

영양 및 사료관리를 통한 하절기 대비 방안



김 동 혁 박사
CJ 생물자원연구소
양돈R&D

목 차

서론 : 하절기 고온 스트레스의 영향

본론 1 : 사료섭취량 저감 피해 최소화 방안

본론 2 : 고온 스트레스 최소화 방안

결론

하절기 고온 스트레스의 영향

하절기 고온 스트레스와 사료섭취량 감소

혹서기 열량지수 상승

열량지수	돼지에 미치는 영향
500 ~ 900	혹한기 시작
900 ~ 1300	쾌적
1300 ~ 1800	혹서기 시작
1800 ~ 2300	혹서기 대책 필요
2300 ~	위험 (폐사가능)

■ 열량지수란?

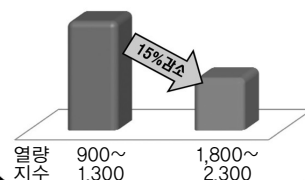
열량지수량 = 온도 × 습도

온도 (°C)	습도 (%)	열량지수	돼지에 미치는 영향
22	52	1,144	쾌적
29	73	2,117	혹서기 대책 필요

섭취량 감소

열량지수 변화	에너지 섭취량	아미노산 섭취량
900~1300 (A)	100%	100%
1800~2300 (B)	85%	85%
섭취량감소 (A)-(B)	15%	15%

증체량 불량



◆ 열량지수가 1,800~2,300 수준일 경우 사료섭취량이 15% 수준 급감.

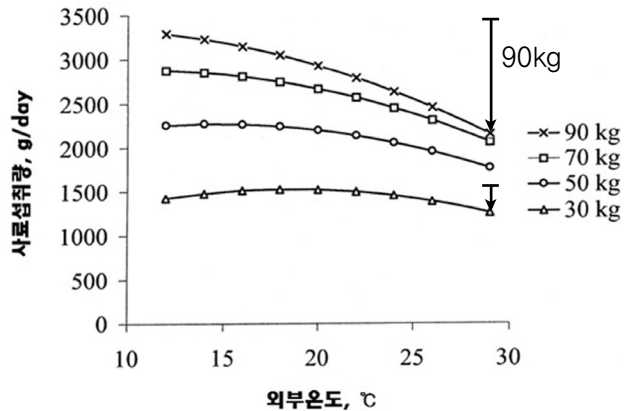
◆ 이에 따라 증체량 또한 감소됨.

(Bellego 등, 2002)



❖ 영양 및 사료관리를 통한 하절기 대비 방안

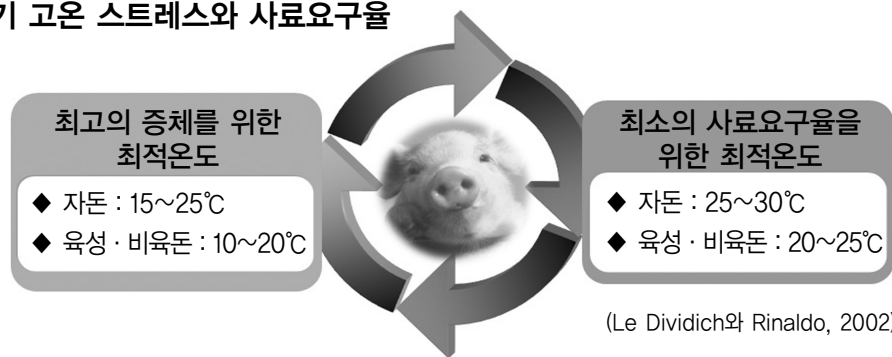
하절기 고온 스트레스와 돼지의 체중



- ◆ 돼지의 체중이 높을수록 고온 스트레스에 의한 섭취량 저하 영향을 더 크게 받음.
- ◆ 육성·비육돈 및 포유모돈의 경우 고온 스트레스에 의한 문제 발생이 더욱 심각

(Quiniou 등, 2000)

하절기 고온 스트레스와 사료요구율



(Le Dividich와 Rinaldo, 2002)

- ◆ 최고의 증체를 위한 온도와 최소의 사료요구율을 위한 온도에는 약 10°C 정도의 차이가 있음.
- ◆ 고온조건(평균 27~29°C) 하에서 사료섭취량은 급감하였으나, 사료요구율에는 별다른 차이가 없었음(Massabie 등, 1997).

하절기 고온 스트레스와 포유모돈

[21일의 포유기간 동안 온도변화가 포유모돈에게 미치는 영향]

온도, °C	18	22	25	27	29
일당사료섭취량, g	5,666	5,419	4,947	4,520	3,079
체중 손실, kg	23	22	25	30	35
등지방 손실, mm	2.1	1.9	2.7	3.5	3.5
자돈성장률, g/day/pig	244	245	233	212	189

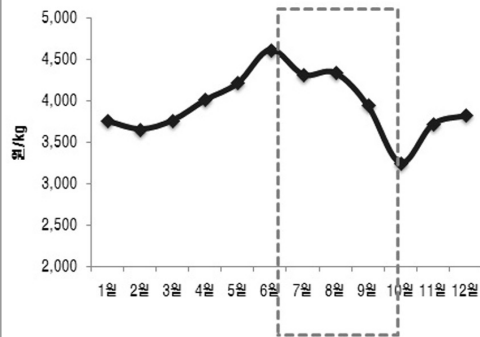
(Quiniou와 Noblet, 1999)

- ◆ 고온상태에서 포유모돈의 사료섭취량 또한 감소
- ◆ 20°C 조건에서 30°C 조건으로 온도가 변화할 경우, 포유모돈이 축적된 체조직을 이용할 수 있는 비율이 27% 감소(Prunier 등, 1997).
- ◆ 결론적으로, 모돈의 유량이 감소되게 되고(Schoenherr 등, 1989), 포유자돈의 성장에 부정적인 영향을 미침.

제16회 신기술양돈워크숍 / 하절기 생산성 제고 방안

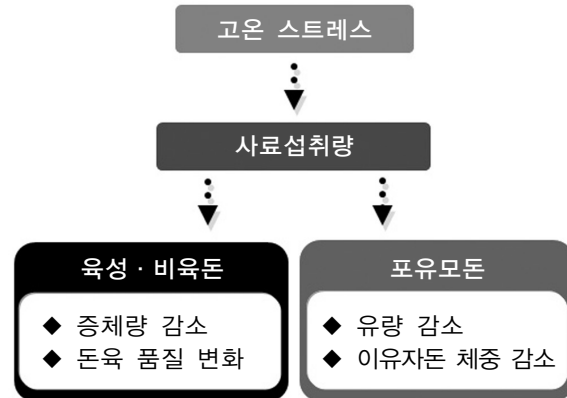
하절기 고온 스트레스와 돈가 변화

[최근 9년간의 월별 돈가 현황]

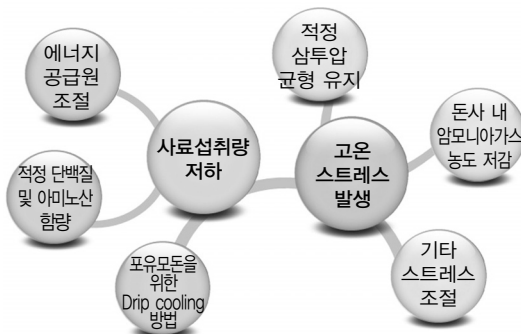


• 6월부터 10월까지 출하일령의 단축이 중요!!

- ◆ 6월부터 10월까지 지속적으로 돈가가 하락되므로 출하일령의 단축이 중요
- ◆ 하절기 고온 스트레스는 육성·비육돈의 증체량을 감소시키고, 포유모돈의 유량을 감소시켜 출하일령을 지연시키는 주요한 원인이 됨. → 이를 해결하기 위한 방안이 필요



하절기 고온 문제 해결 방안



- ◆ 사료섭취량 저하 피해 최소화 방안 → 에너지 공급원, 단백질 조절 및 drip cooling 방법
- ◆ 고온 스트레스 발생 최소화 방안 → 삼투압 균형, 환경 및 기타 스트레스 요인 조절

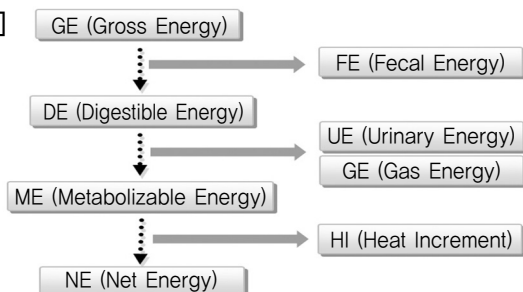
사료섭취량 저감 피해 최소화 방안 - 에너지 공급원, 단백질 조절 및 drip cooling 방법

에너지 평가 체계와 열 발생

[에너지 평가 체계]

- ◆ 원료별로 열 증가량 정도에 차이가 있으며, NE 및 ME 시스템이 일반적으로 사용되고 있음.

본문 : 에너지 공급원의 조절





❖ 영양 및 사료관리를 통한 하절기 대비 방안

원료별 열 증가량 비교

[원료별 에너지 수준 및 열 증가량 비교]

원료	ME, kcal/kg	NE, kcal/kg	HI / NE	HI (옥수수 100 기준)
옥수수	3,395	2,672	0.27	100
소맥	3,215	2,472	0.30	109
보리	3,073	2,327	0.32	114
대두유	8,574	7,545	0.14	56

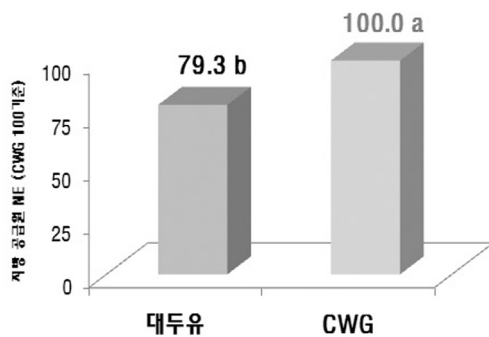
(NRC, 2012)

- ◆ 탄수화물 공급원에 비해 지방 공급원의 열증가량(HI)이 낮은 편임
- ◆ 대두유를 통해 에너지를 공급할 경우 탄수화물 공급원에 비해 약 48%의 열증가량 감소
- ◆ NE 및 ME 시스템 중 어떠한 경우라도 지방 공급원을 사용할 경우 열 증가량을 낮출 수 있음.

본론 : 에너지 공급원의 조절

포화 및 불포화지방산 비율과 열 증가량

[지방 공급원에 따른 사료 내 NE 평가 실험결과]



(실험대상 : 평균체중 84.17±5.80kg 비육돈, P<0.05)

원료	포화지방산, %	불포화지방산, %	GE, kcal/kg
대두유	17.0	82.0	9,380
Choice white grease (CWG)	38.0	60.0	9,410

(길 등, 2011)

본론 : 에너지 공급원의 조절

- ◆ 소화된 지방은 체내에서 66% 효율로 ATP를 합성하거나 90%의 효율로 체지방을 축적하는 데 사용되게 됨 (Black, 1995).
- ◆ 다가불포화지방산은 지방산화효소를 활성화시켜, β -oxidation을 촉진하여 많은 양의 지방산이 ATP 합성에 사용되도록 유도함 (Gavino와 Gavino, 1991).
- ◆ 상대적으로 포화지방산 함량이 높은 동물성 지방을 사용할 경우 열 증가량을 낮출 수 있음.

제16회 신기술양돈워크숍 / 하절기 생산성 제고 방안

포유모돈 사료 내 에너지 공급원



(Chen 등, 1990 ; Noblet 등, 2001)

- ◆ 고온 스트레스를 저감시키기 위하여 모돈 사료 내 지방을 높은 함량 첨가하는 경우가 있음.
- ◆ 육성·비육돈과 다르게 포유모돈의 경우 섭취한 지방을 유지방 생성에 많은 부분 사용하기 때문에 유 생산량 및 자돈 성장에는 큰 영향을 미치지 않는 경우가 다수 발생되었음.
(Schoenherr 등, 1989 ; Rosero 등, 2012).
- ◆ 포유모돈 사료 내 에너지 함량을 증가시킬 시 공급원 선정에 주의하여야 함.

본론 : 에너지 공급원의 조절

과잉의 단백질 및 아미노산에서 기인된 대사열

- ◆ 주변 환경 온도가 상승될 경우, 열 증가량(HI)을 줄이기 위해 동물의 사료섭취량은 감소하게 됨(Le Bellego 등, 2002).
- ◆ 사료섭취량이 감소되기 때문에 이에 대한 보상으로 단순히 사료 내 단백질 및 아미노산 함량을 과도하게 높여주는 경우가 있음.
- ◆ 이때 과잉된 부분을 탈아미노화 시키기 위한 대사 작용에 의해 동물체내의 열 발생이 증가되게 됨(Kerr 등, 2003).
- ◆ 여기에 추가적으로 질소 배출량 또한 증가되어 환경오염의 원인이 될 수 있음.
(Buttery와 Boorman, 1976).

본론 : 적정 단백질 함량 및 아미노산 균형

Lysine 대비 적정 아미노산 비율

	Maintenance	Protein accretion	Body tissue
Arg	-200	48	105
His	32	32	45
Ile	75	54	50
Leu	70	102	109
Lys	100	100	100
Met + Cys	123	55	45
Phe + Tyr	121	93	103
Thr	151	60	58
Trp	26	18	10
Val	67	68	69

(NRC, 1998)

- ◆ 제한아미노산 공급이 충분할 경우, 환경 온도에 관계 없이 단백질 이용효율은 동일하였음(Ferguson과 Gous, 1997).
- ◆ 아미노산 비율이 적절하지 않을 경우, 단백질 함량에 상관없이 이용되지 못한 아미노산의 탈아미노화로 인해 추가적인 대사열이 발생(Kerr 등, 2003).

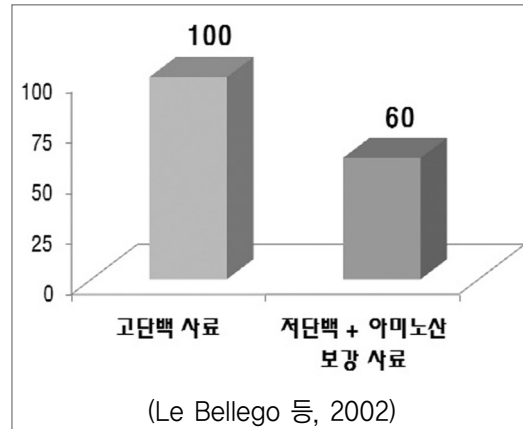
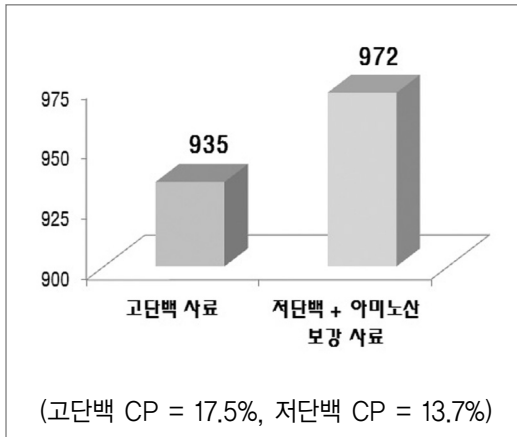
본론 : 적정 단백질 함량 및 아미노산 균형



❖ 영양 및 사료관리를 통한 하절기 대비 방안

적정 단백질 및 아미노산 함량과 돼지의 성장

[64~100kg 비육돈 구간 일당 증체량, g/day] [질소 배출량, 고단백 사료 100 기준]



- ◆ 29℃의 고온환경 하에서 비육돈 사료 내 단백질 함량을 줄이고, 적정 아미노산 비율에 따라 특정 아미노산을 보강한 결과, 증체량 및 사료효율이 증가하였으며, 질소 배출량은 감소하였음.
- ◆ 사료 내 단백질 함량 보강 시 아미노산 비율이 중요!

본문 : 적정 단백질 함량 및 아미노산 균형

고온 스트레스와 포유모돈

- ◆ 16℃에서 32℃까지 주변환경 온도가 1℃ 상승할 때마다 포유모돈의 에너지 섭취량은 2.4MJ DE 씩 떨어지게 됨(Black 등, 1993).
- ◆ 포유모돈 주변의 환경 온도가 18~20℃에서 27~30℃ 수준으로 상승될 경우, 복당 증체량이 10~23%까지 감소되었음(Quiniou와 Noblet, 1999).
- ◆ 이러한 복당 증체량 감소는 유량 감소에서 기인한 것으로, 20℃에서 30℃로 변화 시 약 10% 정도 감소되었다는 결과가 보고된 바 있음(Schoenherr 등, 1989).
- ◆ 감소된 유량 및 사료섭취량을 개선하기 위해서는 사료/영양학적 관점보다 drip cooling 및 snout cooling 등의 사양관리 기술이 더욱 효과적인 것으로 나타남(Noblet 등, 2001).

본문 : 포유모돈을 위한 drip cooling 방법

제16회 신기술양돈워크숍 / 하절기 생산성 제고 방안

Drip cooling 및 snout cooling



본론 : 포유모돈을 위한 drip cooling 방법

(CJ CPS, 2014)

Drip cooling 및 snout cooling

[포유모돈을 대상으로 한 drip cooling 및 snout cooling의 효과]

	대조구	Drip cooling
일당 모돈 사료섭취량, g	5.0	6.6
포유돈 체중 변화, kg	-27.1	-9.2
호흡수, 회/분	79	42
복당 증체량, kg	55.0	60.3
이유 전 폐사율, %	18	14

Drip cooling	Snout cooling	섭취량, kg/d	체중 변화, kg
-	-	3.99	-19.8
-	+	4.86	-14.3
+	-	5.29	-10.8
+	+	5.84	-2.0

- 평균 외기온도 30℃, 상대습도 45%

- Drip은 10분 중 3분 동안 실시

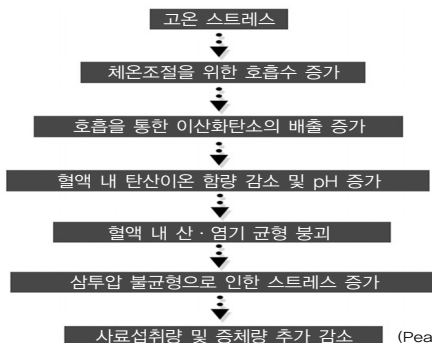
(McGlone 등, 1988)

◆ 포유모돈의 어깨 및 목 부근에 차가운 물방울 접촉 시 시상하부-뇌하수체-난소의 신경라인 촉진 (McGlone 등, 1998) → 모돈의 고온 스트레스 저하 및 사료섭취량 증가

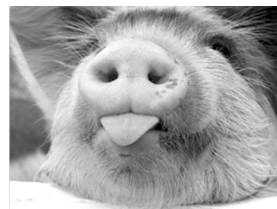
본론 : 포유모돈을 위한 drip cooling 방법

고온 스트레스 최소화 방안 - 삼투압 균형, 환경 및 기타 스트레스 요인 조절

삼투압 균형 및 고온 스트레스



(Pearce 등, 2013)



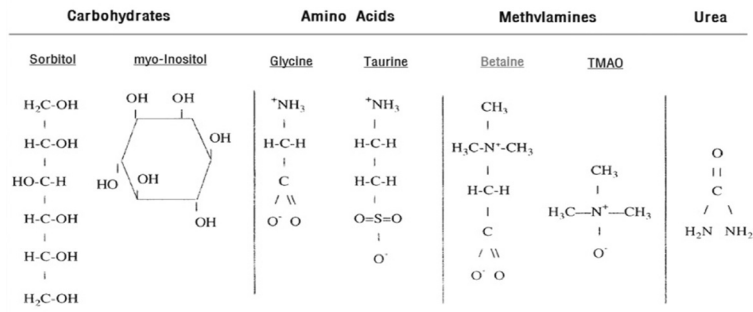
- ◆ 돼지의 경우 땀샘이 없고, 호흡을 통해 체온을 조절함.
- ◆ 이산화탄소 배출로 인해 혈액 내 pH가 증가되게 됨.
- ◆ 뇨를 통한 전해질 배출 증가 및 추가적인 사료섭취량 감소 발생

본론 : 삼투압 균형 및 고온 스트레스



❖ 영양 및 사료관리를 통한 하절기 대비 방안

삼투압 조절제의 종류



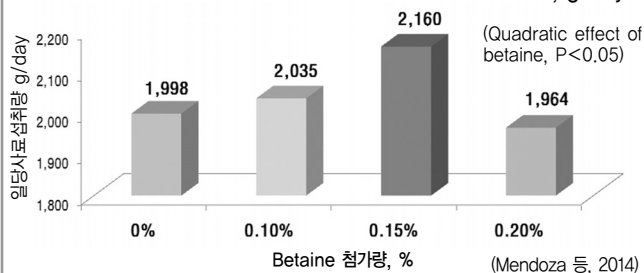
(Paul 등, 2001)

- ◆ 많은 수의 삼투압 조절제가 소개된 바 있으며, 사료 내 광물질 함량 및 축중에 따라 서로 다른 영향을 나타낸 바 있음(Paul 등, 2001).
- ◆ 동물세포를 대상으로 진행한 in-vitro 실험 결과, Betaine이 고삼투압 스트레스를 줄이는 데 가장 효과적인 것으로 나타남(Yancey 등, 1992).

본론 : 삼투압 균형 및 고온 스트레스

실험 결과 : 고온 스트레스와 삼투압 조절제

[Betaine 첨가에 따른 실험 후기 (15~28 d) 사료섭취량 변화, g/day]



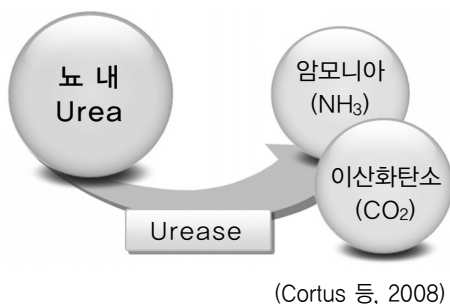
본론 : 삼투압 균형 및 고온 스트레스

◆ 실험디자인

- 개시체중 39.0±1.5 kg 육성돈 64두
- 요인 1 : 환경온도(14~21°C 및 28~35°C)
- 요인 2 : Betaine 첨가수준(0, 0.10, 0.15 및 0.20%)

- ◆ 적절한 수준의 betaine을 사료 내에 첨가한 경우 육성돈의 사료섭취량 개선에 효과가 있는 것으로 나타남.

고온 및 암모니아가스 농도



본론 : 돈사 내 암모니아가스 농도 저감

- ◆ 뇨 내 urea는 urease에 의해 암모니아 및 이산화탄소로 전변되게 됨.
- ◆ 돈사 내 암모니아 농도에 영향을 미치는 요인은 총 3가지로 풍속, pH 및 온도가 있으며, 이 중 pH와 온도가 큰 비중을 차지하고 있음(Ni 등, 1999).
- ◆ 돈사 내 암모니아 농도는 고온 스트레스를 가중시킬 수 있으며, 이를 저감시키기 위한 방안이 필요함(Cerisuelo 등, 2012). → pH 조절

제16회 신기술양돈워크숍 / 하절기 생산성 제고 방안

Benzoic acid와 뇨 내 pH 변화

[자돈 사료 내 benzoic acid 첨가가 뇨 내 pH에 미치는 영향]

Benzoic acid 첨가수준, %	0 %	0.5 %	1.0 %
소화물의 pH			
위	4.40±0.16	4.21±0.35	4.21±0.15
십이지장	5.68±0.11	5.64±0.24	5.51±0.21
공장	6.14±0.21	6.10±0.39	6.15±0.09
회장	6.55±0.36	6.37±0.44	6.66±0.07
뇨 내 pH	7.45±0.19 ^a	6.87±0.54 ^{ab}	6.42±0.59 ^b

(p<0.05)

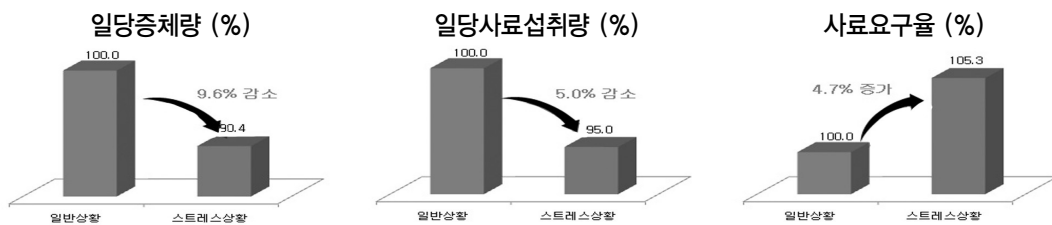
(Kluge 등, 2005)

- ◆ Benzoic acid는 흡수된 후에 간으로 운반되어 glycine과 펩타이드 결합을 이룸.
- ◆ Hippuric acid가 생성되고 다시 혈류를 따라 신장을 통해 뇨로 배설되게 됨 (Torralardona 등, 2007).
- ◆ Hippuric acid의 pKa 값은 3.80으로 benzoic acid의 pKa 값인 4.19보다 낮은 수준임 → Urease의 활성 저하 및 pH 감소를 통한 돈사 내 암모니아 가스 농도 감소

본론 : 돈사 내 암모니아가스 농도 저감

돈군 이동과 고온 스트레스

[돈군 이동이 육성돈의 성장성적에 미치는 영향]



(Hyun 등, 1998)

- ◆ 이유 이외에도 자돈사에서 육성비육사 등으로 이동할 시 돼지는 환경변화에 의한 스트레스를 받게 되며, 이에 따라 성장성적 저하가 동반되게 됨.
- ◆ 환경변화에 의한 면역적 스트레스와 새로운 개체와의 합사에 의한 사회적 스트레스가 이에 포함 → 고온 스트레스와 중첩될 경우 더욱 안 좋은 영향을 미칠 수 있음.

[돈군 이동 및 고온스트레스가 육성돈의 성장성적에 미치는 영향]

(P<0.05)

고온스트레스 (24℃ → 28~34℃)	돈군 이동	증체량, g/d	섭취량, kg/d	Gain : feed
-	-	876 ^a	2.18 ^a	0.40
-	+	777 ^a	2.01 ^{ab}	0.39
+	-	792 ^a	1.99 ^b	0.40
+	+	676 ^b	1.83 ^c	0.37

(Hyun 등, 1998)

- ◆ 34.7±0.50kg 육성돈을 대상으로 4주 동안 실험을 진행한 결과, 고온 스트레스와 돈군 이동 스트레스를 함께 받을 시 성장성적이 더욱 저하되는 것으로 나타남.
- ◆ 하절기 돈군 이동 최소화 및 이동 시 체중별 분류의 중요성 → 비교적 서늘한 시간대의 이동이 필요

본론 : 기타 스트레스 조절



❖ 영양 및 사료관리를 통한 하절기 대비 방안

다른 스트레스 요인



- ◆ 돈사 내 온도가 30℃에 근접하더라도 급격하게 변화하지 않고, 일정하게 유지된다면 고온 스트레스가 저감되는 것으로 나타남(Liao와 Veum, 1994).
- ◆ 시원한 시간대에 feeding activity를 가져갈 수 있도록 유도한 경우 고온 스트레스를 최소화할 수 있음(Giles, 1992).
- ◆ 급격한 사료 내 성분 및 원료 변화는 고온 스트레스를 증가시킬 수 있으므로 주의하여야 함.

본론 : 기타 스트레스 조절

결론

- ◆ 사료섭취량 저감 피해 최소화
 - 지방 공급원 중에서도 포화지방산 함량이 높은 원료를 사용(포유모돈의 경우 주의)
 - 대사열 발생 최소화를 위한 적정 단백질 함량 및 아미노산 비율의 적용
 - 포유모돈의 사료섭취 개선을 위한 drip 및 snout cooling 방법
- ◆ 고온 스트레스 최소화
 - 고삼투압 스트레스 최소화를 위한 조절제의 사용
 - 돈사 내 암모니아가스 농도 최소화
 - 돈군 이동 등 고온 스트레스 상승에 영향을 줄 수 있는 다른 스트레스 요인의 조절
- ◆ 모든 사료/영양학적 전략은 검증 실험 등의 개별 지식소화과정을 거쳐야 완성될 수 있음.

감사합니다



CJ 제일제당 생물자원사업부문은 한돈농가의 위기극복과 경쟁력강화를 위한 희망의 씨앗이 되겠습니다.