

# 전북지방에서 생산된 가축사료내 카드뮴 함량에 관한 조사연구

권 오 덕

전북대학교 수의과대학

## 서 론

카드뮴은 인축의 건강에 해로운 축적성 중금속으로서<sup>1,22,23,26,27</sup>, 인축이 일시에 다량의 카드뮴에 노출될 때에는 급성중독을 일으킬 수도 있지만<sup>1,3,20</sup>, 고도로 산업화되고 있는 요즈음에는 각종 산업과정에서 환경에 유출된 소량의 카드뮴이 장기간에 걸쳐 음식물이나 사료, 공기 등을 통하여 인축의 체내에 침입 축적됨으로써 일어나는 만성중독이 보다 중요한 공중위생상의 문제로 대두되고 있다.<sup>2,23</sup>

카드뮴은 주로 신장, 간, 뼈에 축적<sup>1,2,6,9,23,28</sup>되어 신장변성증, 골연증 및 가성골절 등에 기인한 심한 통증을 일으키는 이른바 “이따이 이따이”병<sup>23</sup> 이외에도 빈혈증과 저단백혈증<sup>16,19,21,23,25</sup>, 체중감소 또는 성장장애<sup>3,5,11,20,25</sup>, 고환조직 형성부전 또는 파괴<sup>15,17,20</sup>, 신장장애<sup>12</sup>, 고혈압<sup>1</sup>, 면역억압<sup>10,18</sup>, 태아 발육장애<sup>8,9,24</sup>, 유즙내 배설에 기인하는 유아발육장애<sup>14,23</sup>, 발암작용<sup>8</sup> 등이 보고되었다.

가축은 일반적으로 단명에 그치므로 사람에서와 같은 만성중독의 위험은 적다고 하겠으나 가축의 체조직에 축적된 카드뮴은 그 생산물을 이용하는 사람에게 중독원이 될 수 있다<sup>4</sup>는 점을 고려할 때 결코 간과되어서는 안될 문제라 생각된다.

최근 축산물내의 중금속 함량에 대한 관심이 증가되고 있는 바 가축에 이러한 중금속의 축적을 일으키는 원인을 규명하고자 전북지방에서 생산되어 가축사료로 이용될 수 있다고 생각되는 농업부산물과 목·야초를 각 군별로 채취하여 카드뮴 함량을 측정하였던 바 공중위생상 기초적 자료를 제시하고자 한다.

## 재료 및 방법

조사대상 사료 : 가축사료로 이용될 수 있다고 생각되는 벼짚, 쌀겨, 왕겨, 콩깍지 등의 농업부산물과 옥수수대, 클로버, 썩, 잔디, 갈대, 칩잎, 싸리잎 등의 목·야초를 대상으로 하였다.

시료채취 지역 : 전라북도내 정읍군 고부면, 무주군 안성면, 남원군 금지면, 옥구군 대야면, 완주군 봉동읍에서 각각 시료를 채취하였다.

사료내 카드뮴 함량 측정 : 검사시료는 80°C 건조기 내에서 완전히 건조시켜 유발내에서 마쇄한 후 5g 씩을 취하여 580~600°C의 전기회화로 내에서 24시간 회화하였다. 회분은 1:1 회염산액으로 용해시킨 후 여지(No. 6)로 여과하여 얻은 여액을 원자흡광분광광도계 (Atomic absorption spectrophotometer, Hitachi 170-30) 및 자동기록기(Hitachi 561)를 이용하여 흡광도를 구한 다음 카드뮴 표준액(Hayashi pure chemical industries)으로 작성한 검량선상에서 실험량을 산출하였다. 카드뮴 분석시 원자흡광분광광도계의 조작조건은 파장 228.8nm, lamp current 6.0mA, air flow 1.6kg/cm<sup>2</sup>, acetylene gas flow 0.8kg/cm<sup>2</sup>, slit 0.18mm였다. 한편 모든 성적의 평균치는 컴퓨터를 이용하여 two-sample t-test로 유의성을 검정하였다.

## 결 과

농업부산물내 카드뮴 함량 : 벼짚을 포함한 4가지 농업부산물내의 카드뮴 함량은 Table 1에 표시한 바와 같이 사료의 종류 및 생산지에 따라 달랐으나 평

균치에 있어서는 콩각지가  $3.15 \pm 0.51(2.40 \sim 3.81)$   $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 많았으며 그 다음은 쌀겨  $2.87 \pm 0.23(2.50 \sim 3.09)$   $\mu\text{g/g}$ , 볏짚  $1.66 \pm 0.85(1.08 \sim 3.14)$   $\mu\text{g/g}$ , 왕겨  $0.86 \pm 0.45(0.41 \sim 1.35)$   $\mu\text{g/g}$ 의 순이었다.

목·야초내 카드뮴 함량 : 옥수수대를 포함한 7가지의 목·야초내 카드뮴 함량은 Table 2에 표시한 바와 같이 종류별 및 생산지별로 차이가 있었으나 평균치에 있어서는 칩잎이  $5.65 \pm 1.00(4.87 \sim 7.29)$   $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았으며 그 다음이 썩  $4.86 \pm 1.24(2.89 \sim 6.24)$   $\mu\text{g/g}$ , 클로버  $4.28 \pm 0.75(2.99 \sim 4.86)$   $\mu\text{g/g}$ , 짜리잎  $3.99 \pm 1.21(2.38 \sim 4.94)$   $\mu\text{g/g}$ , 잔디  $2.24 \pm 1.04(1.33 \sim 3.44)$   $\mu\text{g/g}$ , 갈대  $1.99 \pm 0.95(0.88 \sim 2.91)$   $\mu\text{g/g}$ , 옥수수대  $1.61 \pm 0.99(0.38 \sim 3.12)$   $\mu\text{g/g}$ 의 순이었다.

사료내 카드뮴 함량의 지역별 차이 : Table 3에 표시한 바와 같이 옥구군이  $3.19 \pm 2.09(0.41 \sim 7.29)$   $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았으며 그 다음이 무주군  $3.15 \pm 1.73(1.12 \sim 5.94)$   $\mu\text{g/g}$ , 완주군  $3.05 \pm 1.76(0.38 \sim 5.04)$   $\mu\text{g/g}$ , 남원군  $2.85 \pm 1.70(0.43 \sim 6.24)$   $\mu\text{g/g}$ , 정읍군  $2.85 \pm 1.25(0.83 \sim 5.12)$   $\mu\text{g/g}$ 의 순이었다. 그러나 각 지역별로 유의한 차이는 인정되지 않았다.

## 고 찰

카드뮴은 생물체의 정상적 구성분이라고 보는 의견<sup>2)</sup>도 있지만, 확실한 작용이나 중요성에 관해서는 아직 밝혀져 있지 않으며 현재까지는 인축에 독성을 나타내는 물질로 알려져 있다.<sup>1-3, 5, 9, 18, 23, 28)</sup>

Lynch 등<sup>13)</sup>은 소에서  $18\text{mg/kg}$  B. W. 의 카드뮴을

Table 1. Individual and Mean Cadmium Contents ( $\mu\text{g/g}$ ) of Agriculture Byproducts

Place, sampled	Rice straw	Rice bran	Rice hull	Soybean pod
Jeongup-gun	1.29	2.91	0.83	3.16
Mooju-gun	3.14	3.00	1.35	2.40
Namwon-gun	1.08	2.85	0.43	3.81
Okgu-gun	1.19	2.50	0.41	3.06
Wanju-gun	1.58	3.09	1.30	3.33
Mean $\pm$ SD	$1.66 \pm 0.85$	$2.87 \pm 0.23$	$0.86 \pm 0.45$	$3.15 \pm 0.51$
Range	1.08~3.14	2.50~3.09	0.41~1.35	2.40~3.81

Table 2. Individual and Mean Cadmium Contents ( $\mu\text{g/g}$ ) of Pasture Plants

Place, sampled	Cornstalk	Clover	Sagebrush	Korean lawn grass	Reed	Kudzu	Lespedeza
Jeongup-gun	3.12	4.42	2.89	1.68	2.86	5.12	3.02
Mooju-gun	1.60	4.69	4.99	1.46	1.12	5.94	4.91
Namwon-gun	1.23	2.99	6.24	3.29	2.18	4.87	2.38
Okgu-gun	1.74	4.45	5.44	1.33	2.91	7.29	4.72
Wanju-gun	0.38	4.86	4.75	3.44	0.88	5.04	4.94
Mean $\pm$ SD	$1.61 \pm 0.99$	$4.28 \pm 0.75$	$4.86 \pm 1.24$	$2.24 \pm 1.04$	$1.99 \pm 0.95$	$5.65 \pm 1.00$	$3.99 \pm 1.21$
Range	0.38~3.12	2.99~4.86	2.89~6.24	1.33~3.44	0.88~2.91	4.87~7.29	2.38~4.94

Table 3. Comparison of Regional mean Cadmium Contents ( $\mu\text{g/g}$ ) of Feedstuffs Produced in 5 Regions

Region	No. sample	Range	Mean $\pm$ SD
Jeongup-gun	11	0.83~5.12	$2.85 \pm 1.25$
Mooju-gun	11	1.12~5.94	$3.15 \pm 1.73$
Namwon-gun	11	0.43~6.24	$2.85 \pm 1.70$
Okgu-gun	11	0.41~7.29	$3.19 \pm 2.09$
Wanju-gun	11	0.38~5.04	$3.05 \pm 1.76$

매일 섭취할 경우 만성중독을 일으켜 임상증상을 유발한다고 보고하였으며, Underwood<sup>23)</sup>는 사료내 카드뮴 함량이 5  $\mu\text{g/g}$  일때는 생리적 이상을 나타낼 수 있다고 하였다. WHO에서는 1일 카드뮴 섭취 허용량을 1  $\mu\text{g/g}$  B. W. 이하로 규정하고 있으나<sup>1)</sup>, 식물 또는 사료내 카드뮴 허용량은 대부분의 나라에서 확정되지 않고 있으며<sup>23)</sup>, 우리나라에서는 아직 사료내 카드뮴 함량에 관한 보고가 없는 실정이다.

외국의 경우 일반적으로 식물내 정상적으로 존재하는 카드뮴 함량은 0.01~1.00  $\mu\text{g/g}$  으로 보고되고 있다.<sup>1, 23)</sup> 본 연구조사 결과 각 개체지 평균이 옥수수대 1.61 $\pm$ 0.99(0.38~3.12)  $\mu\text{g/g}$ , 클로버 4.28 $\pm$ 0.75(2.99~4.86)  $\mu\text{g/g}$ , 썩 4.86 $\pm$ 1.24(2.89~6.24)  $\mu\text{g/g}$ , 잔디 2.24 $\pm$ 1.04(1.33~3.44)  $\mu\text{g/g}$ , 갈대 1.99 $\pm$ 0.95(0.88~2.91)  $\mu\text{g/g}$ , 칩잎 5.65 $\pm$ 1.00(4.87~7.29)  $\mu\text{g/g}$ , 싸리잎 3.99 $\pm$ 1.22(2.38~4.94)  $\mu\text{g/g}$ , 벚짚 1.66 $\pm$ 0.85(1.08~3.14)  $\mu\text{g/g}$ , 쌀겨 2.87 $\pm$ 0.23(2.50~3.09)  $\mu\text{g/g}$ , 콩각지 3.15 $\pm$ 0.51(2.40~3.81)  $\mu\text{g/g}$ , 왕겨 0.86 $\pm$ 0.45(1.41~1.35)  $\mu\text{g/g}$  로서 대부분의 시료에서 1  $\mu\text{g/g}$  이상을 나타내었다. 이러한 결과는 토양 등 여러조건이 다른 외국의 것과 단순비교 할 수는 없으나 전체적으로 외국에서 보고한 식물내 함량보다 높게 나타났다. 특히 썩의 5 예중 2 예, 칩잎의 5 예중 4 예에 있어서는 생리적 이상을 나타낼 수 있다고한 5  $\mu\text{g/g}$  이상을 나타내었다.

식물 또는 사료내 카드뮴 함량을 증가시키는 요인으로서는 전기도금, 플라스틱, 페인트, 배터리, 인의 파비, 폐수, 매연 등 매우 많은 실정이다.<sup>1, 2, 9, 16, 18, 21, 23)</sup> 따라서 이러한 사료내 카드뮴의 오염이 어디에서 기인된 것인지는 본 연구 결과판으로 그 근본 원인을 규명하기는 곤란하며 앞으로 공중보건 또는 환경위생 차원에서 규명되어야 할 것으로 생각된다.

## 결 론

전북지방에서 생산되는 가축사료내 중금속 함량을 알아보고자 5개군에서 4가지의 농업부산물 및 7가지의 목·야초를 채취하여 원자흡광분광광도계법으로 카드뮴 함량을 측정하여 본 결과 다음과 같은 성적을 얻었다.

1. 농업부산물내 평균 카드뮴 함량은 콩각지가 3.15 $\pm$ 0.51  $\mu\text{g/g}$  으로 가장 많았고 그 다음이 쌀겨 2.

87 $\pm$ 0.23  $\mu\text{g/g}$ , 벚짚 1.66 $\pm$ 0.85  $\mu\text{g/g}$ , 왕겨 0.86 $\pm$ 0.45  $\mu\text{g/g}$  순이었다.

2. 목·야초내 평균 카드뮴 함량은 칩잎이 5.65 $\pm$ 1.00  $\mu\text{g/g}$  으로 가장 높았으며 그 다음이 썩 4.86 $\pm$ 1.24  $\mu\text{g/g}$ , 클로버 4.28 $\pm$ 0.75  $\mu\text{g/g}$ , 싸리잎 3.99 $\pm$ 1.21  $\mu\text{g/g}$ , 잔디 2.24 $\pm$ 1.04  $\mu\text{g/g}$ , 갈대 1.99 $\pm$ 0.95  $\mu\text{g/g}$ , 옥수수대 1.61 $\pm$ 0.99  $\mu\text{g/g}$  순이었다.

3. 모든 사료에 대한 채취 지역별 평균 카드뮴 함량은 옥구군 3.19 $\pm$ 2.09  $\mu\text{g/g}$ , 무주군 3.15 $\pm$ 1.73  $\mu\text{g/g}$ , 완주군 3.05 $\pm$ 1.76  $\mu\text{g/g}$ , 남원군 2.85 $\pm$ 1.70  $\mu\text{g/g}$ , 정읍군 2.85 $\pm$ 1.25  $\mu\text{g/g}$  순이었으며 각 지역별 유의차는 인정되지 않았다.

## 참 고 문 헌

1. Bartik, M. and Piskac, A. : Veterinary toxicology. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, (1981) pp. 95~118.
2. Blood, D. C., Radošitić, O. M., Arundel, J. H. and Gay, C. C. : Veterinary medicine, 7th ed. Bailliere Tindall, London, (1989) p. 1275.
3. Cousins, R. J., Barber, A. K. and Tront, J. R. : Cadmium toxicity in growing swine. J. Nutr., (1973) 103 : 964~972.
4. Dom, C. R. : Cadmium and the food chain. Cornell Vet., (1979) 69 : 323~343.
5. Doyle, J. J., Pfander, W. H., Grebing, S. E. and Pierce, J. O. : Effect of dietary cadmium on growth, cadmium absorption and cadmium tissue levels in growing lambs. J. Nutr., (1974) 104 : 160~166.
6. Fomey, R. B., Bunde, C. A. and Burch, G. R. : Tissue storage in cadmium treated pigs. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., (1955) 90 : 13~14.
7. Goodhart, R. S. and Shils, M. E. : Modern nutrition in health and disease. 6th ed. Lea & Febiger, Philadelphia, (1980) pp. 437~439.
8. Gunn, S. A., Gould, T. C. and Anderson, W. A. : Cadmium induced interstitial cell tumors in rats and mice and their prevention by zinc. J. Nat. Cancer Inst., (1963) 31 : 745~760.
9. Hapke, H. G. and Prigge, E. : Neue Aspekte der Blewergiftung bei Wiederkäuern. Berl Munch Tierarztl Wschr., (1973) 86 : 410~413.
10. Koller, L. D. : Immunosuppression produced by lead, cadmium and mercury. Am. J. Vet. Res., (1973) 34 : 1457~1458.

11. Koller, L. D. : Public health risk of environmental contaminants : Heavy metals and industrial chemicals. J.A.V.M.A., (1980) 176 : 525~529.
12. Landrigan, P. T. : Effects of elevated lead and cadmium burdens on renal function and calcium metabolism. Arch. Environ. Health, (1986) 41(2) : 69~76.
13. Lynch, G. P., Smith, D. F., Fisher, M., Pike, T. L. and Weinlnd, B. T. : Physiological responses of calves to cadmium and lead. J. Anim. Sci., (1976) 42 : 410~421.
14. Miller, W. J., Lampp, B., Powell, G. E., Salotti, C. A. and Blackmon, D. M. : Influence of a high level of dietary cadmium on cadmium content in milk, excretion and cow performance. J. Dairy Sci., (1967) 50 : 1404~1408.
15. Neathery, M. W. and Miller, W. J. : Metabolism toxicity of cadmium, mercury and lead in animals : A review. J. Dairy Sci., (1975) 58 : 1767~1781.
16. Osuna, O., Edds, G. T. and Popp, J. A. : Comparative toxicity of feeding dried urban sludge and an equivalent amount of cadmium to swine. Am. J. Vet. Res., (1981) 41 : 1542~1546.
17. Perry, H. M. and Erlanger, M. : Hypertension and tissue metal levels following intravenous cadmium, mercury and zinc. Am. J. Physiol., (1970) 219 : 755~761.
18. Piscator, M. : Proteinuria in chronic cadmium poisoning. Arch. Environ. Health, (1966) 12 : 335~344.
19. Powell, G. W., Miller, W. J., Morton, J. D. and Clifton, C. M. : Influence of dietary cadmium level and supplemental zinc on cadmium toxicity in bovine. J. Nutr., (1964) 84 : 205~214.
20. Richardson, M. E., Fox, M. R. S. and Fry, B. E. : Pathological changes produced in Japanese quail by ingestion of cadmium. J. Nutr., (1974) 104 : 323~338.
21. Shakman, R. A. : Nutritional influences on the toxicity of environmental pollutants. Arch. Environ. Health, (1974) 28 : 105~113.
22. Sharma, R. P. and Street, J. C. : Public health aspects of toxic heavy metals in animal feeds. J.A.V.M.A., (1980) 177 : 149~153.
23. Underwood, E. J. : Trace elements in human and animal nutrition. 4th ed. Academic Press, London, (1977) pp. 243~257.
24. Webstar, W. H. : Cadmium-induced fetal growth retardation in the mouse. Arch. Environ. Health, (1978) Jan/Feb : 36~44.
25. Wilson, R. H., DeEDS, F. and Cox, A. J. : Effects of continued cadmium feeding. J. Pharmacol. Exp. Therapeut., (1941) 71 : 222~235.
26. 김동균 : 생활속의 연과 건강. 대한의학협회지, (1974) 17 : 331~336.
27. 박정일, 이승한. : 연중독의 증례보고. 대한의학협회지, (1974) 17(5) : 325~330.
28. 이근우, 이현범. : 사료내 카드뮴 첨가가 체조직과 피모의 카드뮴, 아연, 철 및 구리함량에 미치는 영향. 대한수의학회지, (1987) 27 : 361~383.

## A Survey on the Cadmium Contents of Feedstuffs Produced in Chonbuk Area

**Oh-Deog Kwon, D.V.M., M.S., Ph.D.**

College of Veterinary Medicine, Chonbuk National University

### Abstract

Present study was undertaken in order to evaluate the cadmium contents of various feedstuffs produced in Chonbuk area. Fifty-five samples were collected from 5 regions. All of the samples were dry-ashed and analyzed for cadmium content using atomic absorption spectrophotometer.

The results obtained were summarized as followed :

1. The cadmium content in  $\mu\text{g/g}$  of agriculture by-products were measured with the following mean values and ranges : soybean pod  $3.15 \pm 0.51(2.40 \sim 3.81)$ , rice bran  $2.87 \pm 0.23(2.50 \sim 3.09)$ , rice straw  $1.66 \pm 0.85(1.08 \sim 3.14)$ , rice hull  $0.86 \pm 0.45(0.41 \sim 1.35)$ .

2. The cadmium content in  $\mu\text{g/g}$  of pasture plants were measured with the following mean values and ranges : kudzu  $5.65 \pm 1.00(4.87 \sim 7.29)$ , sagebrush  $4.86 \pm 1.24(2.89 \sim 6.24)$ , clover  $4.28 \pm 0.75(2.99 \sim 4.86)$ , lespedeza  $3.99 \pm 1.21(2.38 \sim 4.94)$ , Korean lawn grass  $2.24 \pm 1.04(1.33 \sim 3.44)$ , reed  $1.99 \pm 0.95(0.88 \sim 2.91)$ , cornstalk  $1.61 \pm 0.99(0.38 \sim 3.12)$ .

3. The regional mean values for all kinds of samples were Okgu-gun  $3.19 \pm 2.09 \mu\text{g/g}$ , Mooju-gun  $3.15 \pm 1.73 \mu\text{g/g}$ , Wanju-gun  $3.05 \pm 1.76 \mu\text{g/g}$ , Namwon-gun  $2.85 \pm 1.70 \mu\text{g/g}$ , Jeongup-gun  $2.85 \pm 1.25 \mu\text{g/g}$ .