

지렁이糞粒 抽出物이 오이의 初期生長에 미치는 影響

朴洗震 · 李柱三* · 金明苑

연세대학교 생물학과 · 연세대학교 생물자원공학과*

The effect of worm cast extract on the frowth of cucumber (*Cucumis sativus* L. cv. H. N. Semiwhite) seedling

Sei Jin Park. Ju Sam Lee*. Myong Won Kim

Dept. of biologym Ynosei Univ.

Dept. of Bilological Resources & Technology, Yonsei Univ.*

Abstract

Worm cast is one of the most effective and the least harmful organic fertilizer. The purpose of this work is to elucidate the physiological role of worm cast in the plant growth. Worm cast extract contains 17.83ppm of zinc, but either cadmium or lead were not detected in it. Cucumber (*Cucumis sativus* L. cv. H. N. Semiwhite) was germinated and incubated with percentage-varied extract. While 10% extract stimulated sprouting of seeds, 100% extract had no effect on it. 50% extract and 100% extract enhanced hypocotyl elongation and fresh weight most effectively. Dry matter and zinc concentration in hypocotyl were increased as percentage of extract increased. Protein content was not affected by extract. 100% extract inhibits water uptake of seedling. Considering these, enhancement of seedling growth was mainly based on increment of water uptake.

I. 緒 論

1990년도 환경처 자료에 의하면 전국의 분뇨처리장은 156개소로 처리용량은 1일 13,277,0001에 달한다(환경처, 1991). 이것으로도 전량 처리하지 못하여 불완전 처리, 매립등에 의존하고 있는 실정이다. 이러한 분뇨는 유기성 환경오염물로 매립지 주변의 수질 및 대기오염원이다. 반면, 이를 화학비료와 함께 시비할 경우 상승효과(priming effect)를 얻을 수 있고(Pimpini등, 1992: Giardini등 1992), 지렁이에 의한 vermistabilization에 통하여 처리와 동시에 비료화 할 수 있게 되었다(李등, 1992). 지렁이분립은 입단구조를 이루어 토양의 물리적성질을 개선하고(Syers등, 1979), 안정화되어 있어 악취가 없으며(Loehr등, 1985), 먹이로 주어진 분뇨에서 보다 대장균등

의 세균과 virus들이 감소하며(과학기술처, 1992), 질소, 유효인산, 마그네슘, 망간, 아연등이 고농도 함유되어 있다(Graff, 1971; Reddy, 1983; 金, 1990).

지렁이에 의한 지렁이분립중의 indole화합물은 식물생장물질로 작용할 수 있으며(Nielson, 1965; Springett과 Syres, 1979), 지렁이가 생육된 토양에서 Vitamin B12가 증가하였고(Atlavinyte와 Daciulyte, 1969), 지렁이분립 중의 생산성증가에 영향을 주는 물질의 존재 가능성(Graff와 Makeschin, 1980)들은 지렁이분립이 식물생장에 미치는 질적, 양적 촉진효과를 시사하고 있다. 지렁이 분립에 다량 함유되어 있고(金, 1990), IAA와 GA3의 합성(Suge등, 1986)과 단백질의 합성(Hewitt, 1984; Marschner, 1986)에 관여하며, 여러 효소의 구성물(Vallee, 1990)인 아연도 지렁이분립이 식물생장에 영향을 주는 요인중의 하나이다.

이와같은 지렁이분립의 식물생장 촉진효과를 분석하기 위한 방법으로는 식물 재배시 지렁이를 접종하는 방법(Edwards와 Lofty, 1980), 분립을 상토로 이용하는 방법(金, 1990), 분립과 토양을 혼합하는 방법이 있으나 지렁이 분립의 입단구조에 기인한 물리적인 효과로부터 분립의 화학적 성분에 따른 생리적인 효과만을 따로 떼어내어 생각하기에는 적합하지 않은 부분이 있었다.

본 실험에서는 지렁이 분립중의 수용성 성분이 생장에 미치는 효과를 생리학적 측면에서 이해함으로써 이를 토대로 생산량을 증가시키고 동시에 유용성분이 다량 함유된 양질의 농산물을 생산하고, 또한 추출물농도에 따른 효과를 파악하여 이를 근거로 적절한 시비량을 책정하는 데에도 참고가 될 수 있도록 하는 데에 그 목적이 있다. 따라서 지렁이분립중의 수용성 성분이 오이 유묘의 생장에 미치는 효과를 생리학적 측면에서 이해하기 위하여 지렁이분립을 증류수로 추출하여 이를 배양액으로 사용하는 방법을 선택하였고, 농도를 달리하여 시간별 발아율, 하배축의 길이, 생중량, 건물중량, 단백질함량, 아연함량에 주는 영향을 비교하였다.

II. 材料 및 方法

지렁이분립 추출물 지렁이분립 추출물(이하 추출물)은 줄무늬 지렁이과의 *Eisenia foetida*를 인분에서 사육하여 얻은 지렁이분립에 같은 부피의 탈이온증류수를 가하여 섞어준 후 상온에서 12시간 방치하고 Whatman No.2의 거름종이로 거른 후 사용하였다. 추출물의 농도에 따른 영향을 알아보기 위하여 위의 추출물을 다시 해당 분량의 탈이온증류수로 희석하여 추출물의 함량이 10%, 50%, 100%가 되도록 하고, 이를 각기 pH 6.0 ± 0.05 로 적정하였다.

발아 비교적 재배가 용이한 품종인 홍농백다다기오이(*Cucumis sativus* L. cv. Hung Nong Semiwhite)를 홍농종묘주식회사에서 구입하여 포장된 그대로 상온에 보관하였다가 사용하였다. 종자는 탈이온증류수로 12시간 침윤시킨 후 1% sodium hypochlorite 용액에 1분간 소독한 후 탈이온증류수로 여러 번 세척하였다. 30cm X 20cm의 PP용기에 거즈와 티슈를 깔고 각 농도별로 300개 썩의 종자를 4개의 통에 나누어 파종한 다음 추출물을 100ml씩 가하고, 대조군으로는 탈이온증류수를 동량 가하여 수분의 증발과 미생물에 의한 오염을 막기위해 뚜껑을 덮어, 빛이 차단된 26 ± 0.1 °C의 항온실에서 발아 및 생육하여 이를 5회 반복하였다. 빛에 노출된 종자는 즉시 실험에 사용하였고, 유묘는 탈이온증류수로 두차례 세척하여 filter paper로 물기를 없앤 후

사용하였다.

발아율, 하배축길이, 생중량, 건물중량 발아율은 파종한 후 12시간, 36시간, 60시간째에 측정하였다. 길이, 생중량, 건물중량은 파종 후 3일, 5일, 7일, 10일 경과한 같은 시각에 하배축부위와 유묘전체에서 측정되었다. 건물중량은 길이와 생중량을 측정한 후 각각 동일한 재료를 70 °C 건조기에서 24시간 건조시켜 측정하였다.

수용성 단백질함량 수용성 단백질함량은 파종 후 3일, 5일, 7일, 10일 지난 하배축에서 측정하였다. 유묘의 하배축을 동량의 phosphate buffer와 함께 마쇄하여 12000Xg에서 20분간 원심분리하여 얻은 상등액을 Lowry의 방법(1951)에 따라 UV-240 Spectrophotometer (Shimadzu, Japan)로 540nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준단백질로는 Sigma사의 bovine serum albumin을 사용하였다

중금속 농도 측정 아연, 카드뮴, 납의 함량을 추출물과 오이 유묘의 하배축 상단에서 측정하였다. 하배축상단의 3cm정도를 자른 후 도가니에 넣어 600 °C의 muffle furnace에서 회화한 후 잔류물을 0.01N의 HCl로 용해하여 적량의 전해질과 함께 TEA 3000 Trace element analyzer (Chemtronics Ltd., Australia)에서 측정하였다.

Ⅲ. 結 果

발아율 대조군과 3개의 처리군에서 총 6000개의 종자로부터 측정한 시간별 발아율은 Figure 1과 같다. 모에 파종한 후 12시간째에 10% 추출물 처리군에서 대조군에 비해 약 20%가량 발아율이 증가되었고, 36시간만에 거의 모든 종자가 발아되었다. 10% 추출물을 처리한 경우 발아율이 가장 높았고, 50% 추출물 역시 발아를 촉진하였으나, 100% 추출물의 발아촉진효과는 관찰되지 않았다.

하배축 길이 하배축의 길이는 대체로 추출물의 농도증가에 따라 증가하는 경향을 나타내었다 (Figure 2). 3일째에는 대조군과 처리군간에 별 차이가 없었으나, 5일째부터 차이가 나타나기 시작하여, 7일째에는 대조군, 10% 추출물 처리군, 50%와 100% 추출물 처리군간의 차이가 뚜렷해졌다. 100% 추출물은 50% 추출물에 비해 뚜렷한 길이신장 촉진효과가 없고, 신장율도 7일에서 10일 사이에는 50% 추출물 처리군의 경우 35.6%신장한 것에 반하여 100% 추출물 처리군에서는 33.2%로 다소 감소하였다.

생중량 Figure3는 하배축의 날짜별 생중량을 나타낸 것으로 초기에는 추출물의 농도증가에 따라 대조군에 비하여 증가하는 경향을 나타내었으나, 5일째부터 100% 추출물 처리군보다 50% 추출물 처리군에서 생중량이 증가하였다. 가장 많이 생중량 증가에 영향을 준 것은 50% 추출물로, 10일째에는 대조군보다 50% 추출물 처리군에서 생중량이 30% 가량 증가하였다. 도식화하여 나타내지는 않았으나 유묘 전체에서의 생중량 역시 하배축에서와 비슷한 증가 경향

을 나타내었다.

건물중량 하배측의 날짜별 건물중량역시 추출물의 농도증가에 따라 증가하는 경향을 나타내었다(Figure 4). 하배측의 건물중량 증가에 가장 효과적인 것은 100% 추출물로 10일째에는 대조군보다 100% 추출물 처리군에서 건물중량이 19.3%가량 증가하였다. 유묘 전체에서 측정된 건물중량은 여기에 도식화하여 나타내지는 않았으나 하배측만을 측정했을 때와 유사한 증가 성향을 보였다.

단백질함량 하배측에서 수용성 단백질함량은 Table 1에서 나타난 바와 같다. g생중량당의 단백질함량은 대조군에서 가장 높고 시간이 경과하고 추출물농도가 증가하여 하배측길이가 늘어남에 따라 감소하였으나, 이를 다시 각 개체당 단백질함량으로 환산하면 대조군과 처리군간에 큰 차이가 없었다.

중금속함량 추출물중에서 카드뮴과 납은 검출되지 않았고, 아연함량은 10% 추출물에서 평균 1.75ppm, 50% 추출물에서 평균 8.77ppm, 100% 추출물에서 평균 17.83ppm이 검출되었다. Table 2에 나타난 바와 같이 오이의 유묘에서도 카드뮴과 납은 검출되지 않았으며, 아연함량은 대체로 생육시간과 추출물농도의 증가에 따라 증가하는 양상을 나타내었으나 100% 추출물 처리군에서의 아연함량이 50% 추출물 처리군보다 오히려 감소하였고, 10%추출물에 비하여서도 두드러진 증가는 없었다.

IV. 考 察

오이는 저산소상태에서도 정상적으로 발아하므로(Mayer, 1989) 실험군에서의 토양미생물의 호흡등은 발아에는 영향을 주지않을 것으로 보이며, 10% 추출물 처리군에서 가장 발아가 촉진되고 50%와 100% 추출물 처리군에서 촉진효과가 감소한 것으로 보아 추출물은 저농도에서는 발아를 촉진지만, 고농도에서는 발아를 지연시킨다. 광조건과 온도가 대조군과 처리군에서 일정하므로 삼투압차이에 따른 수분흡수의 차이와 추출물내의 무기물 및 유기물이 발아에 영향을 주었을 것으로 여겨지나(Amritphale등, 1993), 정확한 원인규명을 위해서는 지령이분립이 함유하는 물질에 대한 연구가 선행되어야만 할 것이다.

50%와 100% 추출물 처리군에서 하배측의 길이와 생중량, 건물중량이 증가하였는데, 이는 지령이분립증의 생산성증가에 영향을 주는 물질의 존재가능성에 관한 보고(Graff와 Makeschin, 1980)와 같은 결과이며, 여기에는 지령이분립증의 적절한 질소함량(金, 1990)과 indole화합물(Nielson, 1965; Springett과 Syres, 1979)등이 영향을 준 것으로 보인다. 100% 추출물 처리군에서 건물중량이 가장 많이 증가하였는데도 7일 이후 50% 추출물 처리군에 비해 하배측의 신장율과 생중량이 감소한 것은 최소한 두가지 다른 요인이 존재하여 건물중량과 생중량증가에 영향을 준 것으로 보인다. 건물중량의 증가에 영향을 준 요인 중에는 질소와 관련된 부분(Pimpini등, 1973)과 식물체내 대사물질의 축적등이 있고, 하배측의 길이와 생중량 감소에 영향을 준 요인

중에는 100% 추출물에서의 수분흡수감소를 들 수 있을 것이다.

제지 sludge와 우분에서 사육한 붉은지렁이분립에서는 카드뮴과 납이 검출되었고 아연함량은 4ppm이었으나(金,1990), 본 실험의 추출물에서는 카드뮴과 납은 검출되지 않았고 아연의 함량은 그 4배를 넘었다. 아연은 보리의 유묘생장에 필수적이며(Norvell, 1993), IAA와 GA3의 합성에 관여하는데(Suge등, 1986) 오이의 유묘에서도 이러한 식물호르몬의 합성을 증가시켜서 생장을 촉진하였을 가능성도 배제할 수 없을 것으로 보인다. 또한 아연은 ribosome의 입체구조를 유지 하며, 세포질의 단백질합성에 관여하지만(Hewitt, 1984; Marschner, 1986) 본 실험에서 추출물이 하배축의 길이와 중량에만 영향을 주었을 뿐 단백질함량의 변화는 관찰되지 않았고, 아연이 isomerase, transphosphorylase, RNA와 DNA의 중합효소등 여러 효소의 구성물(Vallee와 Auld, 1990)인 점으로 보아 단백질합성의 증가보다는 효소의 활성 증가에 기여한 것으로 보인다. 본 실험에서 중금속 농도 측정에 사용한 기기인 Trace element analyzer (Chemtronics Ltd., Australia)는 기기의 특성상 산에 매우 약하고 이 때문에 회화된 잔류물을 용해하는데 흔히 사용되는 진한 염산, 진한 질산등의 강산을 쓸 수 없어 잔류물을 0.01N의 HCl로 용해하여 측정하였다. 이로 인하여 측정치가 전반적으로 낮아지는 경향을 보였는데, 측정방법을 달리할 필요는 있으나 그 상대치는 본 결과와 유사하리라고 여겨진다. 이와같은 결과를 종합해 볼 때 길이, 생중량, 건물중량의 증가가 단백질 합성을 수반하지 않은 점, 추출물에 의한 아연의 축적과 이미 알려진 아연의 기능을 고려하면, 지렁이분립에 의한 오이의 초기생장촉진은 주로 수분흡수의 증가와 효소활성변화에 따른 것으로 사료된다.

V. 摘 要

지렁이분립은 가장 효과적이고 덜 유해한 유기질 비료중 하나이다. 본 연구에서는 지렁이분립이 식물생장에 미치는 생리적 영향을 밝히고자 하였다. 지렁이분립 추출물에는 카드뮴과 납은 검출되지 않았고, 아연은 17.83ppm이 검출되었다. 홍농백다다기오이(Cucumis sativus L. cv. H. N. Semiwhite)를 지렁이분립 추출물로 암소에서 발아, 생육하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 10% 추출물 처리군에서 발아에 소요되는 시간이 가장 많이 단축되었고, 100% 추출물은 발아율에 영향을 나타내지 않았다. 하배축의 길이와 생중량에는 50% 추출물과 100% 추출물이 가장 효과적이었고, 건물중량에는 100% 추출물 가장 효과적이었다. 단백질 함량은 추출물의 처리에 의하여 변하지 않았으며, 100% 추출물은 유묘의 수분흡수를 억제하는 것으로 보인다. 이를 추출물에 의한 하배축내의 아연함량증가와 연관지어볼 때, 지렁이분립에 의한 오이의 생장촉진이 주로 수분흡수의 증가에 따른 것임을 나타낸다.

VI. 引用文献

1. Amritphale, D., D. Sanjay and B. Singh. 1993 Effect of acetone on the induction and breakage of secondary dormancy in seeds of cucumber. *J. of Exp. Botany*. 44:1621–1626
2. Atlavinyte, O. and J. Daciulyte. 1969. The effect of earthworms on the accumulation of vitamin B12 in soil. *Pedobiologia*. 9:165–170.
3. Edwards, C. A. and J. R. Lofty. 1980. The effect of direct drilling and mineral cultivation on earthworm populations. *J. Appl. Ecol.* 19:723–724.
4. Giardini, L., F. Pimpini, L., M. Robin and G. Giaquinto. 1992. Effect of poultry manure and mineral fertilizers on the yield of crops. *Journal of Agricultural Science*. 118:207–213.
5. Graff, O. 1971. Stickstoff, Phosphor und Kalium in der Regenwurmlosung auf der Wiesenversuchsfeld des Solling Projektes. *Ann. Anim. Zool. Ecol.* 4:503–512.
6. Graff, O. and F. Makeschin. 1980. Beeinflussung des Ertrages von Weidelgras (*Lolium multiflorum*) durch ausscheidungen von Regenwurmern dreier Verschiedener Arten. *Pedobiologia* 20:176–180.
7. Hewitt, E. J. 1984. The essential and functional mineral elements. *Diagnosis of mineral disorders in plants*, Vol 1: Principles. Chemical Publishing. New York. pp. 7–53.
8. Loehr, R. C., H. Martin Jr., E. F. Neuhauser. and M. R. Malecki. 1984. Waste management using earthworms—engineering and scientific relationships. Final report PB 84–193218 NTIS.
9. Loehr, R. C., H. Martin Jr. and E. F. Neuhauser. 1985. Liquid sludge stabilization using vermistabilization. *J. WPCF* 57(7):817–826.
10. Lowry, O. H., N. J. Rosebrough, A. L. Farr and R. J. Randall. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265–275.
11. Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. New York.
12. Mayer, A. M. 1989. The germination of seeds. Pergamon Press.
13. Nielson, R. L. 1965. Presence of plant growth substances in earthworms demonstrated by paper chromatography and the went pea test. *Nature (Lond.)* 208:1113–1114.
14. Norvell W. A. and R. M. Welch. 1993. Growth and nutrient uptake by barley (*Hordeum vulgare* L. cv Herta): Studies using an N-(2-hydroxyethyl)ethylene dinitriilotriacetic acid—buffered nutrient solution technique. I. Zinc ion requirements. *Plant Physiol.* 101:619–625.
15. Pimpini, F., L. Giardini, M. Robin and G. Giaquinto. 1992. Effect of poultry manure and mineral fertilizers on the quality of crops. *Journal of Agricultural Science*. 118:215–221.
16. Pimpini, F., F. Venter, and A. Wunsch. 1973. The influence of different nitrogen forms and increasing nitrogen doses on the content of total nitrogen and of nitrate in cauliflower plant. *Acta Horticulturae*. 29:307–317.
17. Reddy, M. V. 1983. Annual cast production by the megascolecid earthworm. *Pheretima*

- alexandri(Bedard). *Comp. Physiol. Ecol.* 8:84-86.
18. Springett, J. A. and J. K. Syres. 1979. The effect of earthworm cast on ryegrass eedlings. In *Proceeding of the second Australian conference on grassland invertebrate ecology*. pp. 44-47.
 19. Suge, H., H. Takahashi, S. Arita, H. Takaki. 1986. Gibberellin relationships in zinc-deficient plants. *Plant Cell Physiol.* 27:1005-1012.
 20. Syers, J. K., A. N. Sharpley and D. R. Keeney. 1979. Cycling of nitrogen by surface casting earthworms in a pasture ecosystem. *Soil Biol. and Biochemistry* 11:181-185.
 21. Vallee B. L. and D. S. Alud. 1990. Zinc cooperation, function, and structure of zinc enzymes and other proteins. *Biochemistry* 29:5647-5659.
 22. 과학기술처. 1992. 토양생물을 이용한 유기성 슬러지 처리 기술개발에 관한 연구.
 23. 김 성필. 1990. 빨간지렁이를 이용한 산업체 유기물의 분해물질이 상토특성에 미치는 영향. 2. 빨간지렁이와 그 분의 특성. *한국토양비료학회지* 23(3):214-219.
 24. 이 주삼, 정 재춘, 조 익환. 1992. Vermicomposting에 의한 산업폐기물의 처리. 1. 제지 sludge와 우분의 혼합비율이 붉은 지렁이(*Lumbricus rubellus*)의 생육과 분립의 화학적 조성에 미치는 영향. *한국폐기물학회지* 9(1):19-26.
 25. 환경처. 1991. 오수, 분뇨 및 축산폐수의 처리실적과 계획.