

사료 내 아가베 이눌린 수준이 비거세돈의 지방조직 내 웅취에 미치는 영향

정용대, 박현주, 김조은, 민예진, 최요한, 김두완, 전다연, 정학재, 사수진, 조은석, 진현주
농촌진흥청 국립축산과학원 양돈과
e-mail:yongdaejeong@korea.kr

Effects of dietary agave inulin levels on boar taint in adipose tissues of entire male pigs

Yong-Dae Jeong, Hyun-Ju Park, Jo-Eun Kim, Ye-Jin Min, Yo-Han Choi, Doo-Wan Kim,
Da-Yeon Jeon, Hak-Jae Chung, Soo-Jin Sa, Eun-Seok Cho, Hyunju Jin
Swine Science Division, National Institute of Animal Science, Rural Development
Administration

요약

본 연구는 사료 내 아가베 유래 이눌린 수준이 비거세돈의 지방조직 내 웅취에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다. 사료 내 아가베 이눌린 수준은 0, 1, 2, 3, 4%로 설정하여 총 5개 처리구로 구성하였다. 시험시동물은 3원 교잡돈(LYD) 45두를 공시하였고 처리구당 3반복, 반복당 3두씩 배치하였으며 사양시험은 4주간 실시하였다. 사양시험종료 후 목, 등 및 삼겹 지방조직을 수집하였고 GC-MS를 이용해 웅취물질을 분석하였다. 이눌린 0% 처리구의 등, 목 및 삼겹지방 내 안드로스테논(AND) 분석치 범위는 각각 0.230~2.021, 0.106~2.032 및 0.135~2.057 $\mu\text{g/g}$ 인 반면에 이눌린 4% 처리구의 분석치 범위는 각각 0.113~1.066, 0.098~1.023 및 0.139~1.118 $\mu\text{g/g}$ 으로 분석되었다. 또한 스카톨(SKA)은 처리구간 차이가 없었다. 따라서 사료 내 이눌린 수준이 높을수록 지방조직 내 AND 농도는 감소하는 것으로 확인되었다. 지방부위별로 근소한 차이는 있으나 AND 분석치의 최소값은 유사하게 나타낸 반면에 최대값은 높았다. 이러한 차이는 개체 특이적인 차이로 사료된다. 이러한 결과는 비거세돈의 동물복지사양관리의 기초자료로 활용 가능할 것이다.

1. 서론

양돈 산업은 고품질 돼지고기 생산을 위해 지속적으로 노력해왔다. 소비자들의 돼지고기 구매 시 영향을 미치는 요인 중 하나는 웅취(boar taint)이다. 웅취는 고환을 제거하지 않은 수퇘지의 돼지고기를 조리할 때 발생하는 불쾌한 냄새나 맛으로 정의할 수 있다. 일반적으로 양돈농장에서는 생후 0~3주에 외과적 또는 물리적 거세를 통해 고환을 제거하여 웅취 발생을 미연에 방지하고 있다. 그러나 최근 농장동물복지에 대한 관심 고조와 복지 관련 규제가 강화됨에 따라 물리적 거세에 대해 논란이 일고 있다. 일부 국가에서는 전신 또는 국소마취를 통해 고통을 최소화하는 방법을 선택하고 있고 다른 일부 나라에서는 면역학적 거세 또는 조기 도축을 통해 웅취 물질 저감을 실현하고 있다[1]. 이외도 이눌린이 많이 포함되어 있는 치커리, 돼지감자의 급여는 웅취 저감에 효과를 나타내었다.

이눌린은 난소화성 탄수화물의 일종이며 장내 유익미생물 성장을 촉진하여 장내 환경 및 체내 대사 관련 건강지표를 개선이 보고되고 있고[2] 소화기관 내 스카톨 및 인돌 생성을 저해하여 웅취 저감에 효과적이다[1]. 또한 천연 유래 이눌린

대비 합성이눌린은 그 효과가 낮은 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구는 아가베에서 추출한 정제 이눌린 사용 수준이 비거세 돼지의 지방조직 내 웅취 물질 농도에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 시험동물 및 시험디자인

공시동물은 총 45두의 약 120일령 비거세 3원교잡 돼지를 이용하였다. 또한 공시돈의 생산 및 시험과정은 국립축산과학원 가이드라인에 준수하여 수행하였다. 본 연구에 사용된 이눌린은 아가베 이눌린(Agave inulin, Mexico)은 구입하였고 HP 1100 HPLC-MS로 분석한 결과 이눌린 농도는 약 90%로 확인되었다. 사료 내 이눌린 수준은 0, 1, 2, 3, 4%로 설정하여 총 5 처리로 하였다. 처리당 3반복, 반복당 3두씩 시험돈사에 배치하였다. Table 1과 같이 시험사료는 옥수수·대두박 위주로 이눌린 0, 4% 사료를 배합하였고 이눌린 1, 2, 3% 사료는 0, 4% 시험사료를 브랜딩(Blending)하여 준비하였다. 시험사료 내 영양수준은 NRC[3]에서 권장하는 수준에 준하였다. 사양시험 기간은 4주간 수행하였고 시험기간 동안

사료와 물은 자유 채식하였다.

[Table 1] Formula and chemical compositions of the experimental diets

Ingredient (%)	Dietary inulin levels (%)	
	0	4
Corn	65.85	64.39
Soybean Meal	16.66	17.58
Wheat	9.00	9.00
Wheat Bran	4.00	0.00
Tallow	2.00	2.50
DCP	0.70	0.91
Limestone	0.93	0.76
Inulin	0.00	4.00
L-Lysine	0.21	0.21
DL-Methionine	0.01	0.01
L-Threonine	0.04	0.04
Salt	0.30	0.30
Vitamin-Mineral premix ¹	0.30	0.30
Total	100.00	100.00
Calculated compositions		
ME, kcal/kg	3,363	3,291
NE, kcal/kg	2,563	2,513
CP	14.56	14.24
Lys	0.84	0.84
Met	0.26	0.25
Met+Cys	0.55	0.52
Thr	0.57	0.56
Try	0.16	0.15
Ca	0.59	0.58
P	0.48	0.48

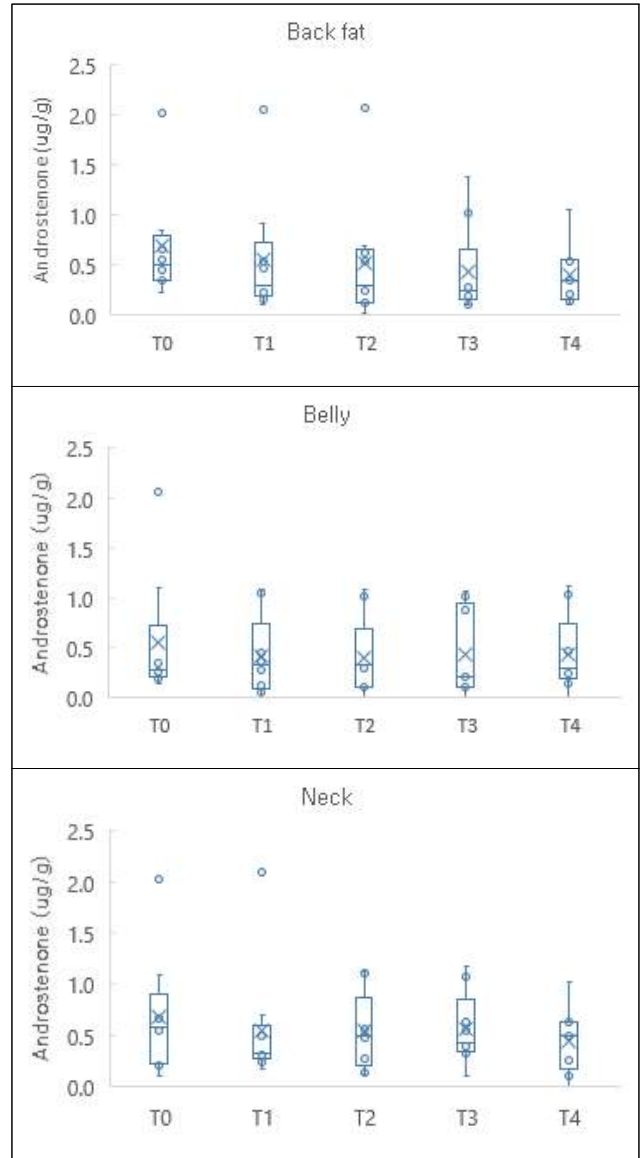
¹The premix contained the quantities of vitamins and minerals per kilogram: vitamin A, 5,000,000 IU; vitaminD3, 950,000 IU; vitamin E, 25,000 IU; vitamin K3, 1,500 mg; vitamin B1, 1,125 mg; vitamin B2, 2,500 mg; vitamin B6, 1,625 mg; vitamin B12, 18,750 ug; pantothenic acid, 8,500 mg as calcium D-pantothenate; niacin, 16,000 mg; folic acid, 625 mg; biotin, 150 mg; I, 200 mg as potassium iodine; Fe, 50,000 mg as ferrous sulfate; Mn, 18,000 mg as manganese sulfate; Zn, 30,000 mg as zinc oxide; Cu, 13,000 mg as copper sulfate; Co, 313 mg as cobalt sulfate; antioxidant (Endox), 6,000 mg.

2.2 시료 채취 및 응취 분석

사양시험 종료 후 시험도축을 통해 목, 삼겹, 등 부위에서 근육 및 결체조직을 제외한 지방을 수집하였고 분석 전까지 -70℃에서 보관하였다. 응취 물질인 안드로스테논(AND), 스카톨(SKA)은 Fischer 등[4]의 방법을 일부 수정하여 GC-MS를 이용해 분석하였다.

2.3 데이터 처리

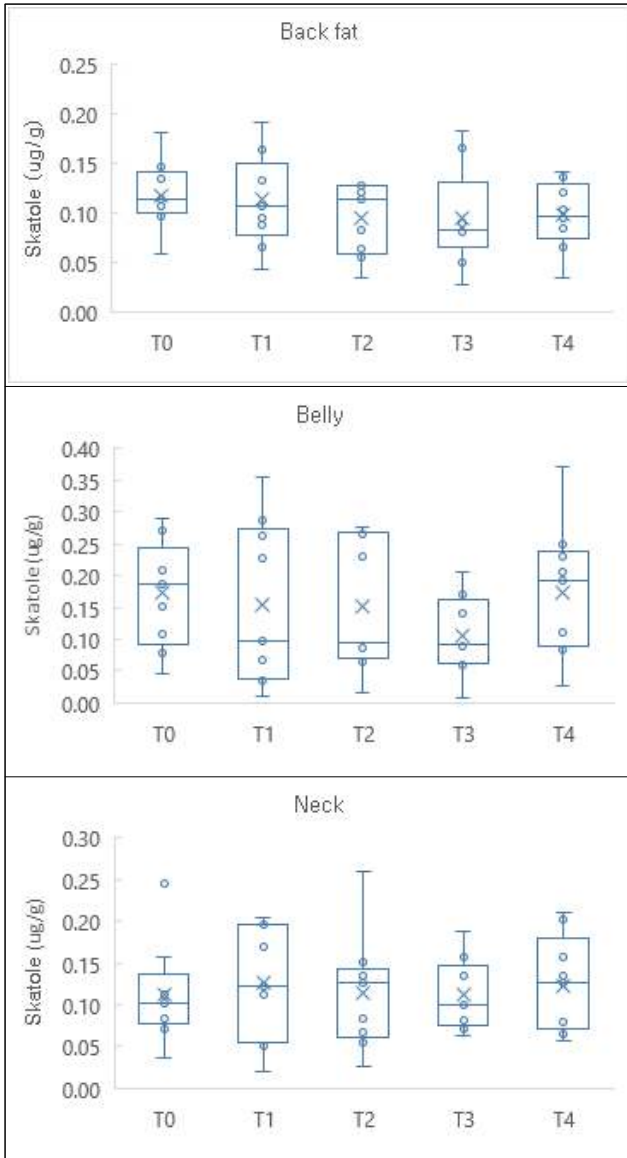
수집된 분석치는 SAS 9.2 프로그램을 이용해 분산분석을 실시하였고 처리구간 유의성은 Turkey procedure를 적용하였으며 p값이 0.05 미만일 때 인정하였다. 통계분석이 완료된 결과들은 box and whisker plot으로 나타내었다.



[Figure 1] Androstenone(AND) concentration in adipose tissues from entire male pigs fed various Agave inulin levels. T0, 0% of inulin; T1, 1% of inulin; T2, 2% of inulin; T3, 3% of inulin; T4, 4% of inulin.

3. 결과 및 고찰

지방조직 내 AND 농도는 Figure 1과 같다. 등지방 내 AND는 사료 내 이눌린 수준이 높을수록 감소하였다(0.699~0.399 $\mu\text{g/g}$). 이와 유사하게 목지방 및 삼겹지방은 각각 2.032~0.106 및 2.057~0.135 $\mu\text{g/g}$ 감소하였다. 비거세 돼지사료 내 이눌린 수준 별 지방조직 내 SKA 농도는 Figure 2에 나타내었다. 등지방 내 SKA 농도는0.118~0.098 $\mu\text{g/g}$ 로 확인되었고 목지방은 0.112~0.124, 삼겹지방은 0.173~0.174 $\mu\text{g/g}$ 분석되었다.



[Figure 2] Skatole concentration in adipose tissues from entire male pigs fed various Agave inulin. T0, 0% of inulin; T1, 1% of inulin; T2, 2% of inulin; T3, 3% of inulin; T4, 4% of inulin.

웅취를 유발하는 대표적인 화합물은 안드로스테논 (Androstenone) 및, 스카톨(Skatole)로 알려져 있다. 안드로스테논은 고환 내 라히디히 세포(Leydig cell)에서 생성되어 성숙된 수태지에서 확인된다. 반면에 스카톨은 아미노산 중 트립토판의 대사산물이며 소화기관 내 미생물 유래 물질로 암퇘지 및 수태지에서 모두 발견된다. 이러한 웅취 유발 물질들은 혈액을 통해 간으로 전달되어 turnover 대사가 이루어지며 최종적으로 지방조직에 축적된다. 따라서 암퇘지보다 수태지에서 웅취 물질 농도가 높다.

Box and whisker plot 내 marker는 데이터의 특성을 나타내고 있다. X는 평균값이 나타내며 open circle은 각각의 분석치를 의미한다. 또한 whisker를 벗어난 open circle은 이상치를 의미한다. AND 농도의 경우 지방조직 부위별 차이는 있

지만 사료 내 이눌린이 높을수록 이상치가 감소하는 경향이 확인되었다. 반면에 SKA 농도는 이상치가 AND보다 상대적으로 작은 것으로 나타내었다. 이러한 경향은 개체 간 변이에 따른 결과로 사료된다. 또한 국외의 경우 웅취 저감을 위해 선행연구들이 많이 수행되어 왔다. 반면에 국내에서는 연구가 적게 이루어지고 있으므로 본 연구결과는 향후 비거세돈 대상 동물복지사양관리의 기초자료로 활용가능성이 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Bee, G., Quiniou, N., Maribo, H., Zamaratskaia, G., Lawlor, P.G., "Strategies to meet nutritional requirements and reduce boar taint in meat from entire male pigs and immunocastrates", *Animals*, Vol. 10, No. 11, pp. 1950, 2020.
- [2] NRC (National Research Committee), "Nutrient requirements of swine", 11th rev. ed., *National Academy Press*, 2012.
- [3] Wang, W., Chen, D., Yu, B., Huang, Z., Luo, Y., Zheng, P., Mao, X., Yu, J., Luo, J., He, J., "Effect of dietary inulin supplementation on growth performance, carcass traits, and meat quality in growing - finishing pigs", *Animals*, Vol. 9, No. 10, pp. 840, 2019.
- [4] Fischer, J., Elsinghorst, P. W., Bücking, M., Tholen, E., Petersen, B., Wüst, M., "Development of a candidate reference method for the simultaneous quantitation of the boar taint compounds androstenone, 3 α -androstenol, 3 β -androstenol, skatole, and indole in pig fat by means of stable isotope dilution analysis - headspace solid-phase microextraction - gas chromatography/mass spectrometry", *Analytical Chemistry*, Vol.83, pp.6785-6791, 2011.