두채류의 재배과정별 농약 잔류량 변화에 관한 조사연구

박효진 · 권혁동 · 이채남 · 하상태

농 산 물 분 석 과

부산광역시 보건환경연구원보 제 9 집, Page(116 ~ 130), 1999.
Rep. Pusan Inst. Health & Environ. Vol.9, Page(116 ~ 130), 1999.

두채류의 재배과정별 농약 잔류량 변화에 관한 조사연구

농산물분석과

박효진 · 권혁동 · 이채남 · 하상태

Changes in the Content of Residual Pesticide in Soybean Sprouts & Mungbean Sprouts during Cultivation

Agricultural products analysis division, Research section

H. J. Park, H. D. Kwon, C. N. Lee, S. T. Ha

Abstract

This study was performed to investigate the growth rate and the changes in the content of residual pesticide in soybean sprouts & mungbean sprouts during cultivation after treatment of carbendazim in various concentrations.

The length and fresh weight of samples were increasing continuously during cultivation, and growth rate of carbendazim treated group was slightly higher than that of control group. Generally, the rate of increase in length and fresh weight was highest in 1 to 2 days related to a germination and 5 to 6 days related to a development of root, and was decreased after 7 days cultivation.

The content of residual carbendazim in samples was decreased significantly in 1 to 2 days related to a germination, and decreased gradually during cultivation. Residual carbendazim was not detected at low concentration(=500ppm) group in 5 days, and only detected at high concentration(=10,000ppm) group in over 7 days.

After 6 days cultivation at high concentration, contents of residual carbendazim was investigated from cotyledon, hypocotyl and root of samples respectively. The percent of content was 59.7%, 18.2%, and 22.1% in soybean sprouts, also was 30.4%, 32.6%, and 37.0% in mungbean sprouts, respectively. And then the decreasing effect of residual carbendazim in samples after washing and heating was investigated. The decreasing effect was 81.8% and 95.7% after washing and was 72.7% and 84.8% after heating in soybean sprouts and mungbean sprouts, respectively. In addition, content of residual carbendazim in soybean sprouts after heating was higher in solid portion than in aqueous portion , but was the contrary in mungbean sprouts.

Ⅰ. 서 론

예로부터 콩나물은 계절과 장소에 관계없이 단기간에 재배가 가능하여 일반가정에서 직접 재배하여 우리의 식생활에 주요한 부식거리로 이용되어져 왔으며, 현재는 그 수요가 많아짐에 따라 상업적으로 공장규모의 대량생산이 이루어지게 되어 상품화되기에 이르렀다.[1] 하지만 이처럼 상업적 목적이 개입되면서 대량생산과 품질향상을 위해 발아율 증대와 재배기간 중 부패방지를 목적으로 일부 사용되는 종자소독제의 인체에 대한 유해성이 사회적으로 문제시되고 있는 실정이다. 이는 콩

나물은 재배기간이 짧고 처리 농약에 대한 노출이 심할 뿐만 아니라 특별한 가공절차 없이 거의 전 부위를 그대로 식용하는 특성으로 인해 그 유해정도가 더 심각[2-4] 하게 인식되어지기 때문이다.

그러나 콩나물은 과거 겨울철 채소류의 공급이 부족할 때 이를 대체할 수 있는 유용한 비타민C 공급원으로, 또 숙취제거 효과가 뛰어난 아미노산(Asp)의 다량 함유 식품으로 인식되어져 온 탓에 지금까지 진행된 연구는 주로 비타민을 비롯한 화학성분의 변화와 대사중심의 연구분야에 활발[5-8] 하였으며, 콩나물 재배에 관한 기초연구[9-10] 가 매우 빈약하여 콩나물 재배시 발생하게 되는 여러 문제점들이 근본적으로 개선되지 못하고 있는 실정이다. 콩나물 재배의 문제점으로는 콩나물 수량 감소, 품질 저하, 부패 및 배양시 사용되는 물의 낭비 등을 들 수 있는데[10-11], 이러한 문제점 중 특히 부패 문제의 심각성은 실제 재배농가 80%가 효마이 수화제나 비타지람과 같은 농약으로 종자소독을 시행해 본 경험을 가지고 있다는 조사결과[12] 에서도 파악할 수 있다. 이렇게 사용된 농약의 잔류량은 수주량과 수주횟수에 따라 달라지나 농약을 사용하기만 하면 미량이나마 반드시 검출되어 콩나물의 농약잔류 독성의 위험성은 항상 존재한다[10,13]고 보고되고 있다. 또한 최근 부산지역 콩나물 생산의 안전성 확보차원에서 생산자 실명제가 실시되고, 콩나물 중 카벤다짐 잔류 잠정기준이 종전의 0.2ppm에서 불검출로 강화됨에도 불구하고 꾸준히 농약이 검출되고 있는 실정이다. 콩나물에서 잔류농약이 검출된 경우 원료 콩에서 유래된 것인지 문제가 항상 변명의 여지로 남아있어 본 연구에서는 콩나물과 숙주나물의 재배과정별 농약 잔류량의 변화를 조사해 보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재 료

실험에 사용된 콩나물과 숙주나물의 원료가 된 콩과 녹두는 시중에 판매되는 것을 구입하여 냉장실(4~6℃)에 보관하면서 실험에 사용하였다. 실험에 사용된 농약은

시중 농약상에서 구입한 호마이 수화제를 적정 농도로 조제하여 사용하였으며, 농약 잔류량 측정을 위해 사용된 Carbendazim 표준품(97% : Dr. Ehrenstorfer GmbH, 독일)은 Methanol로 희석하여 사용하였다. 기타 시료 추출용 용매(Methanol, Ethylacetate etc.)는 Merck사의 잔류농약분석용으로, HPLC 분석시 이동상으로 사용된 용매는 동일 회사의 HPLC gradient grade급 용매를 구입하여 사용하였다.

2. 재 배

선별한 시료 200g을 1 liter의 침지수에 8~10시간 침지한 후 콩나물 자동재배기(가나안 그린컬처, 한국)에 정치한 다음 매시간 마다 5분씩 자동 수주하면서 식용 가능한 크기로 성장할 때까지 재배하였다. 이 때 재배과정중 매 24시간마다 살수조내의 물을 교환하였다.

3. 농약 처리

종자소독을 위해 호마이 수화제를 침지수 1 liter에 각각 500(저), 2,500(중), 10,000(고) ppm 농도로 처리하여 8~10시간 침지한 후 수돗물로 3회 세척하여 재배기에 정치하였다.

4. 생장율 측정

식용 가능한 크기로 성장할 때까지 재배하면서 24시간 간격으로 각 시료 20개씩을 무작위로 취하여 생체의 중량과 길이변화를 측정하였다. 생체의 중량은 전기식저울(Mettler AT261, 독일)을 이용하여 전체 중량을 측정하였으며, 길이는 자엽부(cotyledon)를 제외한 배축부(seedling axis ; hypocotyl + root)를 일반 자로서 측정하였다. (Fig. 1)

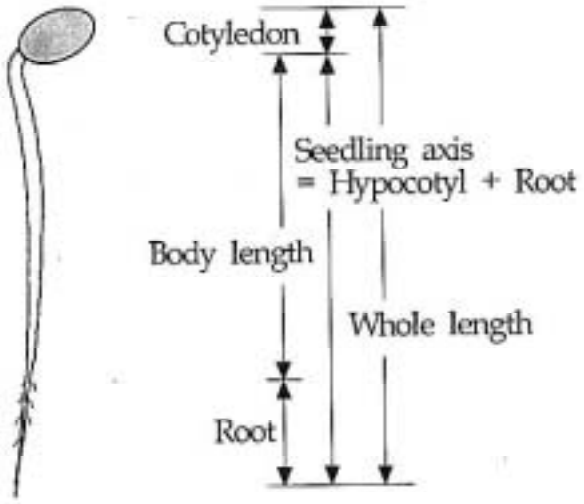


Fig. 1. Schematic diagram of Soybean sprouts.

5. 카벤다짐(Carbendazim) 잔류량 측정

침지 콩과 녹두 또는 콩나물과 숙주나물 50g을 세절하여 Fig. 2와 같이 추출하고 최종 mass up한 MeOH 5ml을 냉장 보관하면서 HPLC(High Performance Liquid Chromatography) 분석에 사용하였다. 분석에 사용된 HPLC의 조건은 Table 1과 같으며 표준물질로는 10ppm 농도로 조제된 carbendazim 표준액을 사용하였다.

Table 1. HPLC conditions for carbendazim analysis

Instrument	Hewlett Packard	1100 series
	G1322A	Degasser
	G1311A	Quat Pump
	G1313A	ALS
	G1316A	Col Comp
	G1315A	DAD
Column	ODS Hypersil (200×4.6mm, 5μm, 25℃)	
Mobile Phase	Methanol/Aectonitrile/Water (40/20/40)	
Flow rate	0.6 ml/min	
Injection volume	10 μℓ	
Detector	DAD, 286nm	

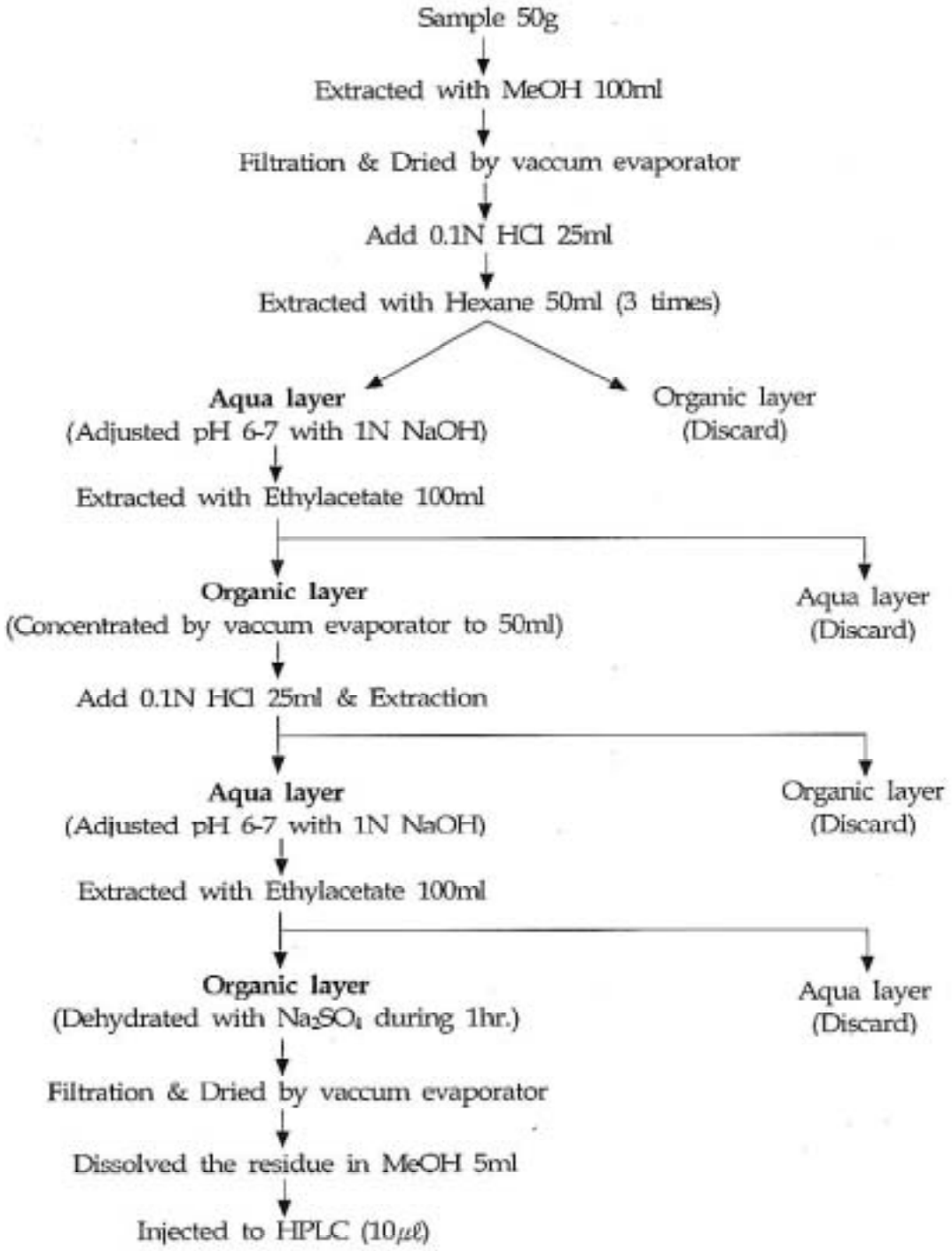


Fig. 2. Schematic diagram of samples preparation method for carbendazim assay.

6. 부위별 카벤다짐 잔류량 측정

고농도(10,000ppm)의 호마이 수화제에 8~10시간동안 침지시켰던 콩과 녹두의 초기 카벤다짐 잔류량을 측정한 다음, 재배기에서 동일한 방법으로 재배하면서 생육 6일째 콩나물과 숙주나물을 취해 자엽(cotyledon), 하배축(hypocotyl), 뿌리(root)내 카벤다짐의 잔류량을 측정하였다.

7. 수세 및 가열처리에 따른 카벤다짐 잔류량 변화 측정

고농도(10,000ppm)의 호마이 수화제에 8~10시간동안 침지시켰던 콩과 녹두의 초기 카벤다짐 잔류량을 측정한 다음, 재배기에서 동일한 방법으로 재배하면서 생육 6일째 시료를 50g 채취하여 받아 놓은 물 1 liter에 3회 세척하여 카벤다짐 잔류량을 측정하였으며, 또한 시료 50g을 증류수 200ml에 넣고 10분간 가열하여 시료 자체와 가열수내의 잔류량도 각각 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

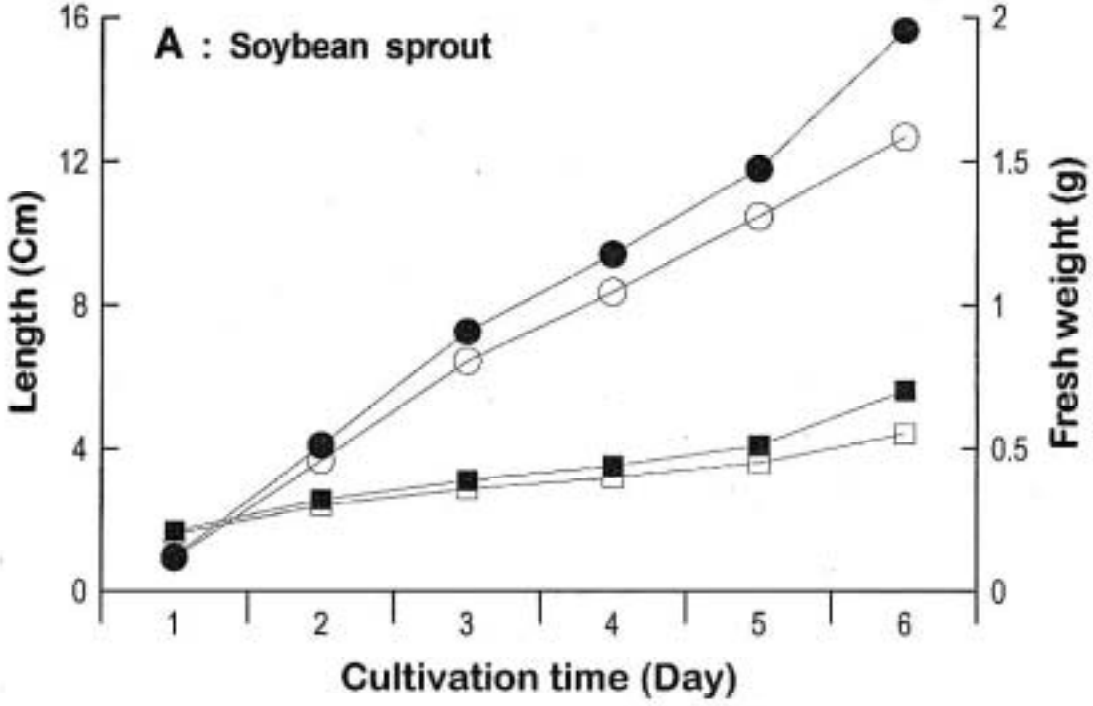
1. 생장율 측정

콩나물의 성장속도는 재배온도가 높을수록 빠른 경향을 보이고 재배 시에 공급하는 물이나 기타환경에 따라 달라질 수 있으나, 재배온도가 너무 높은 경우 재배기간을 단축시킬 수는 있으나 자칫 부패할 우려가 있다고 알려져 있다.[9-10,14]

따라서 재배온도와 재배기간에 대해 최적 조건을 주장하는 여러 보고[15-16]가 있으나, 본 실험에서는 재배기의 살수조내 물의 온도를 18±2℃로 하여 매시간 마다 5분씩 수주하였으며 매일 살수조내의 물을 수돗물(13±2℃)로 교환하면서 재배하였고, 이때 콩나물 및 숙주나물의 길이 및 생체중량의 변화는 Fig. 3과 같다.

본 실험에 사용된 콩나물과 숙주나물은 공히 재배기간이 증가함에 따라 길이와 생체중량에서 점차 증가되었으며, 대체로 농약 소독군이 대조군에 비해서 약간 더

높은 경향을 나타내어 콩나물의 경우 최종 길이가 23.4%, 생체중량에서는 27.3% 더 높았고, 숙주나물의 경우 길이가 15.6%, 생체중량에서는 20.0% 더 높았다. 또 증가율은 길이와 생체중량 모두 5-6일째가 가장 높아 이 시기에 콩나물의 경우 길이가 32.6%, 생체중량은 37.3%의 증가율을 나타내었고, 숙주나물의 경우는 길이가 44.4%, 생체중량은 44.0%의 증가율을 나타내었다. 또 이러한 증가율은 7일이 경과되면서 점차 둔화되었다. 이러한 결과는 南[17] 의 연구결과와 유사하였는데, 南은 콩나물 재배 중 성분변화에 관한 연구에서 배축부의 증가율은 5일에서 6일째로 되면서 가장 높다가 그 이후부터 점점 감소한다고 하였고 이때 증가폭이 큰 이유는 이 시기에 줄기보다는 뿌리의 증가율이 가장 높기 때문이라고 하였다. 또 중량의 변화와 증가는 주로 수분함량의 증가와 관련이 있다고 하였으며, 수분함량은 7일째까지 계속해서 증가하고 1일째와 5일째 증가폭이 가장 크다고 하였다. 또한 Izawa[18] 에 의하면 대두 발아에 따른 중량 증가는 주로 수분섭취에 기인하거나 성장 초기에는 단백질, 녹말 및 세포막 성분 등과 같은 polymerized matter가 당류나 아미노산 등과 같은 용해성 물질들과의 함량 증가와 병행하여 증가하나 성장 후기에서는 용해성 물질의 축적이 중량 증가의 주요 요인이 된다고 하였다.



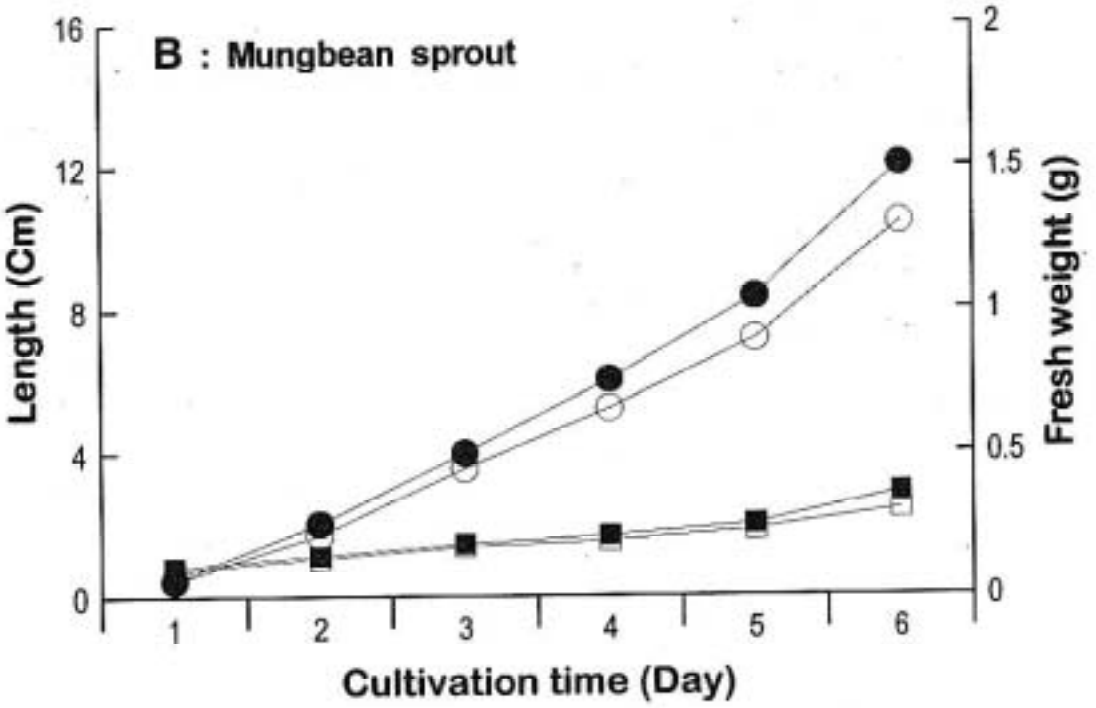


Fig. 3. Changes in length and fresh weight of samples during cultivation.
●-● : length, ■-■ : fresh weight, ○-○, □-□ : blank

2. 재배기간별 카벤다짐 잔류량 측정

재배기간 경과에 따른 카벤다짐의 함량변화를 분해율로서 Fig. 4에 나타내었다. 재배기간 경과에 따른 침지 농도별 카벤다짐 잔류량은 발아시기인 1-2일째 급격히 감소하였고, 기간 경과에 따라 그 잔류량이 점차 감소되어 식용이 가능한 5일 이후에는 저농도(500ppm)처리 군에서는 검출되지 않았고, 7일 이후에는 고농도(10,000ppm)처리 군에서만 검출되었다.

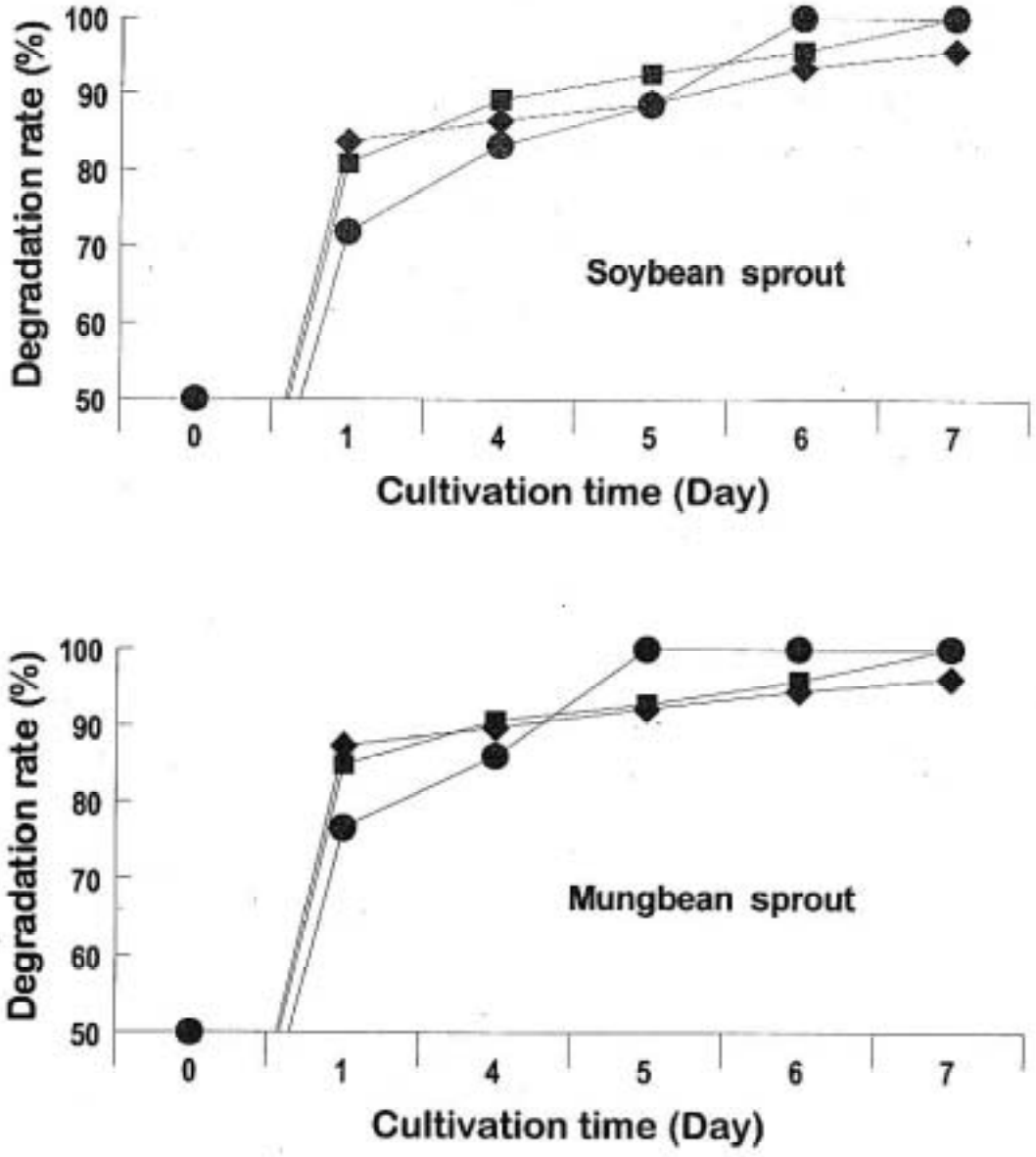


Fig. 4. Degradation rate of residual carbendazim in samples during cultivation.
●-● : low conc.(500ppm), ■-■ : middle conc.(2,500ppm),
■-■ : high conc.(10,000ppm)

3. 부위별 카벤다짐 잔류량 측정

고농도(10,000ppm)의 소독농약에 침지한 콩과 녹두를 수돗물에 3회 세척하여 동일한 방법으로 재배하면서 생육 6일째 콩나물과 숙주나물을 취해 자엽(cotyledon), 하배축(hypocotyl), 뿌리(root)내 카벤다짐의 잔류량을 측정하였다.

본 실험결과는 Fig. 5에 나타나있는 것처럼 콩나물의 경우는 자엽(59.7%) 〉뿌리(22.1%) 〉 하배축(18.2%) 순으로 카벤다짐이 잔류하였으며, 숙주나물의 경우는 뿌리(37.0%) 〉 하배축(32.6%) 〉자엽(30.4%) 순으로 잔류하였다.

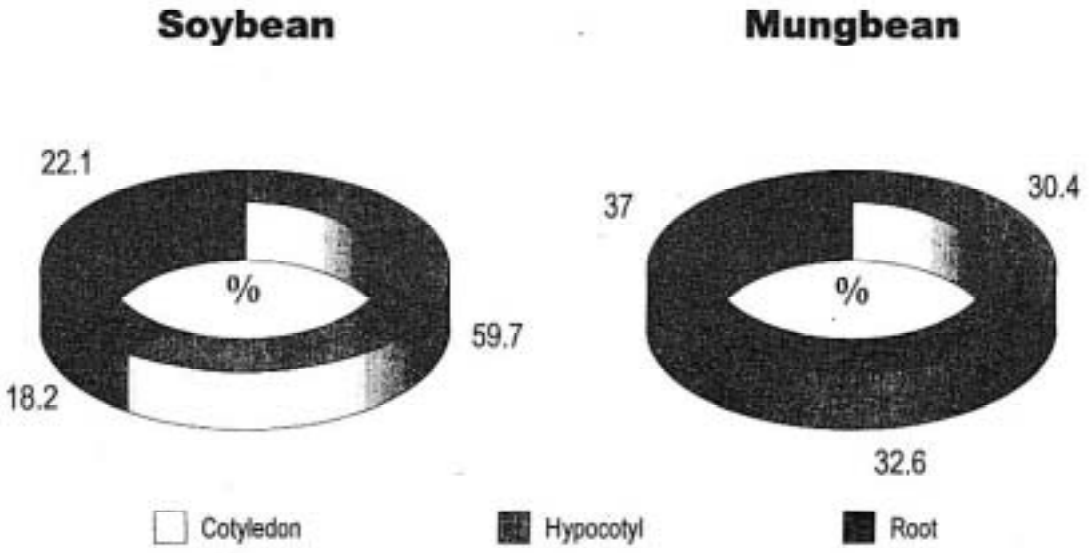


Fig. 5. Distribution of residual carbendazim in samples cultivated for 6 days.

4. 수세 및 가열처리에 따른 카벤다짐 잔류량 변화 측정

고농도(10,000ppm)의 소독농약에 침지한 콩과 녹두를 수돗물에 3회 세척하여 동일한 방법으로 재배하면서 생육 6일째 시료를 각 50g씩을 취해 받아 놓은 물 1 liter에 3회 세척 후 카벤다짐 잔류량을 측정하고, 또 시료 50g씩을 증류수 200ml에

넣고 10분간 가열하여 시료 자체와 가열용액내의 농약 잔류비율을 비교하여 그 결과를 Fig. 6, Fig. 7에 나타내었다.

수세의 경우 콩나물에서는 81.8%, 숙주나물에서는 95.7%의 감소효과를 나타내었다. 가열처리의 경우도 콩나물에서는 72.7%, 숙주나물의 경우는 84.8%로 모두 숙주나물이 콩나물에 비해 감소효과가 큰 것으로 나타났다. (Fig. 6) 따라서 위의 결과가 반영하듯이 가열처리 시 잔류농약의 시료 자체와 가열용액간의 잔류비를 측정한 결과, 콩나물의 경우엔 시료 자체(55.9%) > 가열용액(44.1%), 숙주나물의 경우엔 가열용액(65.0%) > 시료 자체(35.0%) 비율로 농약이 잔류되어 있었다. (Fig. 7)

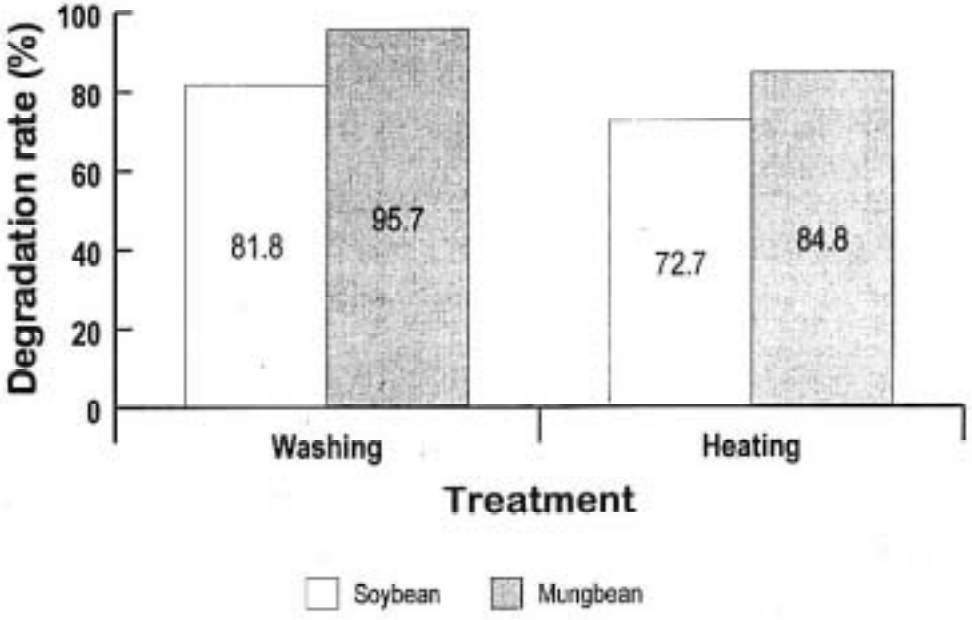


Fig. 6. Degradation rate of residual carbendazim after washing and heating in samples cultivated for 6 days.

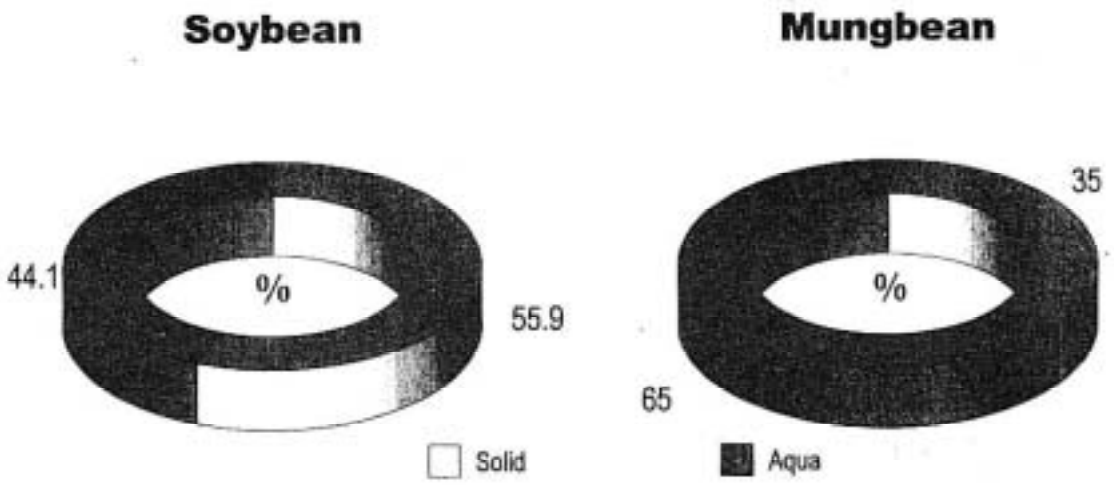


Fig. 7. Distribution of residual carbendazim after heating in samples cultivated for 6 days.

Ⅳ. 요 약

예로부터 우리 식생활의 주요한 부식거리로 이용되어져 온 콩나물과 숙주나물의 원료가 되는 콩과 녹두를 시중에서 구입하여 재배하면서 이들 시료의 생장률과 재배기간 경과에 따른 침지 농도별 카벤다짐 잔류량의 변화, 부위별 잔류정도 및 수세와 가열처리 후 잔류량의 변화를 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 콩나물과 숙주나물은 모두 재배기간이 경과함에 따라 길이 및 생체중량이 증가하였으며, 농약소독 군이 대조 군에 비해 약간 높게 나타났다. 일반적으로 길이는 뿌리가 생장하기 시작하는 5-6일째 증가폭이 가장 컸으며, 생체 중량은 발아시기인 1-2일째와 5일째 증가폭이 가장 컸고, 7일이 경과하면서 길이와 중량 모두 그 증가폭이 점차 감소하는 경향을 나타내었다.

2. 재배기간 경과에 따른 침지 농도별 카벤다짐 잔류량은 발아시기인 1-2일째 급격히 감소하였고, 기간 경과에 따라 그 잔류량이 점차 감소되어 식용이 가능한 5일 이후에는 저농도(500ppm)처리 군에서는 검출되지 않았고, 7일 이후에는 고농도(10,000ppm)처리 군에서만 검출되었다.
3. 고농도처리 군을 재배하면서 식용가능한 시기인 6일째 생체 각 부위별로 카벤다짐 잔류정도를 측정한 결과, 콩나물의 경우는 자엽(; 머리=59.7%) > 뿌리(=22.1%) > 하배축(; 줄기=18.2%) 순으로 농약이 잔류하였으며, 숙주나물의 경우는 콩나물의 경우처럼 큰 차이를 보이지는 않았고 뿌리(=37.0%) >하배축(; 줄기=32.6%) > 자엽(; 머리=30.4%) 순이었다.
4. 위와 동일한 시료에 수세 및 가열처리를 하여 농약 잔류량의 변화를 조사한 결과, 수세의 경우 콩나물에서는 81.8%, 숙주나물에서는 95.7%의 감소효과를 나타내었다. 가열처리의 경우도 콩나물에서는 72.7%, 숙주나물의 경우는 84.8%로 모두 숙주나물이 콩나물에 비해 감소효과가 큰 것으로 나타났다. 또 가열처리 시 콩나물의 경우엔 시료 자체(55.9%) > 가열수(44.1%), 숙주나물의 경우엔 가열수(65.0%) > 시료 자체(35.0%) 비율로 농약이 잔류되어 있었다.

참 고 문 헌

1. 김상옥, 1988. 콩나물 생장과 비타민C의 생합성에 대한 생장조절제의 영향, 한국식품영양학회지, 17(2) : 115-124.
2. 권숙표, 1979. 농약 오염의 방지와 대책, 환경과 공해, 2 : 164.
3. 이세영, 1979. 농약이 인체에 미치는 영향, 환경과 공해, 2 : 171.
4. 김정헌, 김명희, 1989. 콩나물의 잔류농약 분석, 한국식품과학회지, 21(2) : 224-228.
5. Suh, S.K., Kim, H.S., Jo, S.K., Oh, Y.J., Kim, S.D. and Jang, Y.S., 1995. Effect of different cultural conditions on growing characteristics of soybean sprouts (in Korean), Korea Soybean Digest, 12(1) : 75-84.

6. Kim, K.H., 1992. The growing characteristics and proximate composition of soybean sprouts (in Korean), Korea Soybean Digest, 9(2) : 27-30.
7. 김상욱, 1982. 콩나물의 성장과 Vitamin C 생성에 미치는 Kinetin과 Auxin의 혼합효과, 한국식품영양학회지, 11 : 37.
8. 이상효, 정동효, 1982. 식물성장조절제가 콩나물의 성장 및 성분에 미치는 영향에 관한 연구, 한국농화학회지, 25 : 72.
9. 신동화, 최웅, 1996. 콩나물 재배방법에 따른 생장 특성 비교, 한국식품과학회지, 28(2) : 240-245.
10. 이유석, 박노동, 이종욱, 1999. 콩나물의 생장에 미치는 키토산 처리의 영향, 한국식품과학회지, 31(1) : 153-157.
11. Myung, I.S., 1987. The causes of soybean sprouts root and its control (in Korean), Master Thesis, Korea Univ., Seoul, Korea.
12. 한국식품공업협회, 한국식품연구소, 1989. 식품중의 잔류농약 분석 및 규격기준에 관한 연구, 279.
13. Park, M.H., Kim, D.C., Kim, B.S. and Nahm, G.B., 1995. Studies on pollution-free soybean sprout production and circulation market improvement (in Korean), Korea Soybean Digest, 12(1) : 51-67.
14. Kim, M.K., 1990. Experimental result on the cultivation of soybean sprout (in Korean), Soybean Sprouts News Magazine, 8 : 26-29.
15. 김길환, 1981. 두채의 생육특성에 관한 연구, 한국식품과학회지, 13 : 247.
16. Aminah, A., Ruth, E.B., Marison, F. and Arthur, L.K., 1984. Sensory attributes and safe aspects of germinated small ; seeded soybeans and mungbeans, J. Food Protec., 47 : 434.
17. 남상숙, 1993. 콩나물 재배 중 성분변화, Lipoxygenase 활성 및 휘발성 성분변화에 관한 연구, 박사학위논문, 중앙대학교, 서울, 한국.
18. Izawa, M., 1958., Jap. J. Bot., 16 : 135.