

전북지방에서 생산된 가축사료내 납 함량에 관한 조사연구

권 오 덕

전북대학교 수의과대학

서 론

납은 각종 산업과정에서 많이 이용되는 중금속으로서 그 형태나 근원에 관계없이 인축의 건강에 독작용을 나타내는 흔한 중금속중의 하나라는 것은 잘 알려진 사실이다.^{1,6,16)} 근년 급진적인 산업발달과정, 자동차 매연, 농약, 폐유, 페인트 등을 통하여 환경에 유출되는 납은 대기, 하천수, 토양 등을 매개로 하여 농산물이나 사료에 오염되며^{8~11)}, 이것이 체내에 흡수·축적될 때에는 빈혈, 신경증상, 신장기능장애, 간기능장애, 성장장애, 위장염 등을 일으킬^{2,3,5~7,10,14,16)}뿐만 아니라 모체내의 납은 태반을 통과하여 유산, 사산, 태아기형 등을 일으키며⁴⁾ 또한 유즙내에도 일부분이 배설된다^{9,13,14)}는 것이 밝혀짐으로서 공중위생상 중요한 문제로 대두되고 있다.

가축은 일반적으로 생존기간이 길지 않기 때문에 납에 의하여 직접 중독증상을 일으키는 경우는 드물다고 하더라도 사료내의 납은 축산물을 통하여 사람에게 전달된다⁴⁾는 점을 고려할 때 결코 간과해서는 안될 공중위생상 중요한 문제라 하지 않을 수 없다.

근년 축산물내의 중금속 함량에 대한 관심이 증가되고 있는 바 가축에 이러한 중금속의 축적을 일으키는 근본적인 원인을 규명하고자 전북지방에서 생산되어 가축사료로 이용될 수 있는 농업부산물과 목·야초를 각 군별로 채취하여 납 함량을 측정하였던 바 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

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

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

사료내 납 함량 측정 : 검사사료는 80°C 건조기내에서 완전히 건조시켜 유발내에서 마쇄한 후 5g씩을 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 납 표준액(Hayashi pure chemical industries)으로 작성한 검량선상에서 실험량을 산출하였다. 납 분석시 원자흡광분광광도계의 조작조건은 파장 283.3nm, lamp current 6.0mA, air flow 1.6kg/cm², acetylene gas flow 0.8kg/cm², slit 0.18mm였다. 한편 모든 성적의 평균치는 컴퓨터를 이용하여 two-sample t-test로 유의성을 검정하였다.

결 과

농업부산물내 납 함량 : 볏짚을 포함한 4가지 농업부산물내 납 함량은 Table 1에 표시한 바와 같이 사료의 종류 및 생산지에 따라 차이는 있었으나 평균치에 있어서는 콩깍지가 7.01±2.49(4.71~10.66) μg/g 으로서 가장 많았으며 그 다음은 쌀겨 4.56±0.90

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

Place, sampled	Rice straw	Rice bran	Rice hull	Soybean pod
Jeongup-gun	1.29	4.62	ND	5.95
Mooju-gun	5.38	5.65	3.63	10.66
Namwon-gun	6.33	3.17	3.03	5.29
Okgu-gun	2.81	4.45	2.94	4.71
Wanju-gun	3.66	4.90	ND	8.45
Mean \pm SD	3.89 \pm 2.01	4.56 \pm 0.90	1.92 \pm 1.77	7.01 \pm 2.49
Range	1.29~6.33	3.17~5.65	0~3.63	4.71~10.66

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

Place, sampled	Cornstalk	Clover	Sagebrush	Korean lawn grass	Reed	Kudzu	Lespedeza
Jeongup-gun	0.50	15.48	5.14	6.47	5.73	21.34	3.35
Mooju-gun	2.46	10.17	10.96	5.60	3.28	14.84	17.14
Namwon-gun	7.22	12.03	12.99	2.82	2.49	15.84	6.79
Okgu-gun	4.98	15.46	11.46	2.57	0.50	24.07	3.74
Wanju-gun	4.37	16.44	13.18	7.79	2.58	25.34	23.54
Mean \pm SD	3.91 \pm 2.55	13.92 \pm 2.68	10.75 \pm 3.28	5.05 \pm 2.29	2.92 \pm 1.88	20.29 \pm 4.75	10.91 \pm 9.00
Range	0.50~7.22	10.17~16.44	5.14~13.18	2.57~7.79	0.50~5.73	14.84~25.34	3.35~23.54

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

Region	No. sample	Range	Mean \pm SD
Jeongup-gun	11	0~21.34	6.35 \pm 6.50
Mooju-gun	11	2.46~17.14	8.16 \pm 4.91
Namwon-gun	11	2.82~15.84	7.09 \pm 4.59
Okgu-gun	11	0.50~24.07	7.06 \pm 7.11
Wanju-gun	11	0~25.34	10.02 \pm 8.55

(3.17~5.65) $\mu\text{g/g}$, 벧짚 3.89 \pm 2.01(1.29~6.33) $\mu\text{g/g}$, 왕겨 1.92 \pm 1.77(0~3.63) $\mu\text{g/g}$ 순이었다.

목·야초내 납 함량 : 옥수수대를 포함한 7가지의 목·야초내 납 함량은 Table 2에 표시한 바와 같이 종류별 및 생산지별로 차이가 있었으나 평균치에 있어서는 차이가 20.29 \pm 4.75(14.84~25.34) $\mu\text{g/g}$ 으로서 가장 많았으며 그 다음이 클로버 13.92 \pm 2.68(10.17~16.44) $\mu\text{g/g}$, 싸리잎 10.91 \pm 9.00(3.35~23.54) $\mu\text{g/g}$, 썩 10.75 \pm 3.28(5.14~13.18) $\mu\text{g/g}$, 잔디 5.05 \pm 2.29(2.57~7.79) $\mu\text{g/g}$, 옥수수대 3.91 \pm 2.55(0.50~7.22) $\mu\text{g/g}$, 갈대 2.92 \pm 1.88(0.50~5.73) $\mu\text{g/g}$ 순이었다.

사료내 납 함량의 지역별 차이 : Table 3에 표시한 바와 같이 평균치에 있어서 완주군이 10.02 \pm 8.55(0~25.34) $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았으며 그 다음이 무주군

8.16 \pm 4.91(2.46~17.14) $\mu\text{g/g}$, 남원군 7.09 \pm 4.59(2.82~15.84) $\mu\text{g/g}$, 옥주군 7.06 \pm 7.11(0.50~24.07) $\mu\text{g/g}$, 정읍군 6.35 \pm 6.50(0~21.34) $\mu\text{g/g}$ 순이었다. 그러나 각 지역간 유의한 차이는 인정되지 않았다.

고 찰

환경에 오염된 납이 식물, 사료, 음료수, 공기 등을 통하여 체내에 흡수·축적될 때에는 인축의 건강에 유해하다는 것은 널리 알려진 사실이다.^{26-12,15,17)} 페인트나 폐유와 같은 고농도의 납을 함유하는 물질을 대량으로 섭취할 경우에는 급성중독을 일으킬 수 있지만^{6,7)}, 고도로 산업화되고 도시화되고 있는 근년에는 환경오염에 기인하여 사료 또는 식물내에 오염된 납은 소량이라 할지라도 체내의 여러조직 특히

간, 신장, 골조직 등에 축적되어 체중감소 등 만성 또는 비임상형의 중독증을 일으킬 수 있다는 것이 밝혀짐으로써 공중위생상 중요한 문제로 대두되고 있다.^{2,4,6,8,9,12,13,18)}

Bartik 등⁵⁾에 의하면 모든 동물에 만성중독을 일으킬 수 있는 사료내 납 함량은 100 μ g/g 라고 하였으나 일반적으로 식물 또는 사료내 납 허용량은 사람에서 0.1 μ g/g, 동물에서 3~10 μ g/g로 알려져 있다.^{2,3,13)} 한편 Sharma와 Street¹⁹⁾는 소, 돼지, 닭에서 5 μ g/g의 납을 함유한 사료에 의해서도 조직내 납이 축적된다는 것을 보고하였다. 본 연구조사 결과 각 개체치에 있어서 최소 허용치 3 μ g/g 이상을 나타낸 예는 옥수수대 3/5(60%), 클로버 5/5(100%), 썩 5/5(100%), 잔디 3/5(60%), 갈대 2/5(40%), 칩잎 5/5(100%), 싸리잎 5/5(100%), 벚짚 3/5(60%), 쌀겨 5/5(100%), 왕겨 2/5(40%), 콩깍지 5/5(100%)로서 검사한 전시료 55예중 43예(78.2%)가 최소 허용농도를 상회하고 있으며 특히 옥수수대, 클로버, 썩, 잔디, 칩잎, 싸리잎, 벚짚, 쌀겨, 콩깍지는 평균치에 있어서도 3 μ g/g 이상을 나타내었다. 또 클로버의 5예 모두, 썩 5예중 4예, 칩잎 5예 모두, 싸리잎 5예중 2예, 콩깍지 5예중 1예에 있어서는 모든 가축에 대한 허용농도 10 μ g/g 이상을 나타내었다.

사료 또는 식물에 납 함량을 증가시키는 요인으로서는 제련소나 공장에서 발생하는 매연, 공장폐수, 살충제, 배터리 그리고 자동차 매연 등 매우 많은 실정이다.^{6,9,10,12,15)} 본 연구조사 결과 특히 클로버, 썩, 칩잎, 싸리잎, 콩깍지 등의 예에서 정도의 차이는 있으나 가축의 허용농도인 10 μ g/g 이상으로 납이 검출된 것은 매우 중요한 문제라 생각된다. 그러나 이러한 사료내 납의 오염이 어디에 기인한 것인지는 본 연구 결과만으로 그 원인을 고찰할 수는 없으나 사료내의 납은 인축에 유해한 영향을 끼친다는 점을 고려할 때 앞으로 그 근본 원인이 밝혀져야 될 문제라 생각된다.

결 론

전북지방에서 생산되는 가축사료의 중금속 함량을 알아보고자 5개군에서 4가지의 농업부산물과 7가지의 목·야초를 채취하여 원자흡광분광도계법으로 납 함량을 측정하여 본 결과 다음과 같은 성적을 얻

었다.

1. 농업부산물의 평균 납 함량은 콩깍지가 7.01 \pm 2.49 μ g/g으로 가장 많았고 그 다음이 쌀겨 4.56 \pm 0.90 μ g/g, 벚짚 3.89 \pm 2.01 μ g/g, 왕겨 1.92 \pm 1.77 μ g/g 순이었다.

2. 목·야초내 평균 납 함량은 칩잎이 20.29 \pm 4.75 μ g/g으로 가장 많았고 그 다음이 클로버 13.92 \pm 2.68 μ g/g, 싸리잎 10.91 \pm 9.00 μ g/g, 썩 10.75 \pm 3.28 μ g/g, 잔디 5.05 \pm 2.29 μ g/g, 옥수수대 3.91 \pm 2.55 μ g/g, 갈대 2.92 \pm 1.88 μ g/g 순이었다.

3. 검사한 전 시료 55예중 17예(30.9%)가 가축의 허용농도인 10 μ g/g 이상의 납을 함유하고 있었다.

4. 모든 사료에 대한 채취지역별 평균 납 함량은 완주군 10.02 \pm 8.55 μ g/g, 무주군 8.16 \pm 4.91 μ g/g, 남원군 7.09 \pm 4.59 μ g/g, 옥구군 7.06 \pm 7.11 μ g/g, 정읍군 6.35 \pm 6.50 μ g/g 순이었으며 각 지역별 유의차는 인정되지 않았다.

참 고 문 헌

1. Allcroft, R. : Lead as a nutritional hazard to farm livestock. *J. Comp. Path.*, (1950) 60 : 190~208.
2. Allen, R. R., McWey, P. J. and Suomi, S. J. : Pathological and behavioral effects of lead intoxication in the infant Rhesus Monkey. *Environ. Health Perspect Exp.*, (1974) 7 : 239~246.
3. Aronson, B. H. : Lead poisoning in cattle and horses following long-term exposure to lead. *Am. J. Vet. Res.*, (1972) 33 : 627~629.
4. Barltrop, D. : Environmental lead and paediatric significance. *Postgrad. Med. J.*, (1969) 45 : 129~134.
5. Bartik, M. and Piskac, A. : Veterinary toxicology. Elsevier Scientific Pub., NY., (1981) pp. 108~118.
6. Blood, D. C., Radositis, O. M., Arundel, J. H. and Gay, C. C. : Veterinary medicine, 7th ed. Bailliere Tindall, London., (1989) pp. 1241~1250.
7. Buck, W. B. : Toxic materials and neurologic disease in cattle. *J.A.V.M.A.*, (1975) 166 : 222~223.
8. Goldberg, A. : Drinking water as a source of lead pollution, *Environ. Health Perspect. Exp.*, (1974) 7 : 103~105.
9. Goyer, R. A. : Lead toxicity : A problem in environmental pathology. *Am. J. Pathol.*, (1971) 64 : 167~179.
10. Hammond, P. B. and Aronson, A. L. : Lead poisoning in cattle and horses in the vicinity of a smelter. *Ann. New*

- York Acad. Sci., (1964) 111 : 595~611.
11. Hankin, L., Heichel, G. H. and Botsford, R. A. : Lead in pet foods and processed organ meats. J.A.V.M.A., (1975) 231 : 484~485.
 12. Horstman, S., Barkley, W., Larson, E. and Bingham, E. : Aerosol of lead, nickel and cadmium. Arch. Environ. Health, (1973) 26 : 75~77.
 13. Kehoe, R. A. : Present hygienic problems relating to the absorption of lead. The harben lecture III. Royal Inst. Public. Health, (1961) 24 : 177~203.
 14. Neathery, M. W. and Miller, W. J. : Metabolism and toxicity of cadmium, mercury and lead in animals : A review. J. Dairy Sci., (1975) 58 : 1767~1781.
 15. Sharma, R. P. and Street, J. C. : Public health aspects of toxic heavy metals in animal feed. J.A.V.M.A., (1980) 177 : 149~153.
 16. Underwood, E. J. : Trace elements in human and animal nutrition, 4th ed. Academic Press, NY., (1977) pp. 410~423.
 17. 권오덕, 이현범, 이주목, 채준석 : 산양의 실험적 납중독에 관한 임상병리학적 관찰. I. 임상학적 관찰(증상, 혈액, 뇨). 대한수의학회지, (1992) 32(1) : 127~134.
 18. 장성길, 문병열, 정규철 : 한국인의 각 장기조직중 미량중금속원소 분포 : 연, 카드뮴 및 동의 함량. 예방의학회지, (1982)15 : 95~110.

A Survey on the Lead 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 lead 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 lead content using atomic absorption spectrophotometer.

The results obtained were summarized as followed :

1. The lead content in $\mu\text{g/g}$ of agriculture by-products were measured with the following mean values and ranges : soybean pod 7.01 ± 2.49 (4.71~10.66), rice bran 4.56 ± 0.90 (3.17~5.65), rice straw 3.89 ± 2.01 (1.29~6.33), rice hull 1.92 ± 1.77 (0~3.63).

2. The lead content in $\mu\text{g/g}$ of pasture plants were measured with the following mean values and ranges : kudzu 20.29 ± 4.75 (14.84~25.34), clover 13.92 ± 2.68 (10.17~16.44), lespedeza 10.91 ± 9.00 (3.35~23.54), sagebrush 10.75 ± 3.28 (5.14~13.18), Korean lawn grass 5.05 ± 2.29 (2.57~7.79), corn-stalk 3.91 ± 2.55 (0.50~7.22), reed 2.92 ± 1.88 (0.50~5.73).

3. Seventeen samples (30.9%) out of 55 samples showed lead content of more than $10 \mu\text{g/g}$ which are said to be the upper limit value for all animals.

4. The regional mean values for all kinds of samples were Wanju-gun $10.02 \pm 8.55 \mu\text{g/g}$, Mooju-gun $8.16 \pm 4.91 \mu\text{g/g}$, Namwon-gun $7.09 \pm 4.59 \mu\text{g/g}$, Okgu-gun $7.06 \pm 7.11 \mu\text{g/g}$, Jeongup-gun $6.35 \pm 6.50 \mu\text{g/g}$.