율(%)	0	30	30	100	100
평균오염치 (ppb)	0.0	0.3	9.8	408.6	261.6
허용치	10ppb	200ppb	100ppb	5,000ppb	900ppb
	관리대상		관리 대상을 추천하는 곰팡이		

❖ 저장형 곰팡이독소 아플라톡신과 오크라톡신 검출 감소

❖ 농장형 곰팡이 독소인 제랄레논과 보미톡신은 증가, 보미톡신 감소





1. 샘플채취 시기별 곰팡이독소

➤ 사료회사별 곰팡이 독소 2차 샘플 분석결과 (2021년 7월-8월 채취)

<div style="display: flex; justify-content: space-between; padding: 5px;"> <div style="width: 30%; background-color: #fff9c4; padding: 2px;">위험도가 낮음 : Afla<20, OTA<50, ZEN<50, FUM<750, DON<150ppb</div> <div style="width: 30%; background-color: #fff176; padding: 2px;">위험도가 있음 : Afla 20~100, OTA 50~400, ZEN 50~250, FUM 750~1,000, DON150~200ppb</div> <div style="width: 30%; background-color: #e57373; padding: 2px;">위험도가 높음 : Afla>100, OTA>400, ZEN>250, FUM>1,000, DON>200ppb</div> </div>						
사료 회사	구분	아플라 톡신(Afla)	오크라 톡신(OTA)	제랄레논 (ZEN)	퓨모니신 (FUM)	노티톡신 (DON)
A-사료	육성	0.0	0.0	0.0	277	60
	임신	0.0	0.0	0.0	331	60
B-사료	육성	0.0	0.0	0.0	263	162
	임신	0.0	0.0	0.0	559	104
C-사료	육성	0.0	0.0	43.0	538	312
	임신	0.0	0.0	19.0	621	274
D-사료	육성	0.0	0.5	38.0	183	214
	임신	0.0	0.0	38.0	623	429
E-사료	육성	0.0	0.5	0.0	383	380
	임신	0.0	0.0	0.0	639	276
F-사료	육성	0.0	0.0	19.0	259	180
	임신	0.0	0.0	0.0	288	200
G-사료	육성	0.0	1.0	38.0	681	811
	임신	0.0	0.0	0.0	502	287
H-사료	육성	0.0	2.5	0.0	173	360
	임신	0.0	0.0	0.0	200	200
I-사료	육성	0.0	0.5	0.0	354	241
	임신	0.0	0.5	0.0	738	253
J-사료	육성	0.0	0.0	0.0	434	144
	임신	0.0	0.0	0.0	131	285
허용치	-	10ppb	200ppb	100ppb	5,000ppb	900ppb
		관리대상		관리 대상을 추천하는 곰팡이		



1. 샘플채취 시기별 곰팡이독소

- ❖ 2차 배합사료 분석결과 종합 : 여름이 진행 - 장마철
 - 아플라톡신을 제외한 모든 곰팡이 독소 평균오염치가 증가

아플라톡신, 오크라톡신 → 저장형 곰팡이독소
오크라톡신의 검출율은 각각 5%증가

오염유래, 제독방법에서 근본적인 차이 존재

보미톡신, 퓨모니신 및 제랄레논 → 농장형 곰팡이독소
제랄레논, 퓨모니신의 평균오염치 증가하였고,
특히 보미톡신은 고위험 수치

- 결과 : 원료를 산지에서 수입하기전 품질 저하 요인





1. 샘플채취 시기별 곰팡이독소

❖ 3차 배합사료 샘플 분석결과 - 2021년 9월 샘플채취

✓ 농장형 곰팡이독소

- 보미톡신과 퓨모니신은 100%검출, 보미톡신 95%검출

✓ 저장형 곰팡이독소

- 아플라톡신 7.5%, 오크라톡신 15% 검출

[3차 배합사료 샘플의 주요 곰팡이 독소 검출율]

[단위 : ppb]

독소명	아플라톡신	오크라톡신	제랄레논	퓨모니신	보미톡신
검출율(%)	7.5	15	35	100	95
평균오염치 (ppb)	0.1	0.2	16.2	774.6	184.0
허용치	10ppb	200ppb	100ppb	5,000ppb	900ppb
	관리대상		권고대상		

❖ 저장형 곰팡이독소 오크라톡신 검출율 감소

❖ 농장형 곰팡이 독소인 제랄레논, 퓨모니신 보미톡신은 증가





1. 샘플채취 시기별 곰팡이독소

▶ 사료회사별 곰팡이 독소 3차 샘플 분석결과 (2021년 9월 채취)

	위험도가 낮음 : Afla<20, OTA<50, ZEN<50, FUM<750, DON<150ppb
	위험도가 있음 : Afla 20~100, OTA 50~400, ZEN 50~250, FUM 750~1,000, DON150~200ppb
	위험도가 높음 : Afla>100, OTA>400, ZEN>250, FUM>1,000, DON>200ppb

사료 회사	구분	아플라 독신(Afla)	오크라 독신(OTA)	제랄레논 (ZEN)	퓨모니신 (FUM)	노니독신 (DON)
A-사료	육성	0.0	0.0	0.0	212	60
	임신	0.5	0.0	19.0	1,468	155
B-사료	육성	1.0	0.5	19.0	666	60
	임신	0.0	0.0	0.0	481	0
C-사료	육성	0.5	0.5	38.0	878	439
	임신	0.0	0.0	38.0	1,178	252
D-사료	육성	0.0	0.0	38.0	364	194
	임신	0.0	0.0	38.0	564	143
E-사료	육성	0.0	0.0	38.0	1,369	253
	임신	0.0	0.0	38.0	1,188	247
F-사료	육성	0.0	0.0	0.0	414	214
	임신	0.0	0.5	0.0	806	158
G-사료	육성	0.0	1.0	38.0	599	554
	임신	0.0	0.5	0.0	373	140
H-사료	육성	0.0	0.0	0.0	800	60
	임신	0.0	0.0	0.0	662	239
I-사료	육성	0.0	0.0	0.0	786	151
	임신	0.0	0.0	0.0	569	60
J-사료	육성	0.0	0.0	0.0	1,373	178
	임신	0.0	0.0	19.0	745	124
허용치	-	10ppb	200ppb	100ppb	5,000ppb	900ppb
		관리대상			관리 대상을 추천하는 곰팡이	





1. 샘플채취 시기별 곰팡이독소

❖ 3차 배합사료 분석결과 종합

- 아플라톡신을 제외한 모든 곰팡이 독소 평균오염치가 증가

아플라톡신, 오크라톡신 → 저장형 곰팡이독소
아플라톡신과 오크라톡신의 검출율은 각각 2.5%, 3%감소

오염유래, 제독방법에서 근본적인 차이 존재

보미톡신, 퓨모니신 및 제랄레논 → 농장형 곰팡이독소
퓨모니신의 평균오염치 증가하였고,
특히 몇몇 사료회사별 퓨모니신과 보미톡신은 고위험농도

- 결과 : 원료를 산지에서 수입하기전 품질 저하 요인





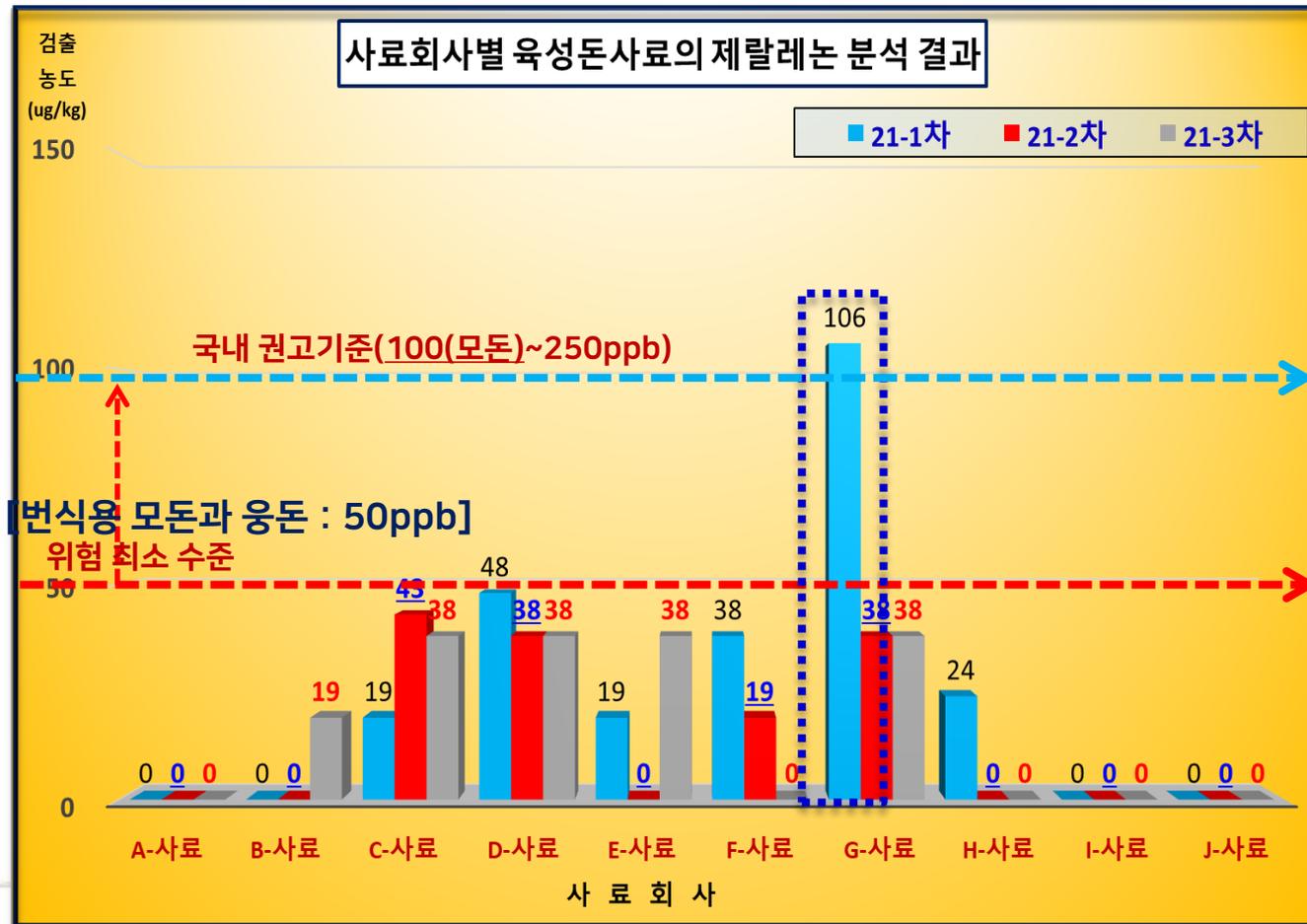
2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

❖ 사료회사별 육성돈사료의 제랄레논 오염치 추세

✓ **최소기준**
50ppb

✓ **후보돈**

- 외음부 부종
- 붉게 탈구된 직장





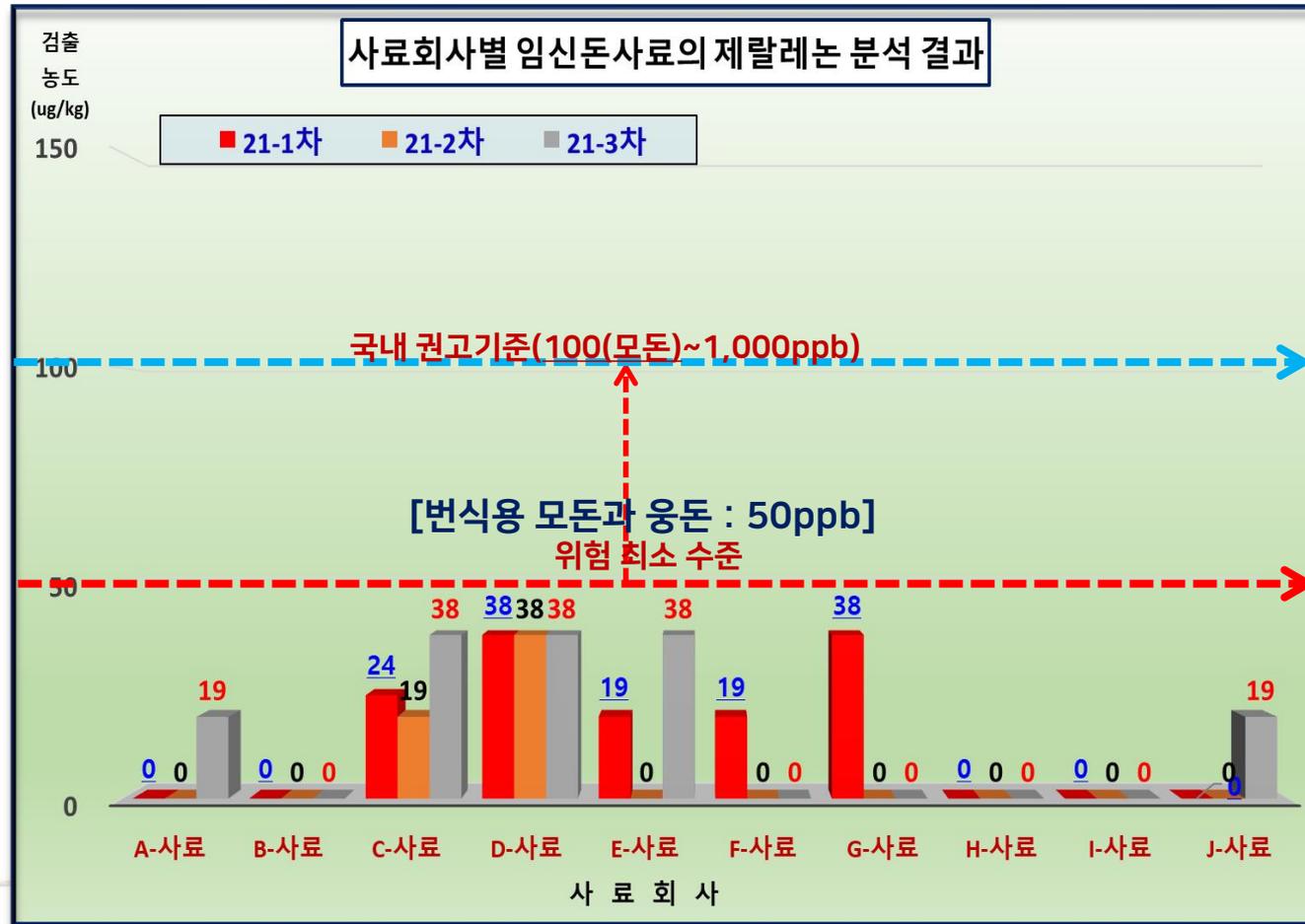
2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

❖ 사료회사별 임신돈사료의 제랄레논 오염치 추세

✓ **최소기준
50ppb**

✓ **임신돈/포유돈**

- 외음부 부종, 영구 황체 및 무발정
- 반복된 발열
- 산자수감소, 허약 자돈
- 신생자돈의 붉은 외음부 부종
- 가임신, 난임증 및 지속적인 불임





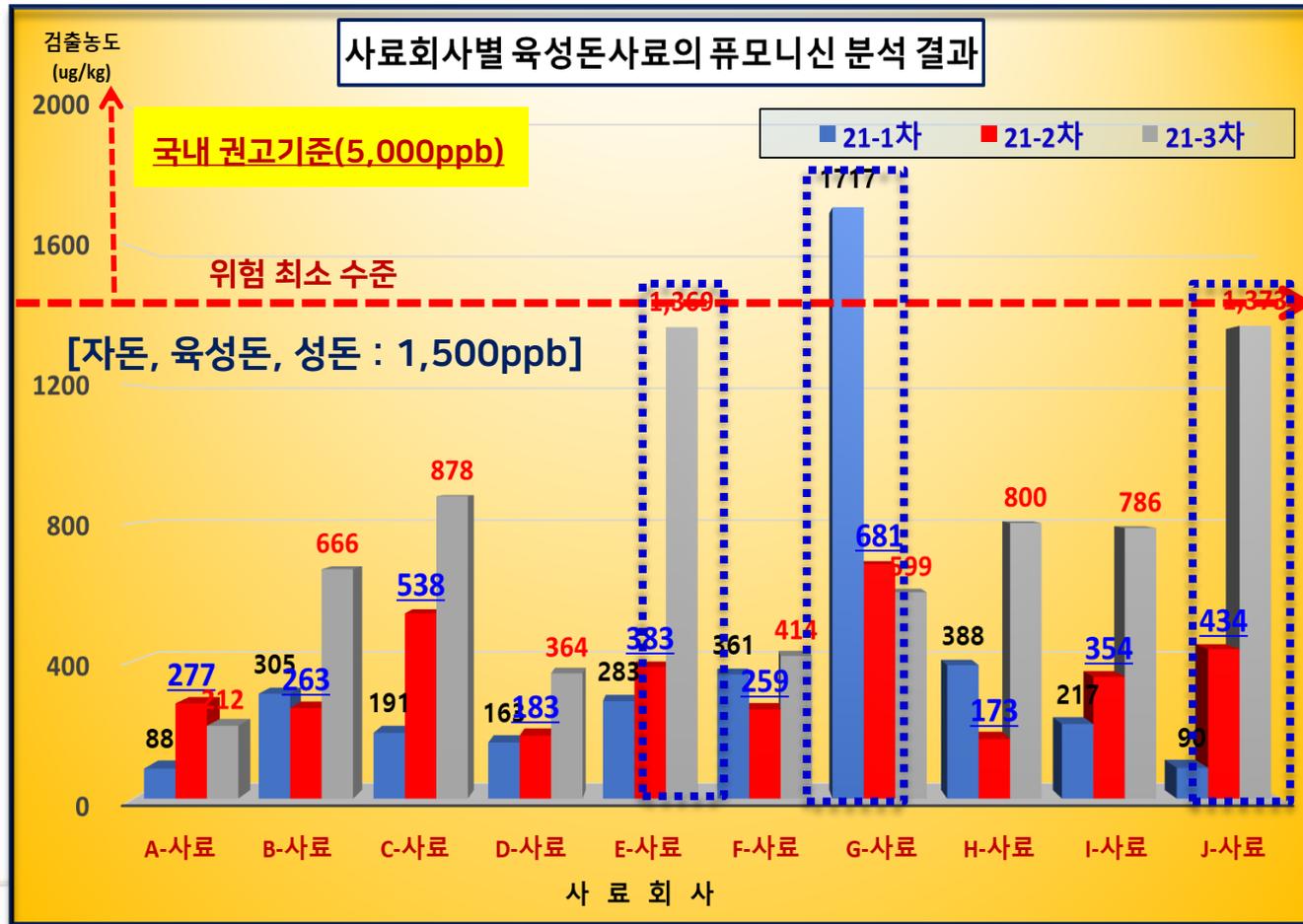
2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

❖ 사료회사별 육성돈사료의 퓨모니신 오염치 추세

✓ **최소기준**
750ppb

✓ **모든 구간 돼지**

- 간장병, 종양,
- 생산성 감소, 심장 비대
- 심한 폐부종, 간장병
- 사료섭취량 저하





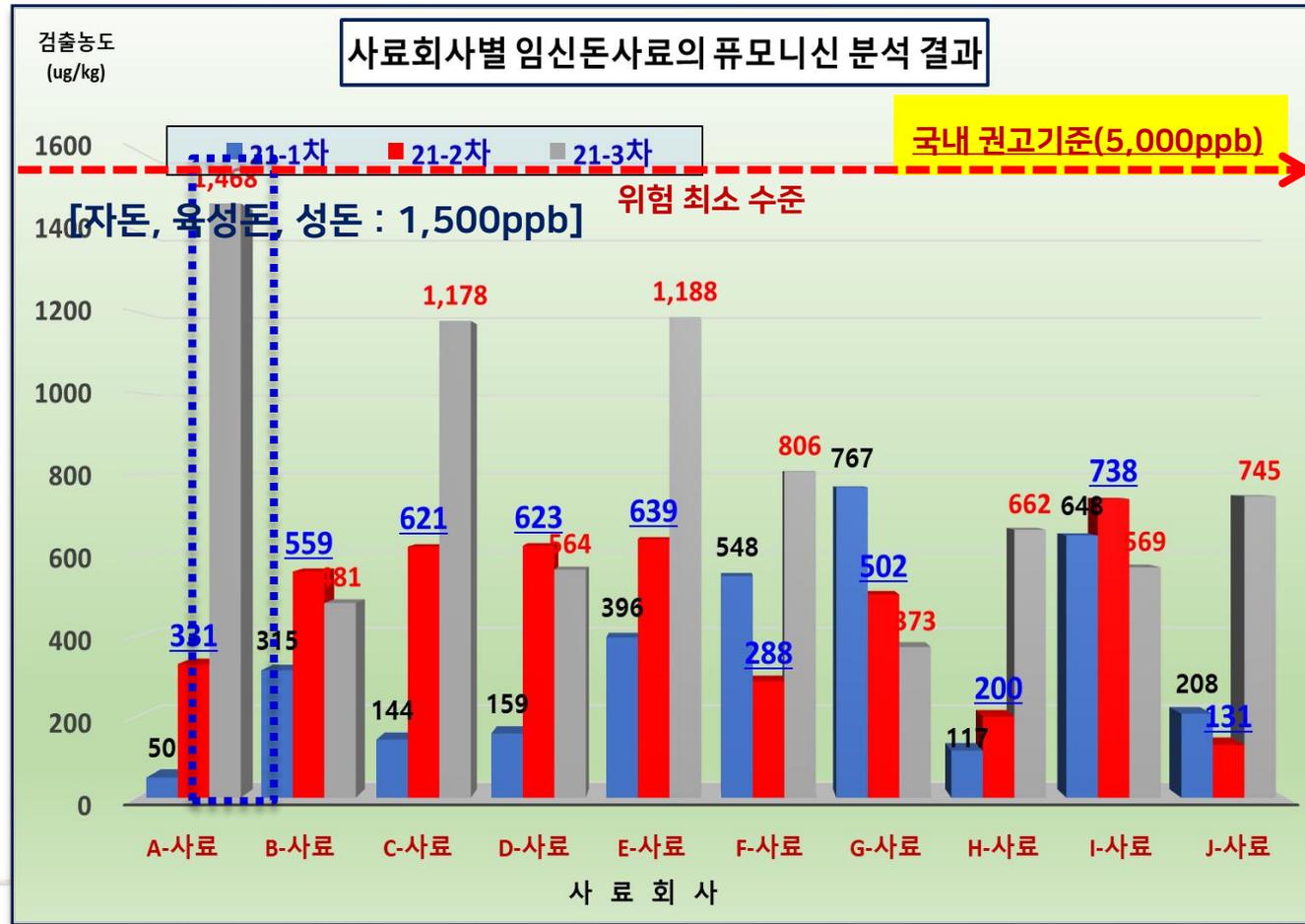
2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

❖ 사료회사별 임신돈사료의 퓨모니신 오염치 추세

✓ **최소기준
750ppb**

✓ **모든 구간 돼지**

- 간장병, 종양,
- 생산성 감소, 심장 비대
- 심한 폐부종, 간장병
- 사료섭취량 저하





2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

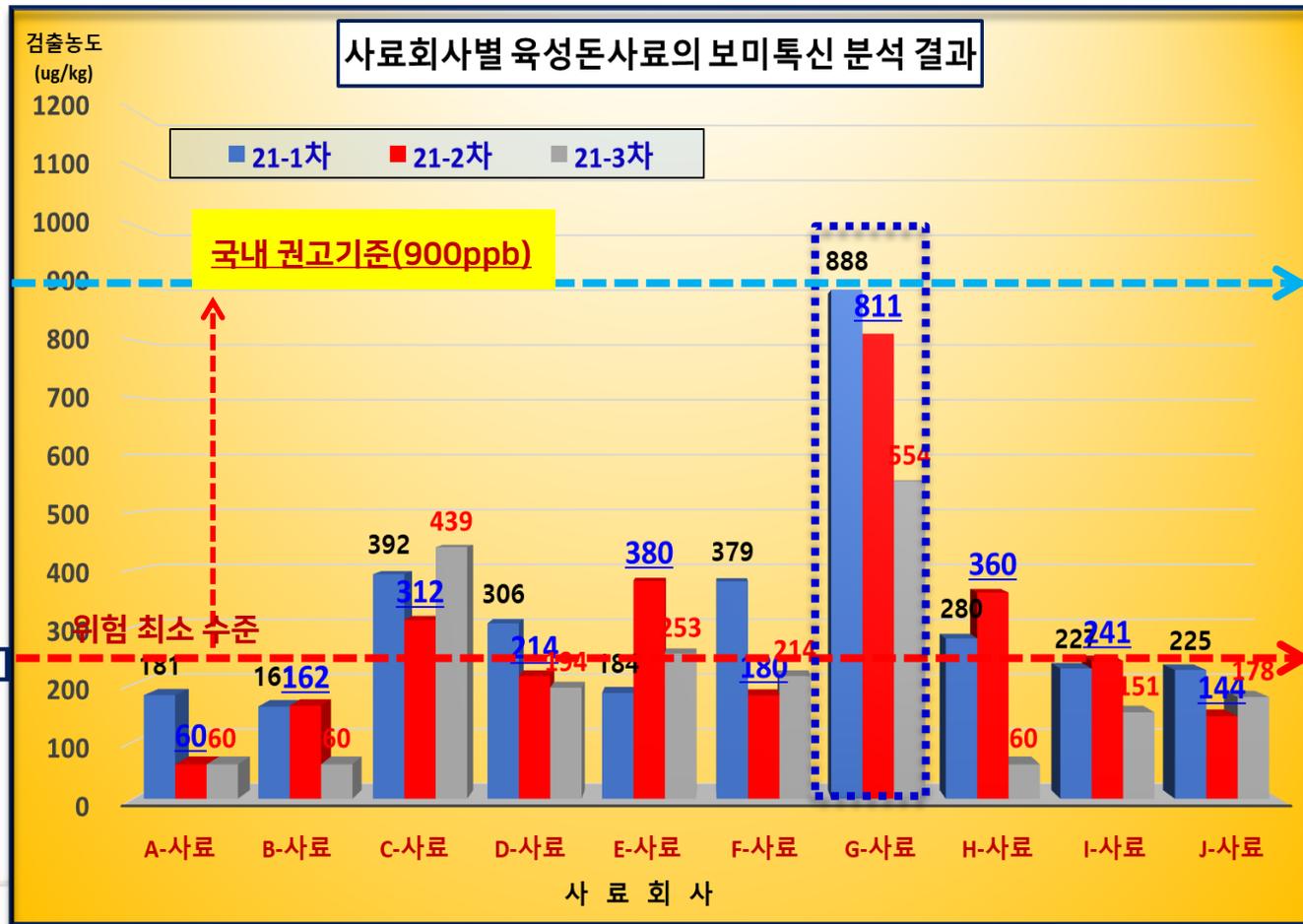
❖ 사료회사별 육성돈사료의 보미톡신 오염치 추세

✓ **최소기준**
250ppb

✓ 육성/비육돈

- 사료 섭취량 및 성장 감소
- 체중 감소
- 사료 섭취 거부
- 구토

[자돈, 육성돈, 성돈: 250ppb]





2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

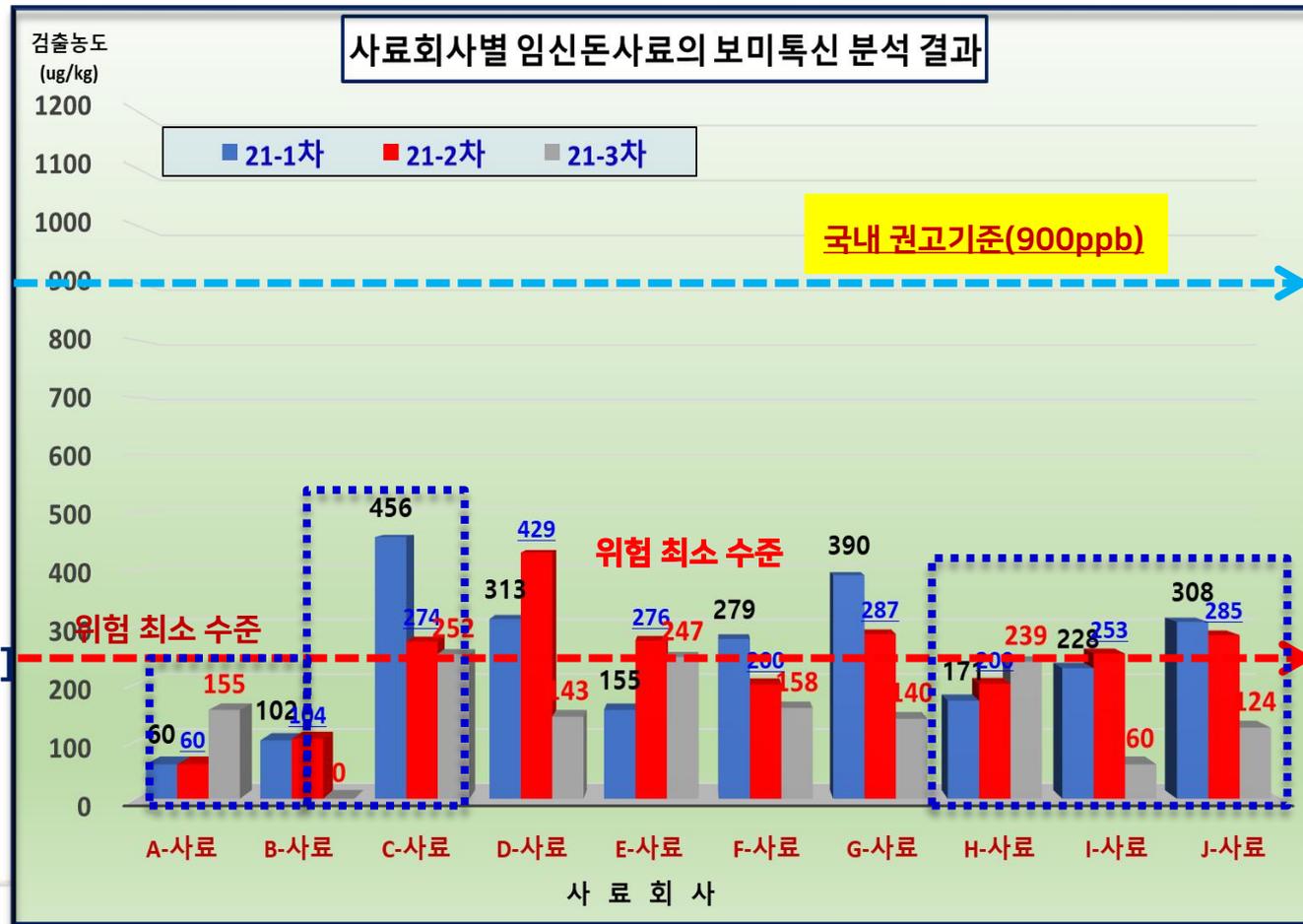
❖ 사료회사별 임신돈사료의 보미톡신 오염치 추세

✓ **최소기준**
250ppb

✓ **임신돈(모돈)**

- 사료섭취거부
- 성장지연
- 소화장애

[자돈, 육성돈, 성돈: 250ppb]





2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

❖ 샘플채취 구간별 육성돈사료의 제랄레논 오염치 추세

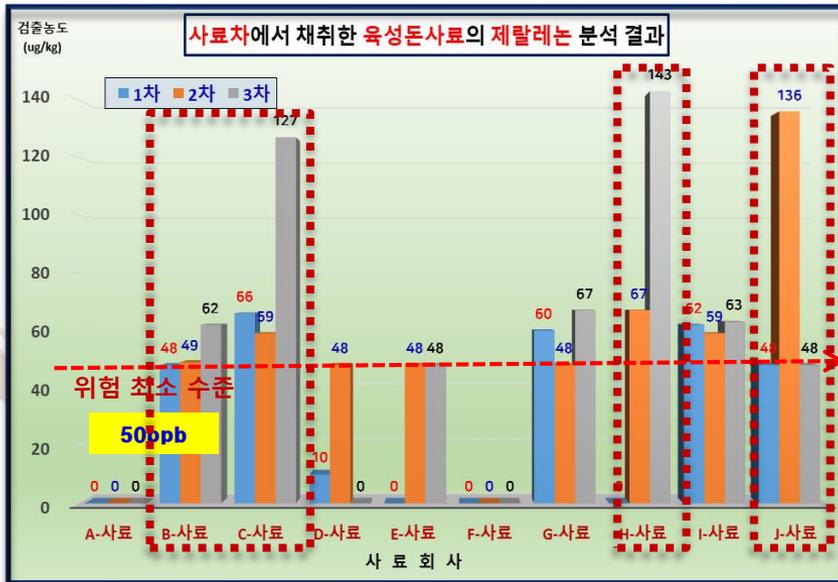
✓ **최소기준**
50ppb

국내 권고기준(100(모든)~250ppb)

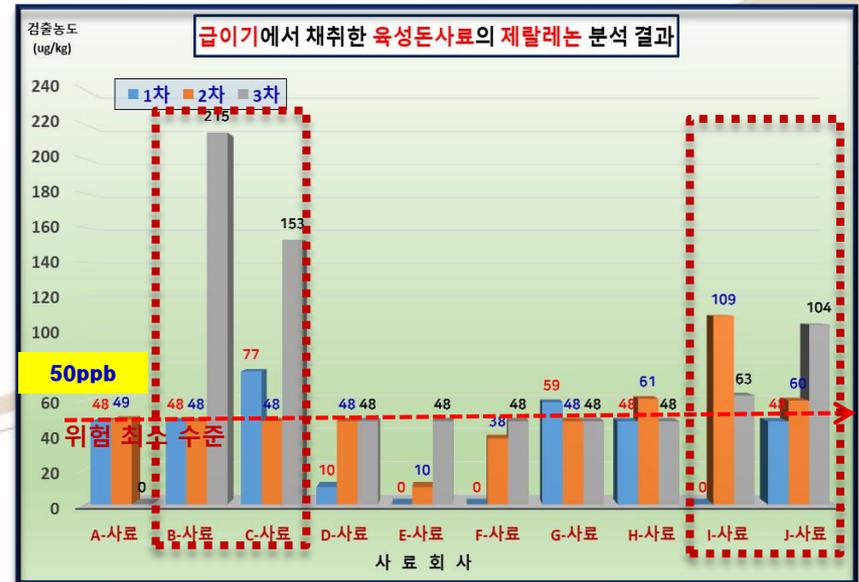
✓ **후보돈**

- 외음부 부종
- 붉게 탈구된 직장

[사료차 샘플채취]



[급이기 샘플채취]





2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

❖ 샘플채취 구간별 임신돈사료의 제랄레논 오염치 추세

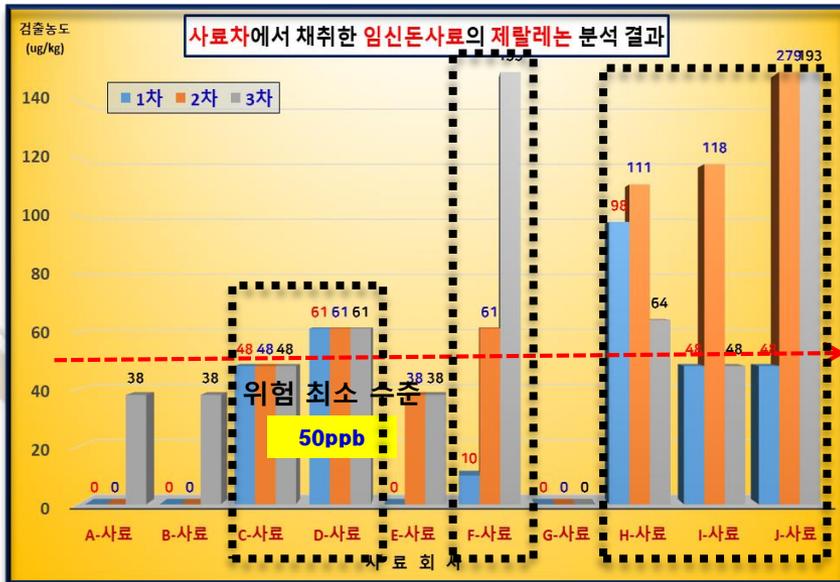
✓ 최소기준
50ppb

국내 권고기준(100(모돈)~250ppb)

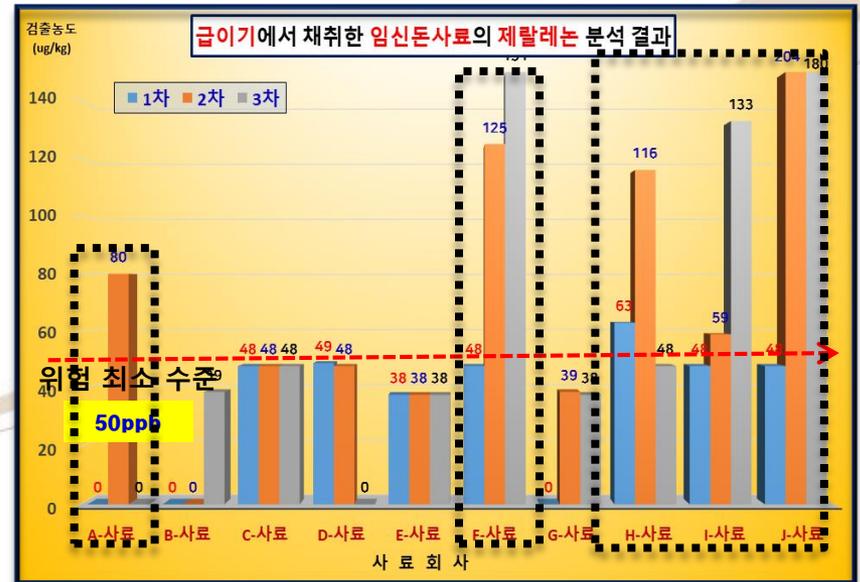
✓ 후보돈

- 외음부 부종
- 붉게 탈구된 직장

[사료차 샘플채취]



[급이기 샘플채취]





2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

❖ 샘플채취 구간별 육성돈사료의 퓨모니신 검출농도 추세

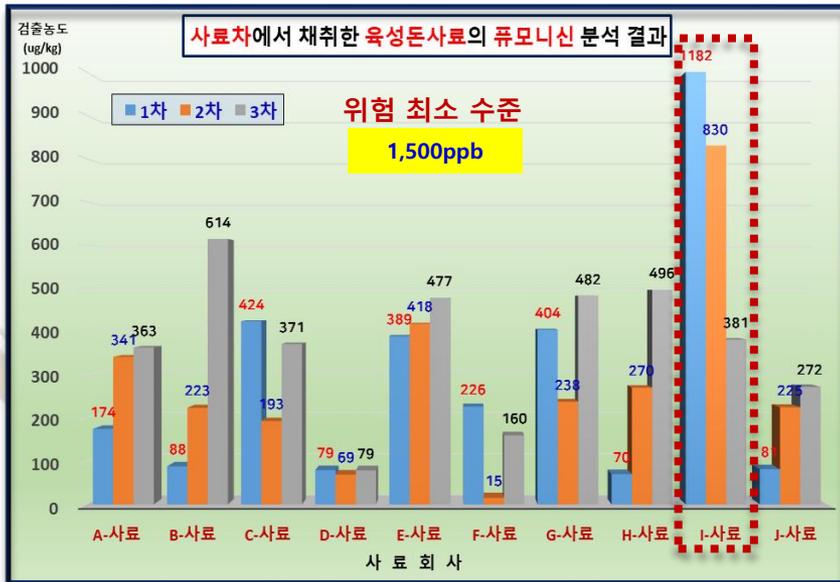
✓ **최소기준**
750ppb

국내 권고기준(5,000ppb)

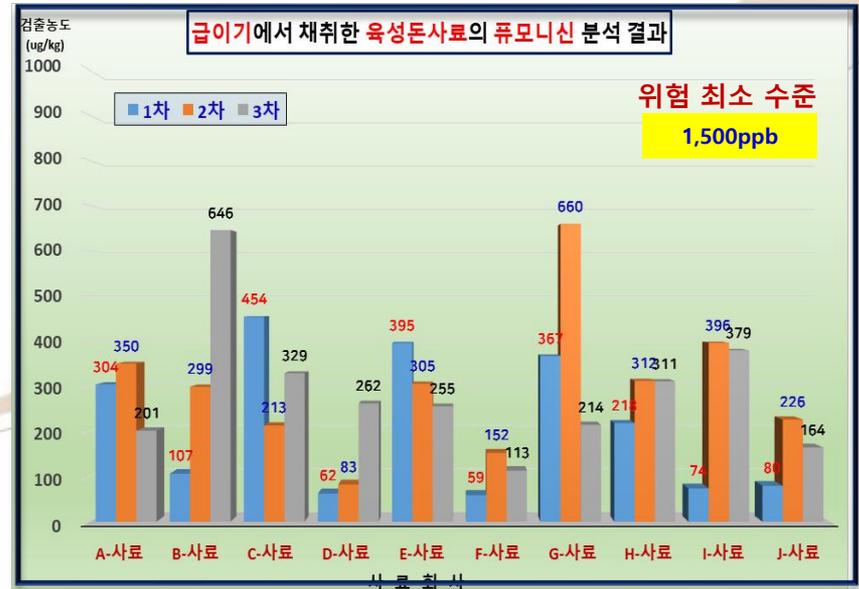
✓ **모든 구간 돼지**

- 간장병, 종양,
- 생산성 감소, 심장 비대
- 심한 폐부종, 간장병
- 사료섭취량 저하

[사료차 샘플채취]



[급이기 샘플채취]





2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

❖ 샘플채취 구간별 임신돈사료의 퓨모니신 검출농도 추세

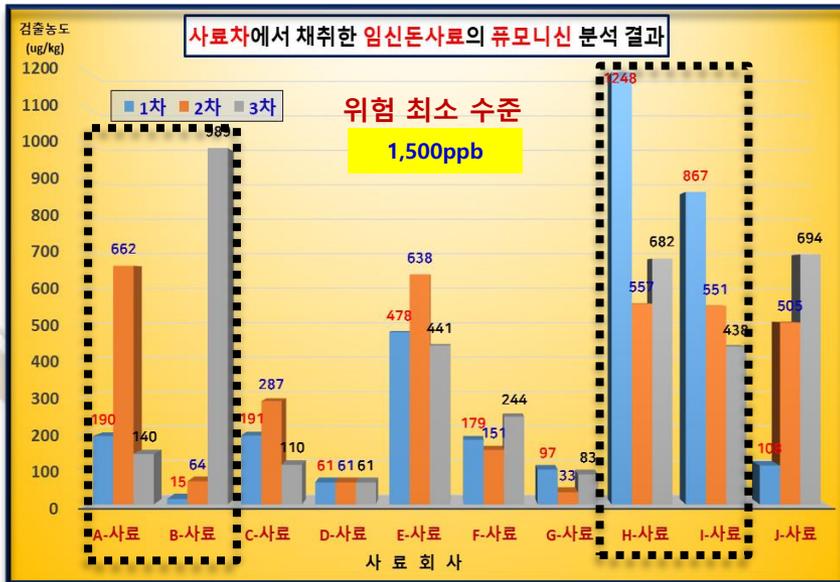
✓ **최소기준**
750ppb

국내 권고기준(5,000ppb)

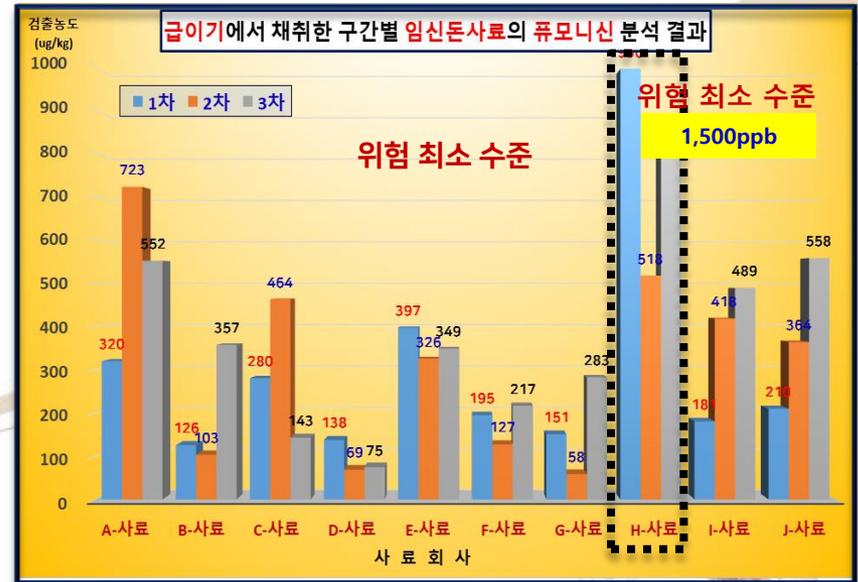
✓ **모든 구간 돼지**

- 간장병, 종양,
- 생산성 감소, 심장 비대
- 심한 폐부종, 간장병
- 사료섭취량 저하

[사료차 샘플채취]



[급이기 샘플채취]





2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

❖ 샘플채취 구간별 육성돈사료의 보미톡신 검출농도 추세

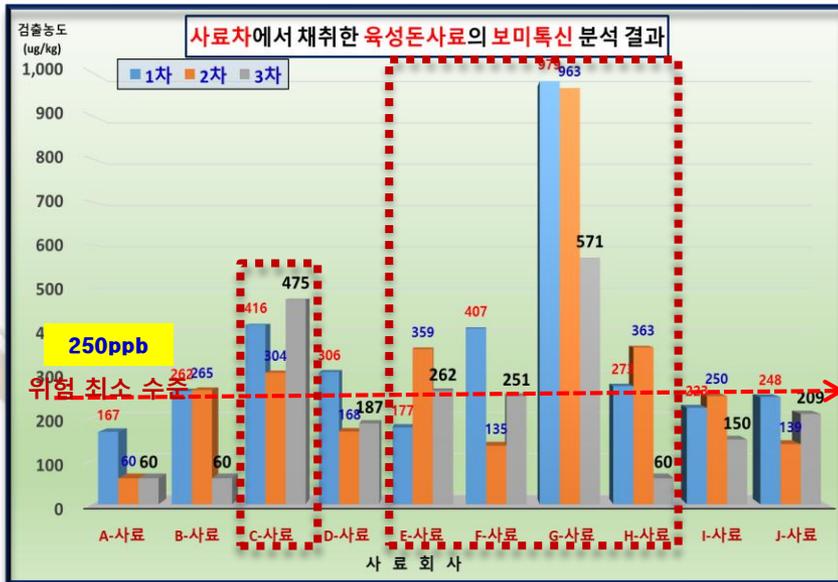
✓ **최소기준**
250ppb

국내 권고기준(900ppb)

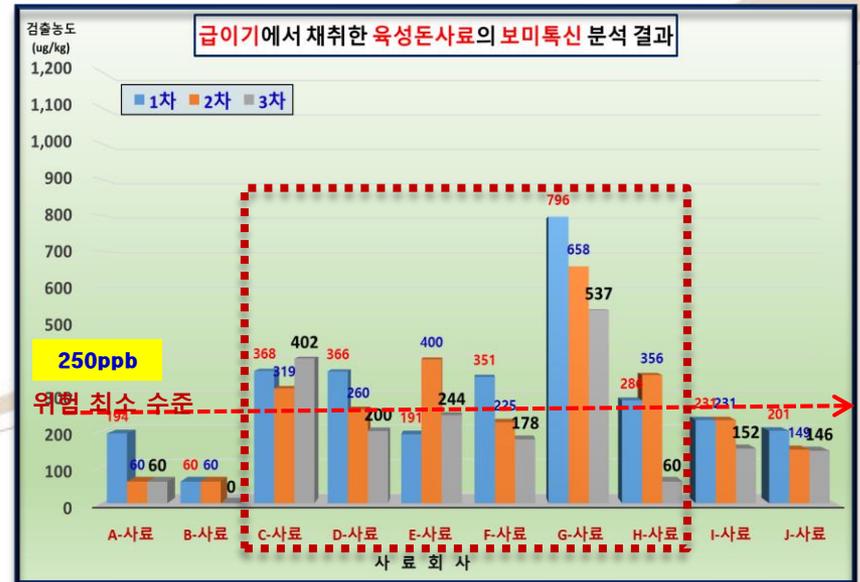
✓ **육성/비육돈**

- 사료 섭취량 및 성장 감소
- 체중 감소
- 사료 섭취 거부
- 구토

[사료차 샘플채취]



[급이기 샘플채취]





2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

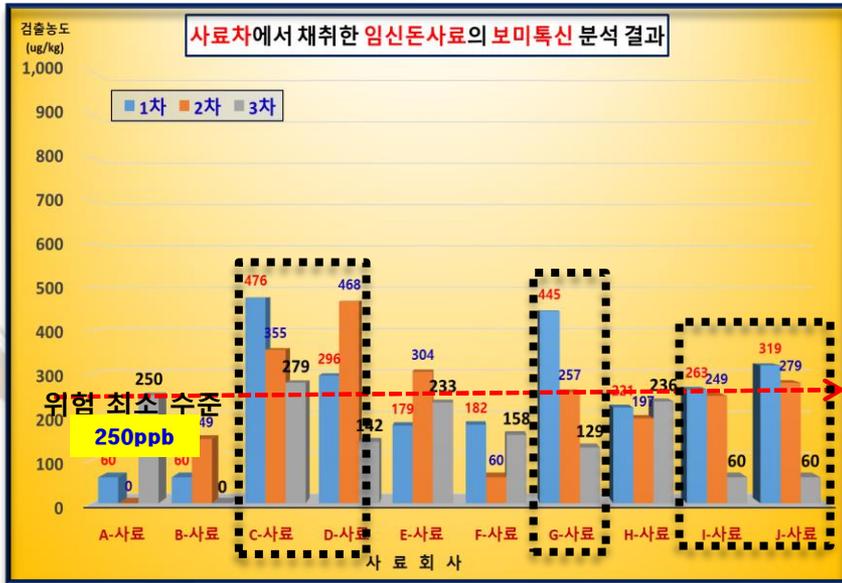
❖ 샘플채취 구간별 임신돈사료의 보미톡신 검출농도 추세

✓ **최소기준**
250ppb

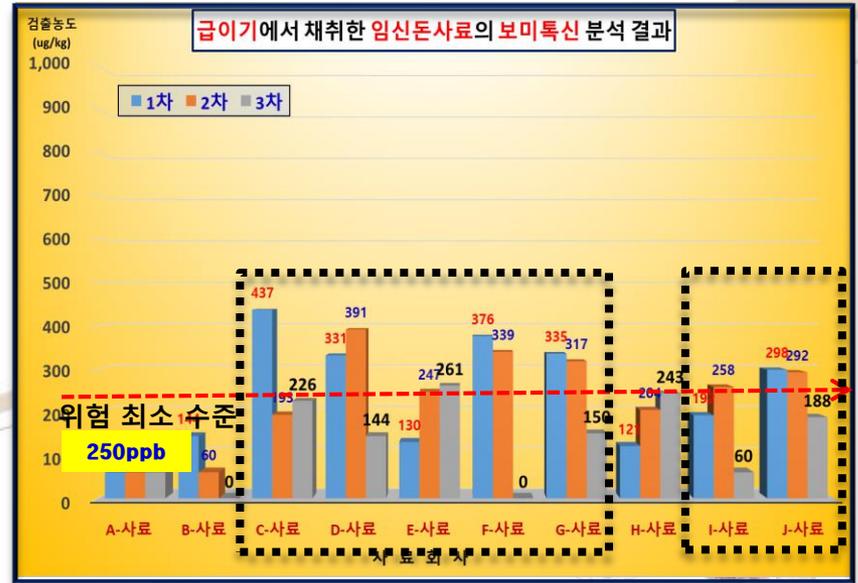
국내 권고기준(900ppb)

- ✓ **육성/비육돈**
- 사료 섭취량 및 성장 감소
 - 체중 감소
 - 사료 섭취 거부
 - 구토

[사료차 샘플채취]



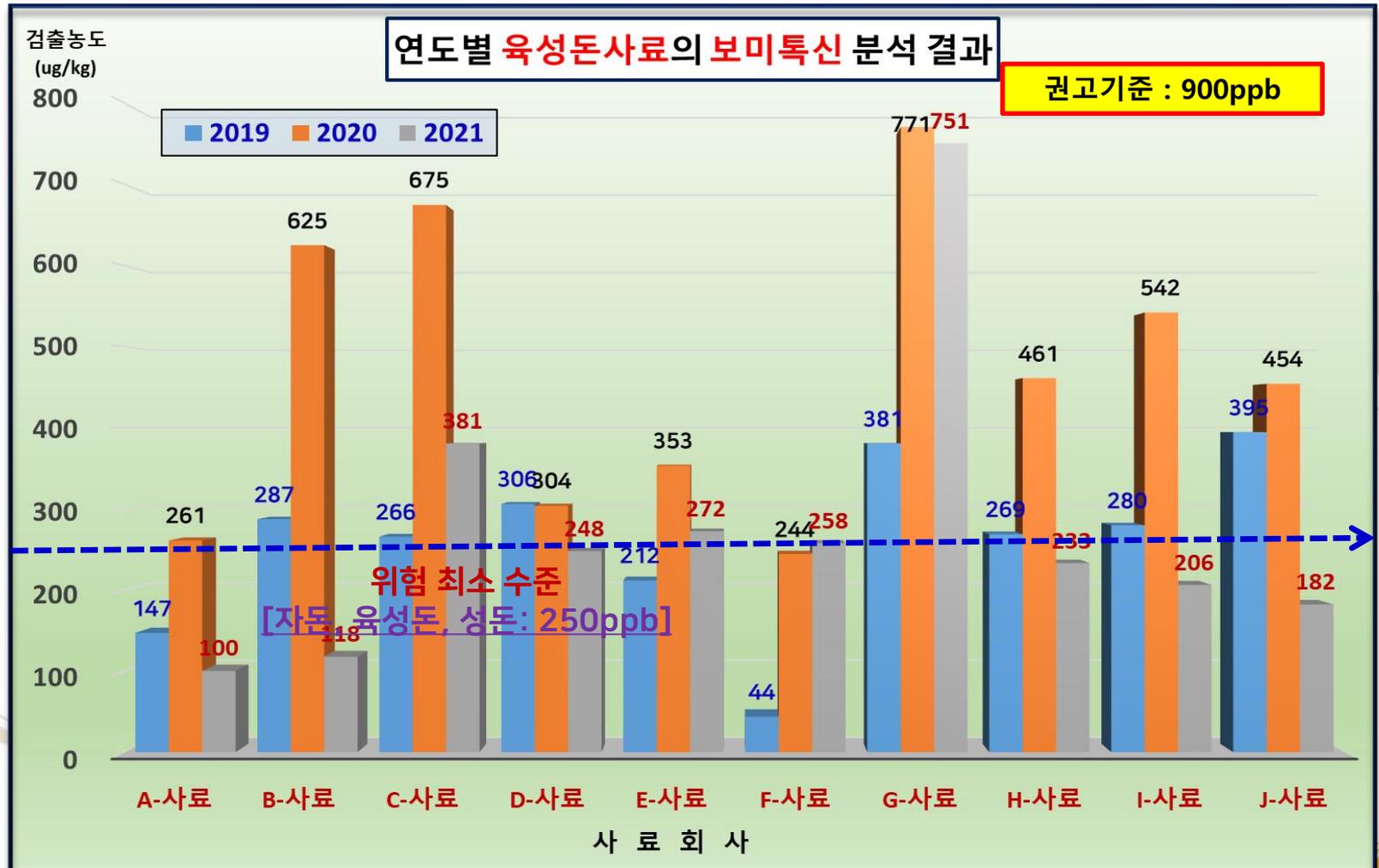
[급이기 샘플채취]





2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

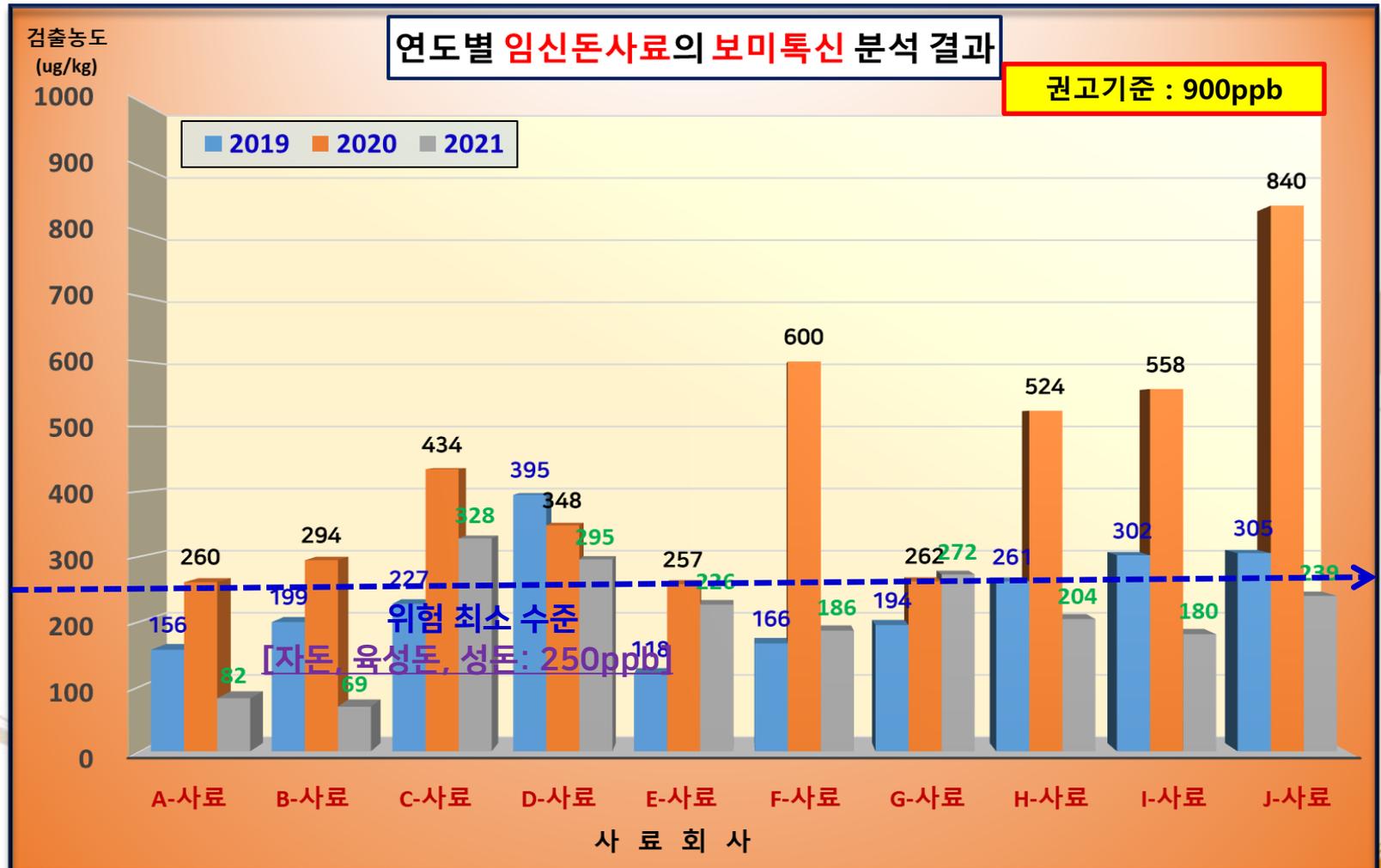
연도별 육성돈사료의 보미톡신 검출농도 추세





2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

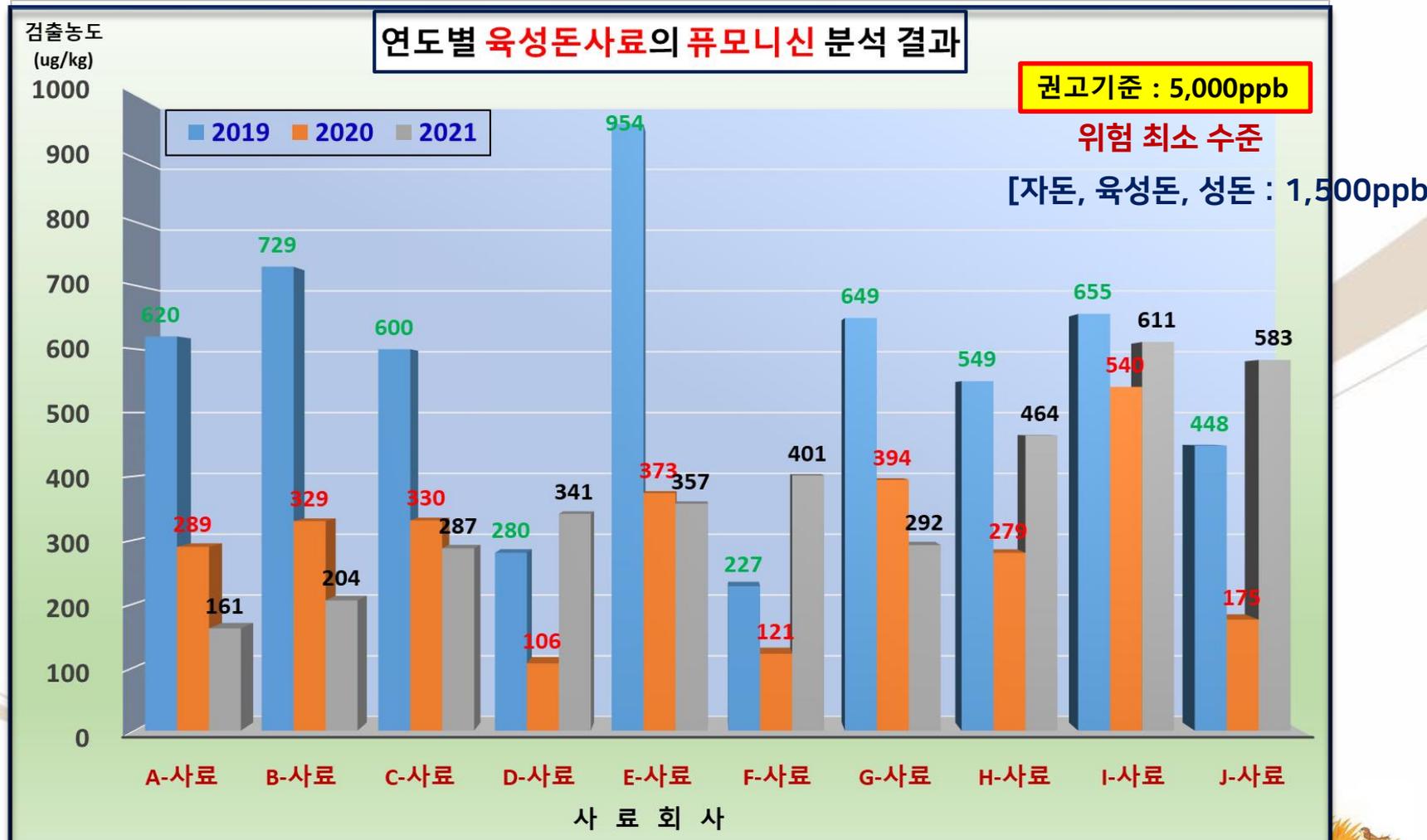
연도별 임신돈사료의 보미톡신 검출농도 추세





2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

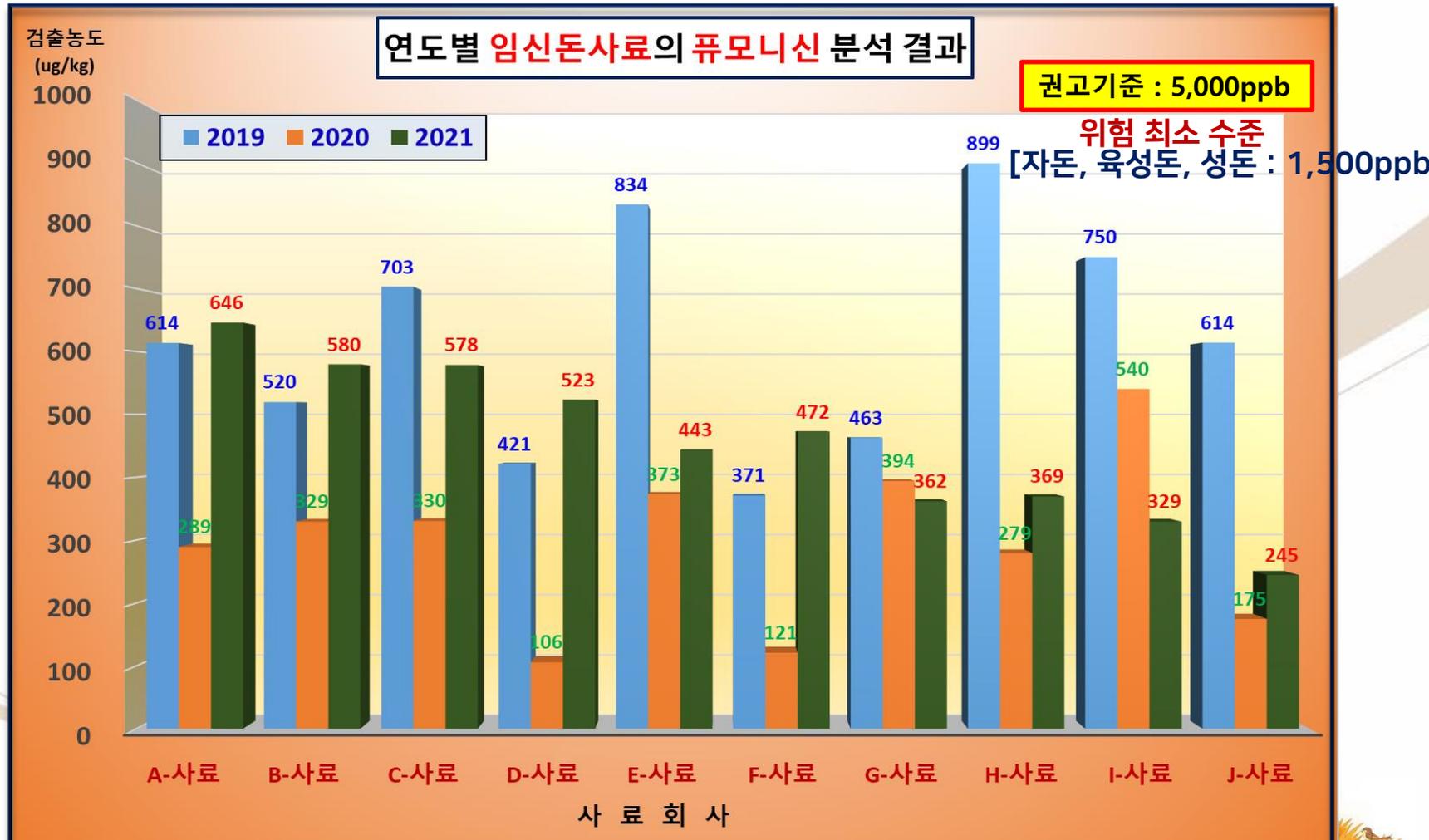
❖ 연도별 육성돈사료의 퓨모니신 검출농도 추세





2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

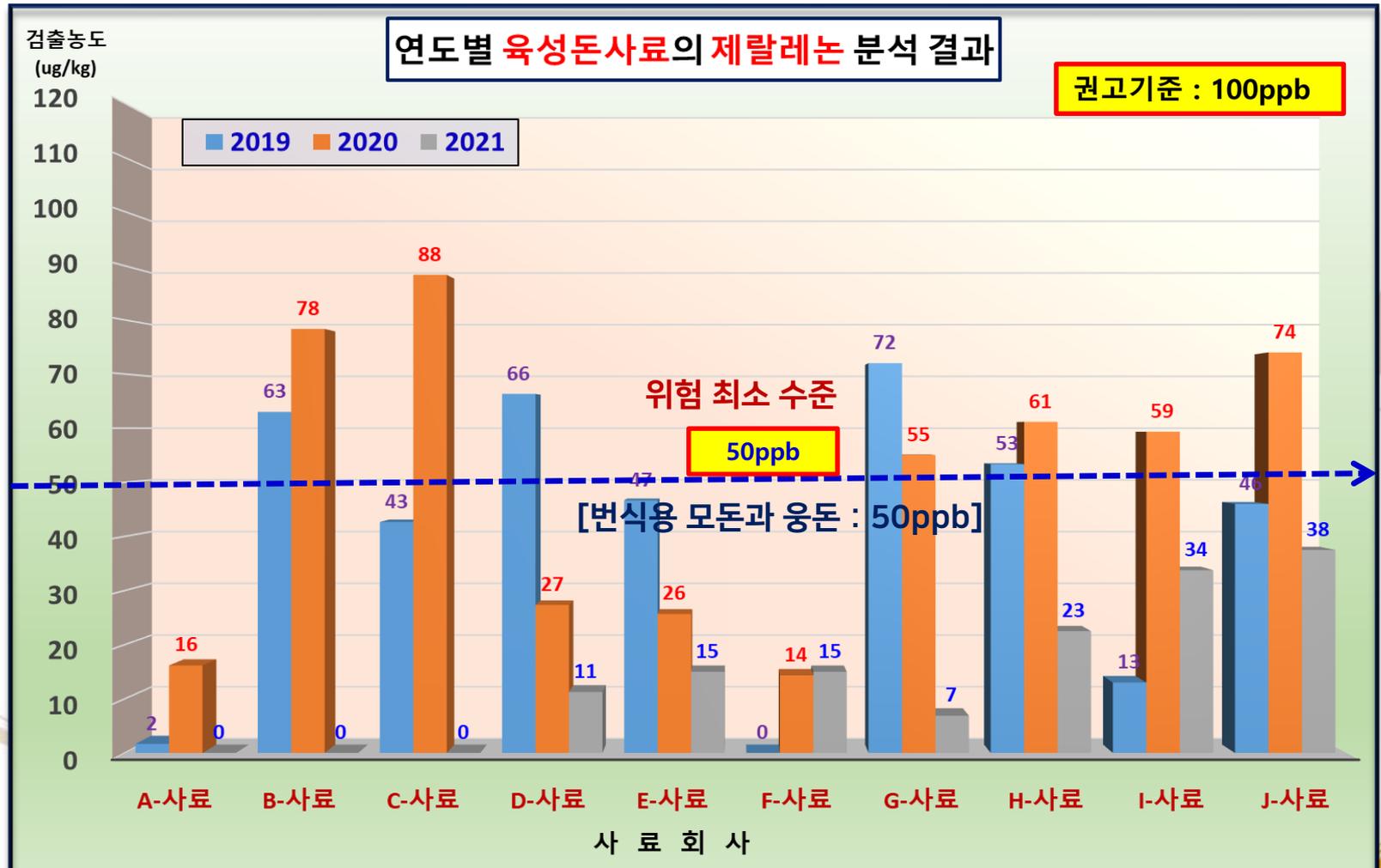
연도별 임신돈사료의 푸모니신 검출농도 추세





2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

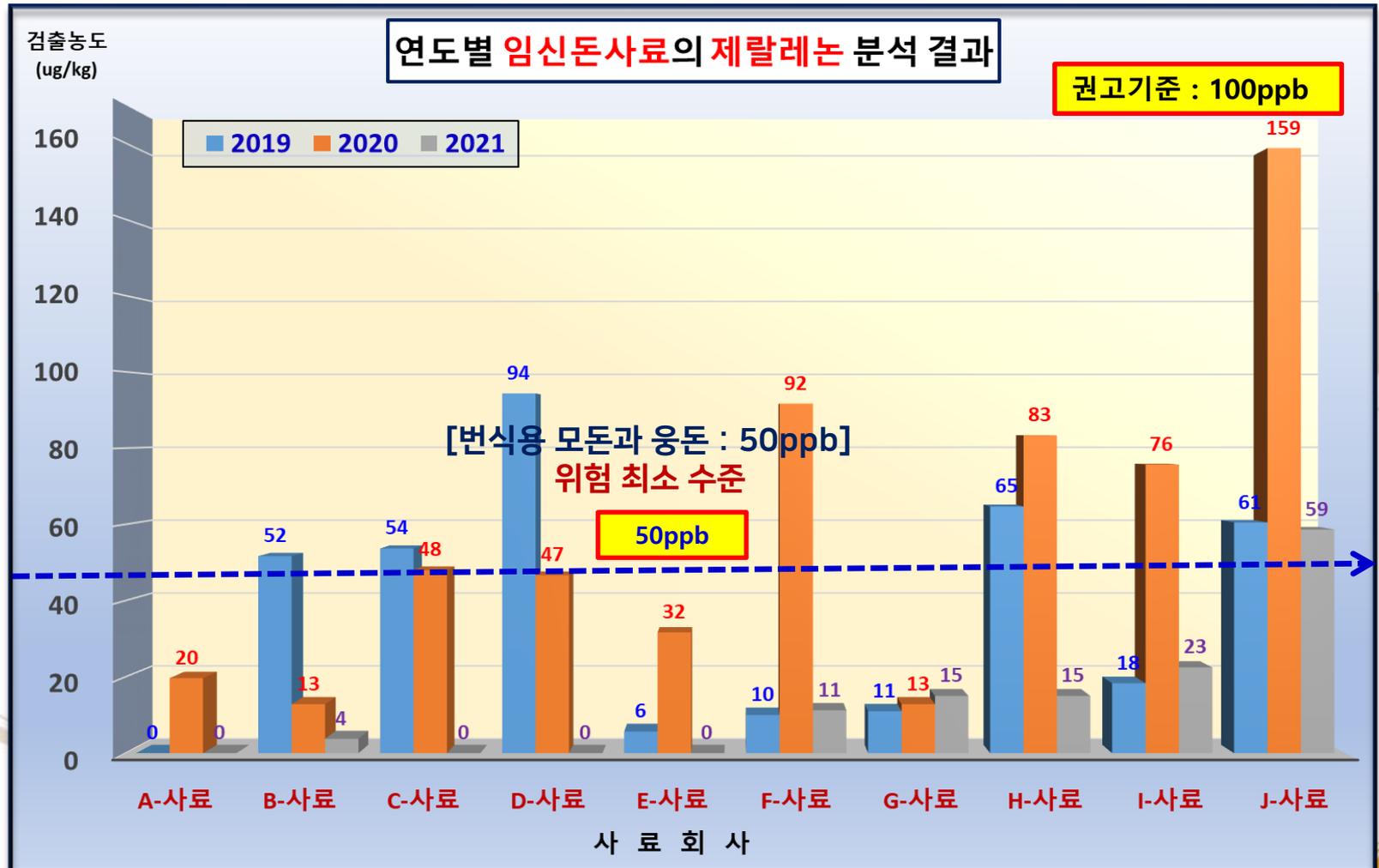
연도별 육성돈사료의 제랄레논 검출농도 추세





2. 농장형곰팡이 독소 분석 결과

❖ 연도별 임신돈사료의 제랄레논 검출농도 추세





1, 2, 3차 분석 결과 종합

- 배합사료의 제조에 사용되는 **원료는 해외에서 전량 수입 의존**
- 곰팡이 독소는 바이러스, 세균 다음으로 **농장에서 위험도 증가**
- 사료원료의 **생산, 저장, 운반 및 가공과정에서의 곰팡이 독소를 발생**

[2021년 1,2,3차 분석 결과 종합]

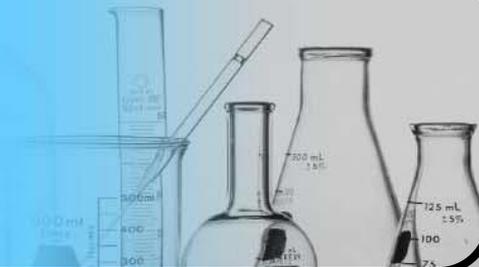
곰팡이독소	국내 규정	전이기준	육성돈사료	임신돈사료	전체평균
저장형 곰팡이독소(허용기준)					
아플라톡신	10ppb	5~20ppb	0.1ppb (2.5ppb)	0.2ppb (0.5ppb)	0.2ppb
오크라톡신	20ppb	50~250ppb	0.2ppb (2.5ppb)	0.2ppb (0.5ppb)	0.2ppb
농장형 곰팡이독소(권고기준)					
보미톡신	900ppb	500ppb	275ppb (최대 751ppb)	208ppb (최대 328ppb)	241ppb
제랄레논	100ppb	100~500ppb	14 (최대 38ppb)	13 (최대 59pb)	13ppb
퓨모니신	5,000ppb	5,000ppb	370 (최대 611ppb)	455 (최대 646pb)	412ppb

- 현재 곰팡이독소간 **시너지효과, 전이효과**에 대한 국제 공동 연구 진행
 - ✓ 곰팡이가 생성 → 주변으로 확산 → 곰팡이독소 생성 → 시너지/복합 효과
 - ✓ 곰팡이독소 포함 사료섭취 → 돼지 장기에 축적(전이)



5

종합고찰



종합고찰

❖ [사료 등의 기준 및 규격]에 의거해 현재 배합사료는 허용기준과 권고기준으로 구분

- 허용기준(규제) : *Aspergillus*계열(저장형 곰팡이독소) 아플라톡신, 오크라톡신
- 권고기준 : *Fusarium*계열(농장형곰팡이독소) 보미톡신, 제랄레논, 퓨모니신, T-2톡신

❖ 정책 건의사항

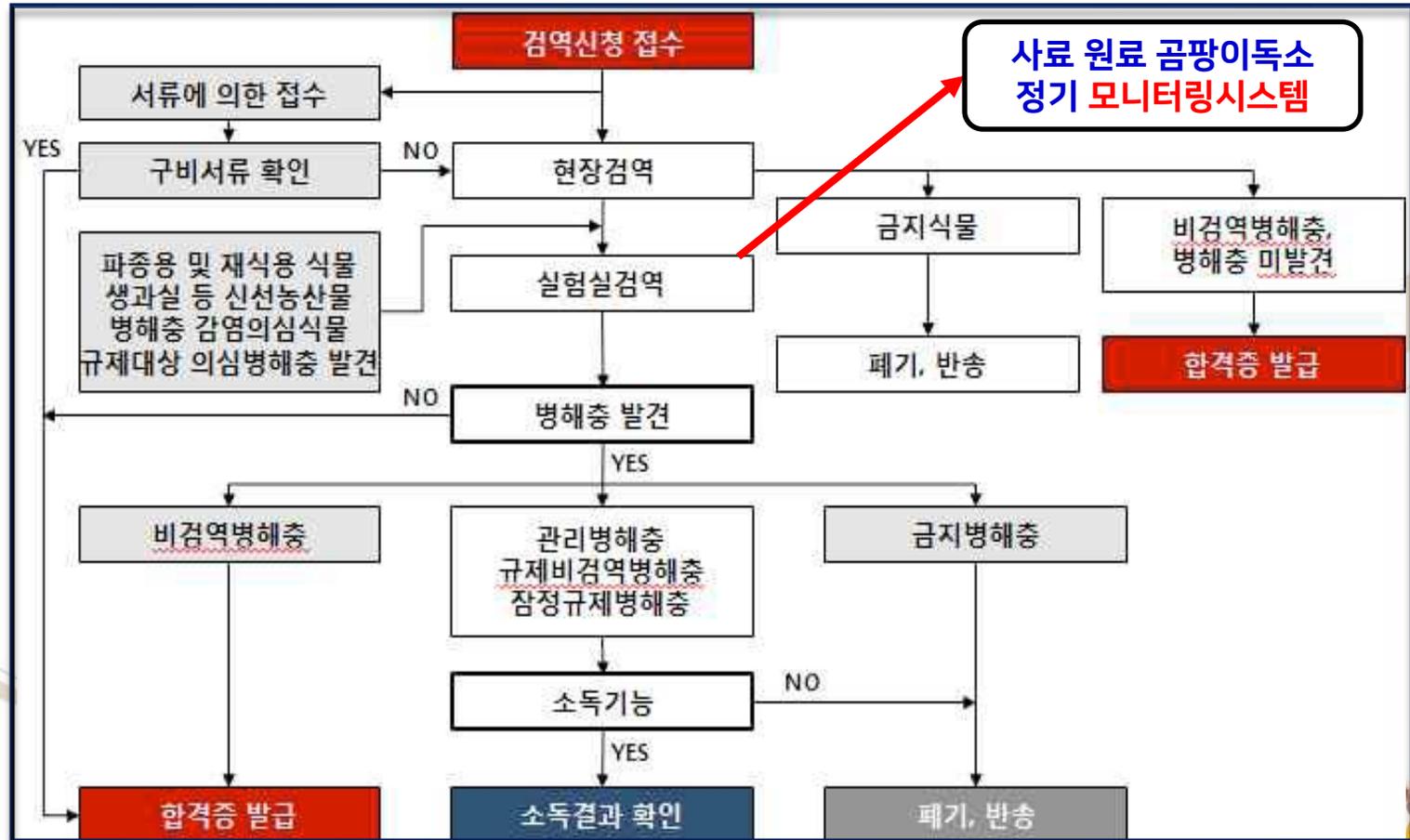
- 첫째, 배합사료 품질 강화 : 권고기준 → 허용기준 전환, 사료회사별 차별화 및 경쟁
- 둘째, 곰팡이 독소별 허용기준을 명확히 설정
- 셋째, 연구를 바탕으로 곰팡이 독소별 효과 검증

[곰팡이독소별 허용기준치]

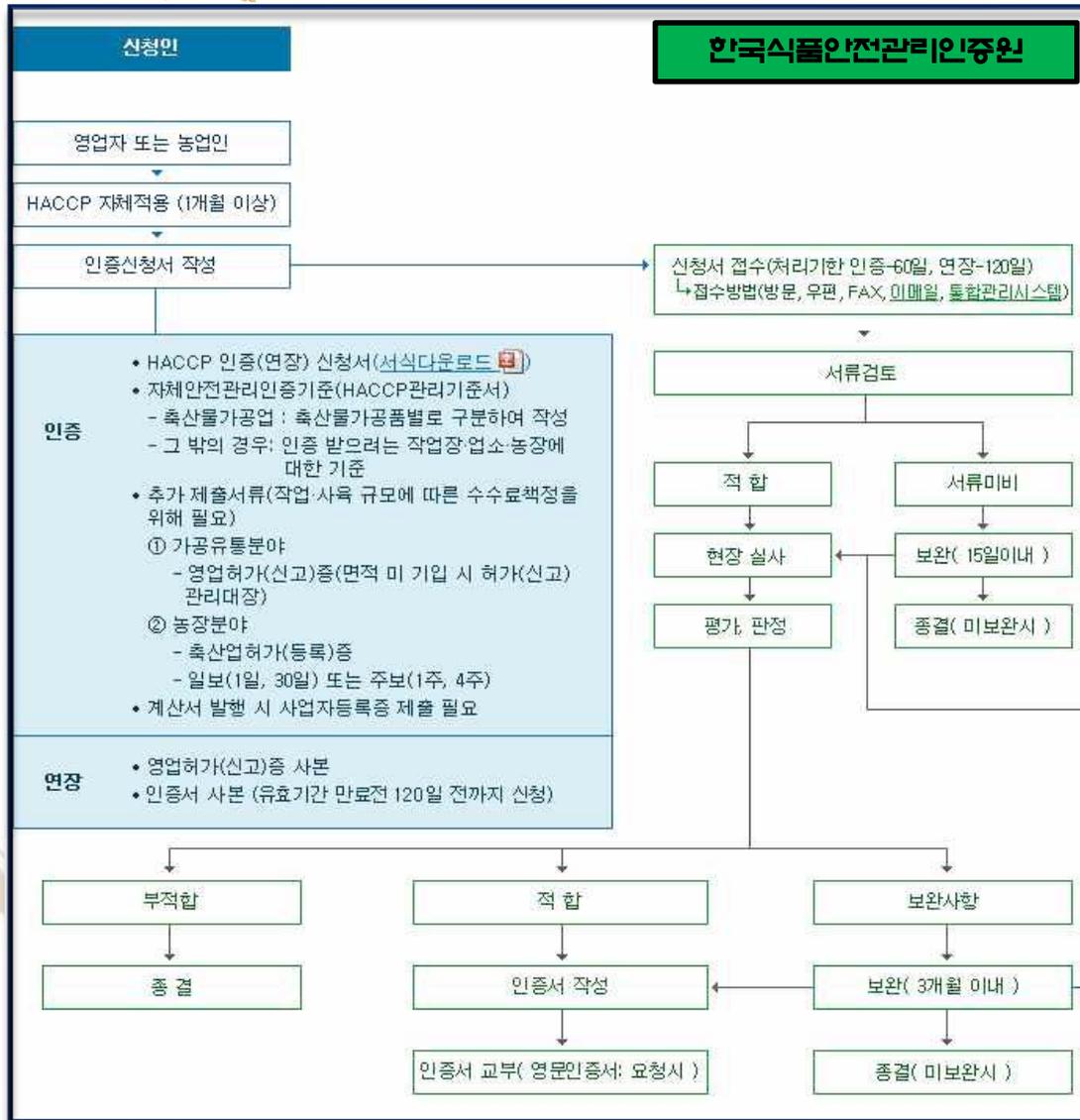
곰팡이독소	구분	Low	Medium	High
보미톡신(DON)	모돈, 수태지	<200	200-900	>900
	자돈	<150	150-200	>200
	육성·비육돈	<250	250-1000	>1000
T-2)	모돈, 수태지	<100	100-400	>400
	자돈	<50	50-100	>100
	육성·비육돈	<150	150-400	>400
제랄레논(ZEN)	모돈, 자돈	<50	50-250	>250
	육성·비육돈	<100	100-250	>250
오크라톡신(OTA)	모돈, 자돈	<50	50-400	>400
	비육돈	<80	80-500	>500
퓨모니신(FUM)	모돈, 자돈	<750	750-1000	>1000
	비육돈	<1,000	1000-1500	>1500
아플라톡신(Afla)	모든단계	<20	20-100	>100

종합고찰

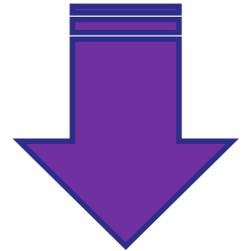
- 원료, 저장, 운송, 사료공장, 농장까지의 곰팡이 독소 예방을 위한 사료 관리
- 추가적 곰팡이독소에 대한 **모니터링실시** → **규정 강화**



종합고찰



사료 HACCP인증절차 or 재인증



사료 원료 곰팡이독소 정기 모니터링시스템



밥상 위에 착! 착!

만능부위
한돈 다릿살만 있으면
어떤 요리도 착! 착!



백종원
한돈 홍보대사

감사합니다.

