

자 연 과 학 편

기능성 퇴비가 배추의 생육 특성과 수량 및 품질에 미치는 영향*

손 상 목**

단국대학교 유기농업연구소

Effects of Functional Compost on Production, Yield and Quality of Chinese Cabbage

Sang Mok Sohn**

Research Institute of Organic Agriculture, Dankook University, Cheonan 330-714, Republic of Korea

〈 목 차 〉

ABSTRACT

I. 서 언

II. 재료 및 방법

III. 배추 생육 및 수량에 미치는 영향

IV. 질산염과 비타민 C 함량에 미치는 영향

V. 결 론

참고문헌

ABSTRACT

In order to evaluate the effects of functional composts which include elvan, jade and loess, the growth and the yield of Chinese Cabbage and its content of sugar, nitrate and vitamin C were analysed. This study was conducted in lysimeter which was installed in the Experimental Farm of Dankook University.

Total fresh weights of Chinese Cabbage were higher in the treatments of compost with mixture of elvan, jade and loess, while numbers of leaf was not increased in those treatments compared to control plot. Leaf length increased more than leaf width,

* 이 연구는 2001학년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음.

** 330-714 충남 천안시 안서동 산29, 단국대학교 한국유기농업연구소, 핸드폰 016-428-2939, 연구소 041-550-3633, 팩스 041-568-3633, E-mail: smsohn@dku.edu, 홈페이지 <http://www.anseo.dankook.ac.kr/~ecnet>

specially in the plot of elvan treatment. Fresh weight of leaf blade and midrib in outer leaf was highest in the plot of elvan treatment among the 6 treatments. Sugar content in the Chinese Cabbage showed lower in the treatment of compost with mixture of elvan, jade and loess compared to control plot. Vitamin content in midrib was high in the treatment of compost with mixture of elvan, jade and loess compared to control plot. Vitamin content was high in leaf blade compare to those in midrib, and it showed highest value in the treatment of compost with mixture of jade.

Nitrate concentration of leaf blade and midrib in the treatment of compost with mixture of loess was lowest at 2,021ppm and 2,235ppm respectively. It shows the effective function of mixture compost with jade, loess and elvan to decrease nitrate content in the Chinese Cabbage.

Key Words : Chinese Cabbage, Nitrate, Vitamin C, Sugar, Elvan, Jade, Loess, Lysimeter, Mixture compost, Functional compost,

I. 서 언

퇴비는 오늘날 유기농법 실천농가에서 중요한 토양비옥도 유지·증진책의 수단 중 하나로 많이 사용되고 있다. 그리고 유기농업 현장에서는 양질의 고급퇴비에 대한 관심이 많고 병충해 저항성을 높인다든지 또는 수확물의 품질을 높이는 다양한 기능을 함께 지니는 기능성 퇴비에 대한 요구가 커지고 있다. 이는 생력화를 추구하는 생산자의 욕구와 고품질의 농산물을 요구하는 소비자의 욕구 때문이라고 볼 수 있다.

기존의 발효퇴비는 축분과 C-source인 톱밥이나, 볏짚 등의 농작물 잔재, 야생초 등을 혼합하여 제조하였으나, 칼슘, 마그네슘 등의 성분이 충분치 않아 이상적인 유기질비료가 되지 못하고 있다. 그러나 아직까지 우리나라에는 이렇다할 기능성 퇴비가 시장에 공급된 적이 없다. 다만 깻묵 또는 생선찌꺼기 등을 추가한 고급 유기질비료의 제조가 유기농업인들 사이에서 다소 이루어지고 있을 뿐이다.

현재 유기농업을 실천하고 있는 많은 독농가들이 호소하고 있는 가장 큰 애로사항은 고품질 유기질비료를 구입하기가 쉽지 않다는 점이다. 그리고 질소뿐만 아니라 다량 필수원소를 고루 함유한 고급유기질 비료에 대한 연구개발은 미진한 상태이며, 더군다나 기능성을 갖춘 퇴비에 대한 연구는 전무한 실정이다.

유럽과 미국에서는 환경부하가 적고 인체에 거의 무해한 유기농업용 친환경 농자재를 개발하여

유기농업 독농가가 영농현장에서 유기농법으로 작물을 재배하는데 이용하도록 보급하여 크게 그 효과를 거두고 있음다. 또한 프랑스, 독일, 호주 등 일부국가에서는 기능성 퇴비에 대한 연구가 이루어지고 있으며, 특히 해초를 첨가하는 기능성 퇴비가 제품화되어 시장에 출하되고 있다. 그러나 Codex유기식품규격(FAO/WHO Joint Codex Committee, 2002)에 허용된 맥반석이나 황토, 옥 등을 첨가한 기능성 퇴비에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. Codex유기식품 규격에서도 암석분말을 이용한 작물보호강화제를 허용하고 있음으로 기능성 퇴비로서의 사용가능성의 검토가 필요하다고 여겨져 왔다.

황토는 우리나라에서 쉽게 구할 수 있는 천연 자연자재이고, 맥반석과 옥은 건강증진재료로 다방면적으로 많이 활용되고 천연 자연자재이다. 이 같은 천연 자연자재를 퇴비에 첨가하여 작물 생육에 미치는 영향과 수확물의 품질에 미치는 영향을 평가하여 퇴비 첨가제로 활용할 수 있겠는가에 대한 검토를 하고자 본 시험을 실시하였다. 우리나라 유기독농가사이에서 그동안 작물 재배에 효과가 있다고 알려져 있어 유기농업 실천농가에서 널리 사용되어 온 맥반석과 황토 등을 발효퇴비에 혼합한 후 작물재배 실험을 실시하여 이에 대한 작물학적 효과와 수확물의 품질에 미치는 영향을 검토하고자 하는 것이다.

문제는 일반적으로 유기농가에서 사용되고 있는 이들 맥반석과 황토, 옥 등을 혼합 첨가하여 기능성 퇴비를 제조하고 이를 작물재배에 사용할 때, 작물의 수량이 정상적으로 유지되면서 Vitamine C함량이 높고, 질산염함량이 낮은 안전한 농산물(손, 2000)을 생산할 수 있는지에 있기 때문이다.

따라서 본 연구는 맥반석, 옥, 황토를 이용한 기능성 고품질 퇴비의 효과 검증에 목적을 두고 실시하였다. 즉, 맥반석, 옥, 황토를 퇴비 제조시 혼입함으로써 일반퇴비에 부족하기 쉬운 다량요소를 최적의 상태로 만들어 낼 수 있는가에 대한 검증을 목표로 실시하였다.

II. 재료 및 방법

잔반과 C-source를 주 원료로 발효퇴비를 제조한 후 후 맥반석, 옥, 황토를 적정량 혼입하여 시험에 사용할 기능성퇴비를 제조하였다. 파주의 금강산랜드로부터 공급받은 맥반석, 옥, 황토를 퇴비에 일정비율로 혼합처리하여 실험공시재료로 사용하였다.

배추를 대상작목으로 단국대학교 실험농장에 설치되어 있는 Lysimeter에서 기능성퇴비를 사용하여 작물생육과 상추품질에 미치는 효과검정 실험을 수행하였다. 시험처리는 다음과 같이 10 처리를 두어 실시하였으며, 각 시비처리 내용은 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 시험구별 기능성퇴비의 시비처리량

처 리 구	시 용 량
무비구	-
퇴비구	10t/10a
퇴비 + 맥반석	10t/10a (맥반석 15% 혼합)
퇴비 + 옥	10t/10a (옥 15% 혼합)
퇴비 + 황토	10t/10a (황토 15% 혼합)
퇴비 + 맥반석 + 황토 + 옥	10t/10a (맥반석 10% + 옥 10% + 황토 10% 혼합)

배추의 생육상황은 수확기에 조사하였으며, 생체중, 초고, 구폭, 엽수를 조사한후, 다시 외부엽과 내부엽 그리고 엽신과 중륵으로 구분하여 외부엽 엽신과 중륵, 내부엽 엽신과 중륵의 엽장, 엽폭, 무게를 각각 조사하였다. 또한 비타민 C 함량과 당도 및 질산염 함량도 중륵과 엽신을 구분하여 분석하였다.

토양시료는 근권깊이 0~10cm, 10~25cm에서 각각 3반복 채취한 후 즉시 4℃의 냉장상태로 운반하여, 전기전도도(E.C.), 토양산도(pH), 질산태 질소(Nitrate nitrogen), 인산(Phosphate) 등의 토양의 화학적 성분을 분석하였다. 또한 수확적기에 식물체를 채취하여 각종 화학성분을 분석하였다.

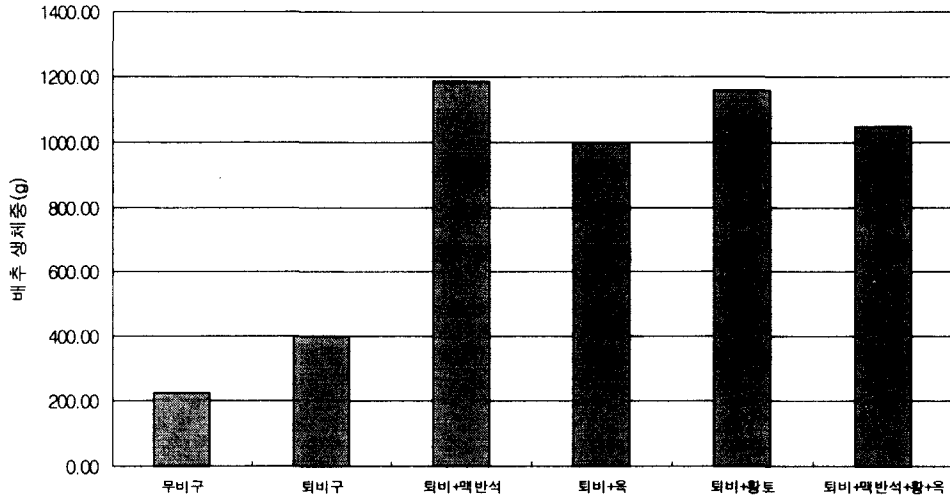
한편 기능성퇴비가 상추품질에 미치는 영향을 파악하기 위해 식물체내의 질산염(Nitrate) 함량과 비타민 C 함량을 분석하였으며, 엽록소 함량도 측정하였다. 기능성퇴비가 상추생육에 미치는 영향을 파악하기 위해 상추의 생체중, 초고, 엽수, 엽장 등을 중륵과 엽신으로 구분하여 각각 조사하였다. 식물체내 질산염 함량은 E. coli cell을 이용한 질산환원분석법에 따른 손등(1997)의 방법에 따라 분석하였으며 비타민 C 함량은 Merck社의 strip을 이용하여 분석하였다.

Ⅲ. 배추 생육 및 수량에 미치는 영향

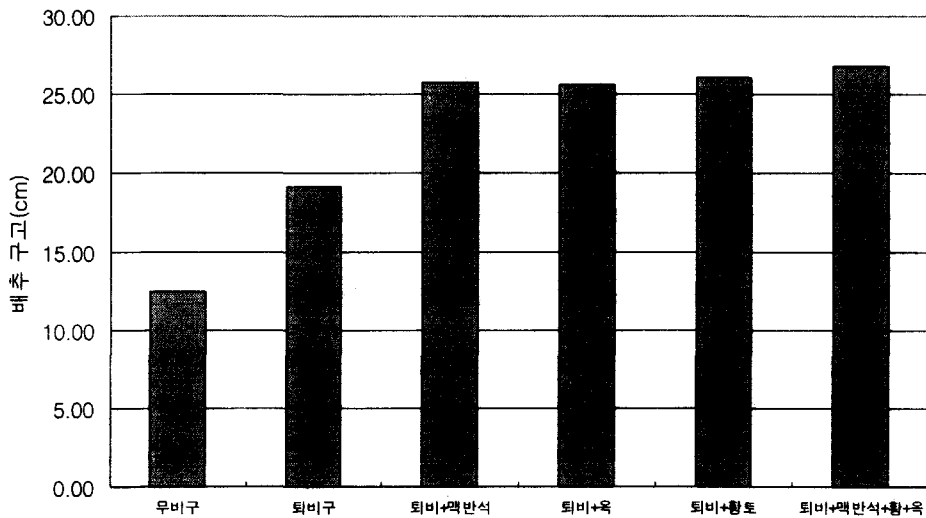
유기농가가 퇴비를 제조할 때 첨가하는 물질을 퇴비와 혼합 처리하여 유기농가가 주장하는 소위 "기능성 퇴비"가 배추생육과 수량에 어떻게 영향을 미치는가를 무비구와 일반 퇴비구와 비교하여 검토한 결과는 다음과 같다.

먼저 배추 생체중은 일반 퇴비구 400g에 비해 맥반석, 옥, 황 등을 단독 또는 혼합 처리하여 제조한 기능성 퇴비 시용구에서 모두 1,000g을 상회하는 증가추세를 나타내 기능성 퇴비가 생체중 증가에 효과가 있음이 확인되었다(〈그림 1〉 참조). 배추의 생체중은 기능성 퇴비중에서도

맥반석을 단독 혼합한 퇴비 시용구의 경우 1,190g으로 가장 높았고, 황토를 혼합한 퇴비 시용구는 1,160g, 맥반석, 황, 옥을 혼합한 퇴비 시용구는 1,120g 순으로 높게 나타났다. 이는 무비구에서의 배추 생체중 215g에 비해 기능성 퇴비는 약 5배 내외의 증가 추세를 나타내었고, 일반 퇴비구에 비해서도 기능성 퇴비구는 2.5배 이상의 증가 추세를 나타낸 것이다.



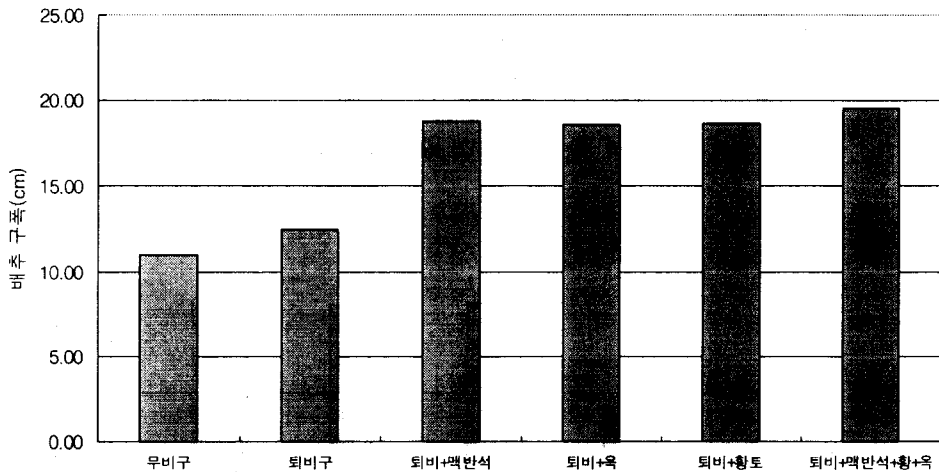
〈그림 1〉 맥반석, 옥, 황토 첨가가 배추 생체중에 미치는 영향



〈그림 2〉 맥반석, 옥, 황토 첨가가 배추 구고에 미치는 영향

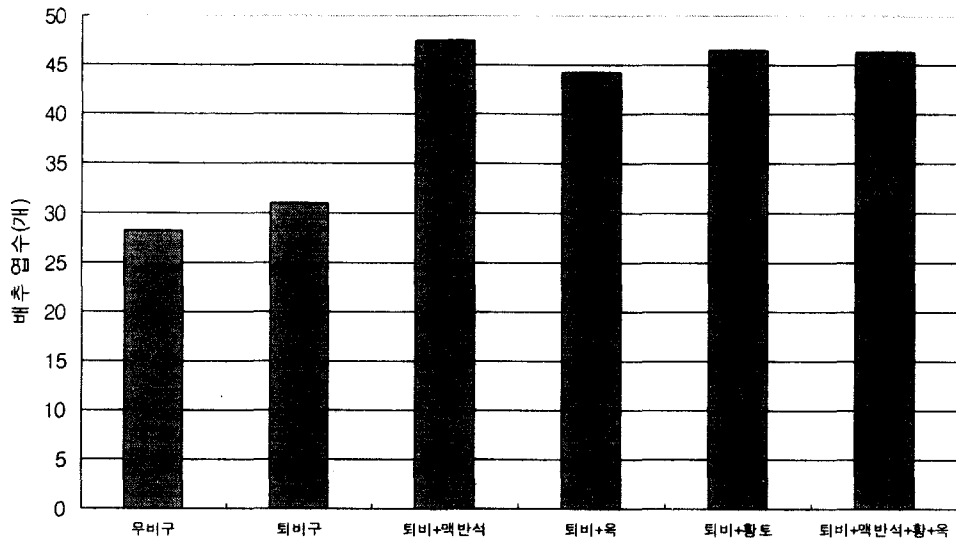
한편 맥반석, 옥, 황토 등을 혼합 처리하여 제조한 기능성퇴비가 배추의 구고에 미치는 영향을 검토한 것이 <그림 2>이다. 배추 구고 역시 배추의 생체중과 같이 무비구나 퇴비구에 비해 훨씬 높은 경향을 나타내었다. 무비구의 배추 구고는 12.5cm이었으나, 일반퇴비 시용구의 배추 구고는 18.7cm로 높았고, 맥반석, 옥, 황토 등을 단독 또는 혼합 처리하여 제조한 기능성 퇴비 시용구에서는 26~27cm로 증가하였다. 그러나 기능성 퇴비간의 구고 차이는 거의 발견할 수 없었다.

맥반석, 옥, 황토 등을 혼합 처리하여 제조한 기능성 퇴비는 배추의 구폭 증가에도 <그림 3>에서 알 수 있는 바와 같이 긍정적인 영향을 미쳤다. 그러나 배추 생체중과 배추 구고에 비해 기능성 퇴비가 배추 구폭 증가에 미치는 영향은 그리 크지 않았다. 무비구에서의 구폭은 11.8cm이었으나 일반퇴비 시용구에서는 12.6cm로 증가하였고, 맥반석, 옥, 황토 등을 각각 혼합 처리하여 제조한 기능성 퇴비 단독시용구와 혼합처리구의 경우 18.1~19.4cm로 증가하였다.



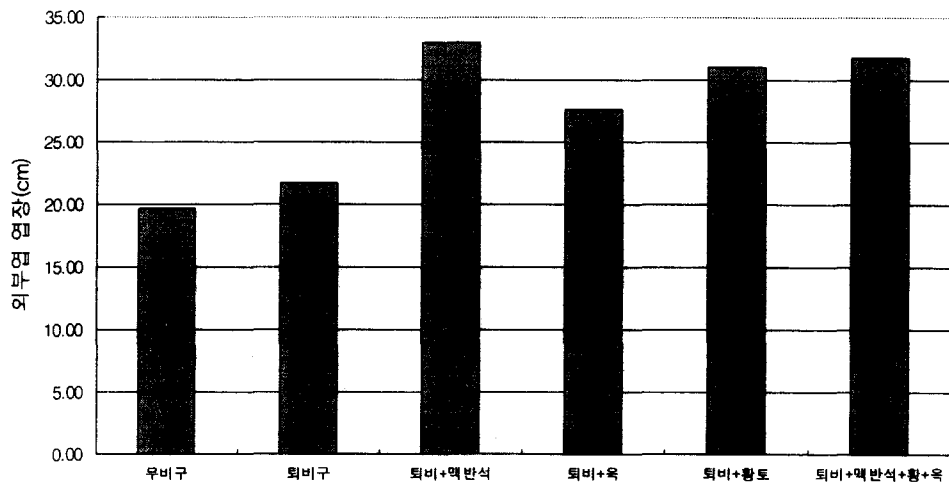
<그림 3> 맥반석, 옥, 황토 첨가가 배추 구폭에 미치는 영향

한편 배추엽수는 무비구와 일반 퇴비구에 비해 기능성 퇴비를 시용할 때 약간 증가는 하였으나, 그 엽수의 증가폭은 <그림 4>에서 알 수 있는 바와 같이 배추 생체중 또는 배추 구고의 증가폭과는 달리 그리 크지 않았다. 무비구에서의 배추 엽수는 28.1개 내외였고, 일반 퇴비구에서의 배추 엽수는 31.2개 였으나, 기능성 퇴비구 처리구에서의 배추 엽수는 44.7~46.9개 내외를 나타냈다.



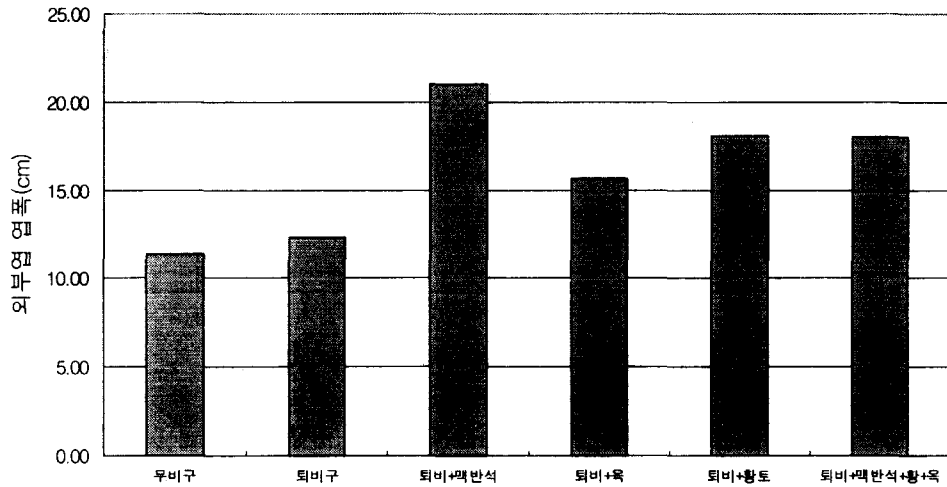
〈그림 4〉 맥반석, 옥, 황토 첨가가 배추엽수에 미치는 영향

〈그림 5〉는 기능성 퇴비 처리가 배추 외부엽 엽장에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 배추 외부엽 엽장은 무비구에서 19.7cm, 일반 퇴비구에서 21.8cm, 옥을 단독 혼합하여 제조한 퇴비 처리구에서 27.4cm, 황토를 단독 혼합한 퇴비처리구에서 31.8cm, 맥반석을 단독 혼합한 기능성 퇴비처리구에서 33.2cm로 증가하였다. 그리고 맥반석, 황토 및 옥을 혼합한 퇴비 처리구에서의 배추 외부엽 엽장은 32.0cm를 나타내었다.

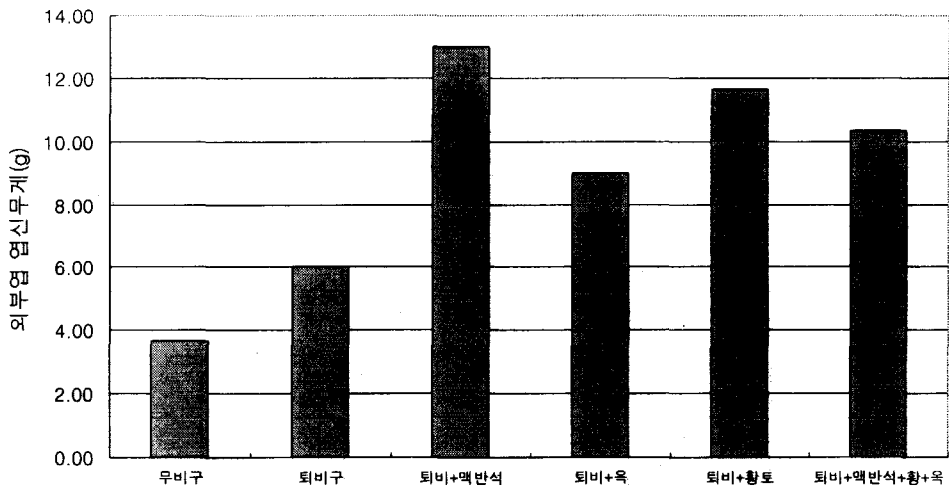


〈그림 5〉 맥반석, 옥, 황토 첨가가 배추 외부엽 엽장에 미치는 영향

기능성 퇴비가 배추의 외부엽 엽폭에 미치는 영향은 <그림 6>에서와 같다. 외부엽 엽폭은 맥반석을 혼합한 퇴비 시용구에서 21.8cm로 기능성 퇴비 처리구중에서 가장 높았다. 무비구와 일반 퇴비구에 비해 기능성 퇴비를 처리한 경우 엽폭이 약간 증가하는 경향을 나타내었으나, 전반적으로 기능성 퇴비의 처리 효과는 엽폭의 증가에 그리 효과적이지 않은 것으로 나타났다.



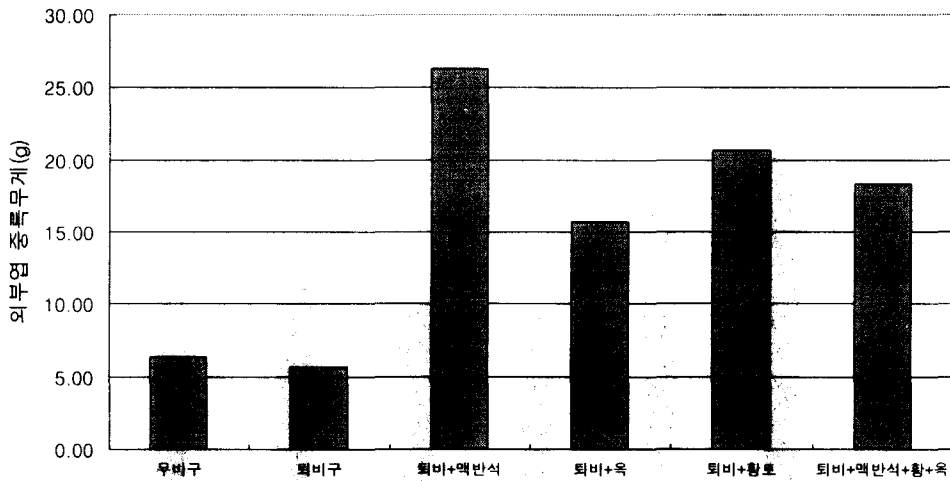
<그림 6> 맥반석, 옥, 황토 첨가가 배추 외부엽 엽폭에 미치는 영향



<그림 7> 맥반석, 옥, 황토 첨가가 배추 외부엽 엽신무게에 미치는 영향

한편 맥반석, 옥, 황토를 첨가한 퇴비가 배추의 외부엽 엽신무게에 미치는 영향은 <그림 7>과 같았다. 무비구의 엽신무게 3.7g에 비해 대조구인 퇴비구는 6.0g으로 증가한 반면 맥반석을 단독 혼합하여 첨가한 퇴비구의 경우 13.0g으로 크게 증가하였다. 황토를 단독 혼합하여 첨가한 처리구의 역시 11.7g으로 크게 증가하였으나 옥을 단독 혼합하여 처리한 퇴비구의 경우 8.9g으로 증가폭이 타 혼합처리구에 비해 상대적으로 그리 크지 않았다.

외부엽의 중량의 경우에도 <그림 8>에서 알 수 있는 바와 같이 외부엽 엽신에서와 같은 경향을 나타냈다. 맥반석을 단독 혼합하여 첨가한 처리구에서의 중량무게 증가현상이 가장 뚜렷하였으며, 황토, 옥의 순서로 증가폭이 약간 감소되는 경향을 나타냈다.



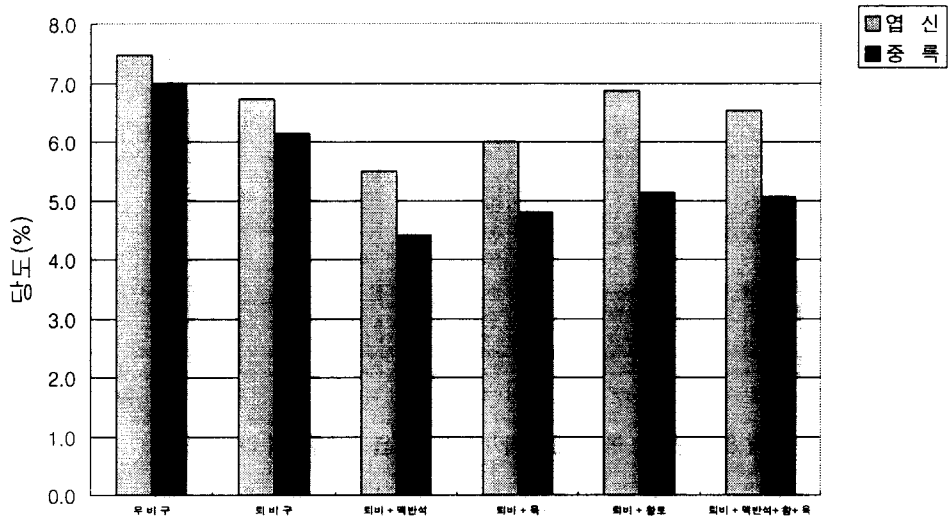
(그림 8) 맥반석, 옥, 황토 첨가가 배추 외부엽 중량무게에 미치는 영향

따라서 맥반석과 황토를 퇴비에 단독 혼합하여 첨가할 경우 배추의 중량(<그림 7> 참조)과 엽신(<그림 8> 참조)의 무게 및 생체중(<그림 1> 참조) 증가에 크게 도움이 된다는 것을 확인할 수 있었으며, 이같은 물질을 배추의 수량증가를 위해 퇴비제조에 혼합 첨가할 수 있는 기능성 첨가물질로 사용할 수 있다고 판단되었다.

IV. 질산염과 비타민 C 함량에 미치는 영향

기존의 유기농가에서 퇴비를 제조할 때 첨가하는 물질이 수확물의 품질에 어떻게 영향을 미치는가를 검토하고자 배추의 당도, 비타민 C 함량 및 질산염 함량을 분석하였다.

맥반석, 옥, 황토를 혼합 처리하여 제조한 퇴비의 경우 배추당도에 미치는 영향은 <그림 9>에서 알 수 있는바와 같이 부정적이었다. 무비구의 경우 당도가 엽신 7.5, 중록 7.0인데 비해 일반퇴비구에서는 엽신 6.7, 중록 6.1로 낮아졌고, 맥반석을 단독 혼합하여 처리한 퇴비를 사용한 처리구에서는 엽신 5.5, 중록 4.4로 크게 낮아졌다. 한편 옥과 황토를 단독으로 혼합 처리한 경우 맥반석을 단독으로 혼합 처리한 경우보다는 조금 높았으나, 일반퇴비를 처리한 경우와 비슷하거나 낮은 경향을 나타냈다.



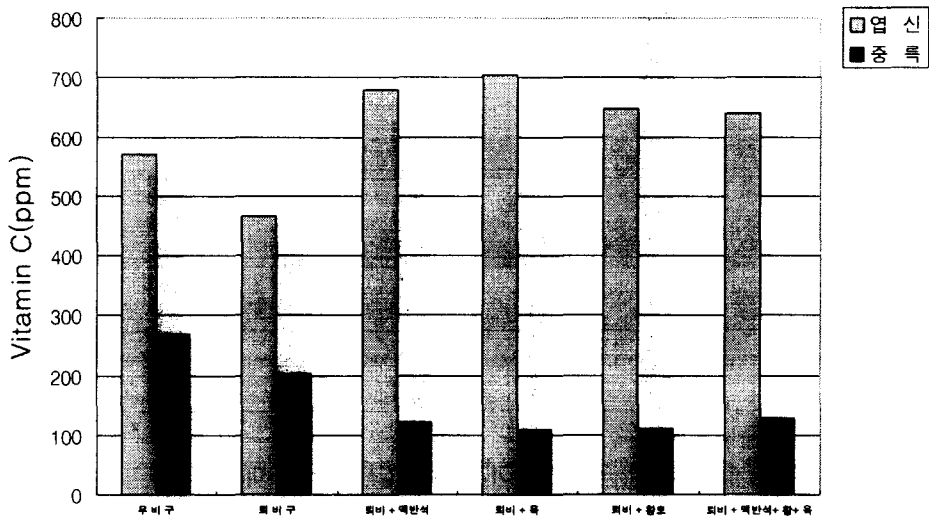
<그림 9> 맥반석, 옥, 황토 첨가가 배추의 당도에 미치는 영향

이에 비해 비타민 C 함량은 <그림 10>에서 보는 바와 같이 일반퇴비 처리구에 비해 맥반석, 옥, 황토를 혼합하여 제조한 퇴비 시용구에서 훨씬 높아지는 경향을 나타냈다.

한편 엽신내 비타민 C 함량이 중록에 비해 훨씬 높았음을 알 수 있었으며, 맥반석과 옥 및 황토 등을 혼합 처리한 기능성 퇴비구의 경우 그 차이가 훨씬 커졌음을 알 수 있었다. 무비구에서 엽신내 비타민 C 함량은 578ppm이었으나 일반퇴비 처리구에서는 475ppm으로 낮아졌다. 그러나 맥반석과 옥 및 황토 등을 단독 혼합하여 처리한 기능성 퇴비 시용구에서는 648ppm~

706ppm으로 높아졌으며 옥을 단독 혼합하여 처리한 기능성 퇴비 처리구에서 가장 높은 비타민 C 함량을 나타냈다. 이와는 달리 중록내 비타민 C 함량은 무비구에서 274ppm으로 가장 높았고, 일반퇴비 시용구 204ppm, 맥반석 단독혼합처리 퇴비시용구 125, 옥 단독혼합처리 퇴비시용구 111ppm, 황토 단독혼합처리 퇴비시용구 109ppm순으로 낮았다. 맥반석+옥+황토를 혼합처리한 퇴비시용구의 경우 엽신과 중록에서 모두 비타민 C 함량이 기능성 퇴비 시용구들의 평균치 수준을 나타냈다.

Ascorbic acid는 NO_3^- 가 NO_2^- 로 즉 질산염이 아질산염으로 변화하는 과정을 차단하여 위암 및 위염을 예방할 수 있다(민진석, 2001)고 알려져 있으나 NO_3^- 에서 발암의 원인이 되는 Nitrosoamines(三輪, 1995)의 전구물질인 NO_2^- 변화된 것은 중화시킬 수가 없다고 한다(민진석, 2001). 그러나 이 아질산염은 다시 ascorbic acid를 산화시켜 그 효능을 상실케 하는(<http://kid.gsnu.ac.kr/gastritis/kvitc/health.html>)작용을 한다고 알려져 있어 엽위별 NO_3^- 함량과 ascorbic acid 함량과의 관계가 관심의 대상이 되고 있다.

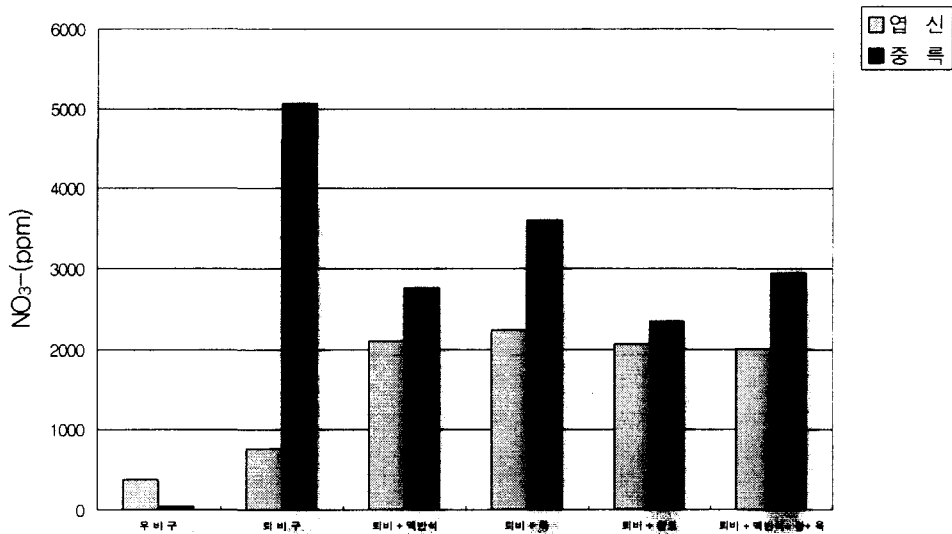


〈그림 10〉 맥반석, 옥 황토 첨가가 배추의 Vitamin C 함량에 미치는 영향

한편 〈그림 11〉은 질산염 맥반석, 옥, 황토첨가 배추의 질산염 함량에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 채소내 고 질산염 집적은 한국유기농업에서 뿐만 아니라 유럽과 미국 등 선진국 유기농업에서도 크게 문제가 되고 있는 부문이다. 따라서 질산염 집적을 유기농 채소재배에서 어떻게 줄일 수 있는냐는 유기농가의 큰 관심거리이다(Sohn, 19961 ; 손과 박, 1998 ; 손과 오, 1993). 질산염은 섭취된후 인체내에서 니트로스아민이라는 발암성 물질을 합성하는 물질로 작

용할 수 있기 때문이다(European Commission, 1998 ; 손, 2000).

무비구의 경우 엽신과 중특의 질산염 함량은 320ppm이하로 극히 낮은 수준이었으나, 일반퇴비 시용구에서는 엽신의 경우 780ppm으로 증가한 반면 중특의 경우 5,086ppm으로 크게 높아졌다. 이에 비해 맥반석을 단독으로 혼합 처리한 퇴비시용구에서는 엽신의 경우 2,105ppm, 중특의 경우 2,768ppm을 나타내 크게 낮아지는 경향을 나타냈다. 옥을 단독으로 혼합 처리한 퇴비시용구에서는 엽신 2,230ppm, 중특 3,611ppm을 각각 나타냈다. 황토를 단독으로 혼합 처리한 퇴비시용구의 경우 가장 낮은 질산염 집적수준을 나타내 엽신 2,021ppm, 중특 2,235ppm을 나타내 황토가 배추의 질산염 집적량을 낮추는데 가장 효과적임을 보여 주었다. 한편 맥반석, 옥, 황토를 혼합처리한 퇴비시용구에서는 3개 물질을 단독으로 처리한 시용구에서의 평균수준에 해당하는 질산염 집적량을 나타내었다.



(그림 11) 맥반석, 옥, 황토 첨가가 배추의 질산염 함량에 미치는 영향

V. 요약

Codex유기식품규격의 허용 천연광물자재인 맥반석, 옥, 황토 등을 퇴비에 혼합 첨가하여 제조한 퇴비가 배추생육과 품질에 어떠한 기능성을 가지는가를 검토하고자 Lysimeter에서 재배한 배추의 생육과 수량을 조사하였으며 배추의 당도, 비타민 C 함량 및 질산염 함량 등을 분석하였다.

1. 생체중, 구고, 구폭, 엽신 및 중륵의 무게가 일반 퇴비구에 비해 맥반석, 옥, 황 등을 단독 또는 혼합 처리한 퇴비시용구에서 많았다. 배추 엽수와 엽폭의 증가폭은 그리 크지 않았으나, 엽장은 크게 나타났으며, 맥반석을 혼합하여 처리한 시용구에서 가장 높았다.
2. 당도는 맥반석, 옥, 황토를 혼합 처리한 퇴비시용구에서 퇴비시용구보다 낮았다. 엽신의 비타민 C 함량이 중륵에 비해 훨씬 높았으며, 무비구 578ppm에 비해 기능성퇴비 시용구에서 648~706ppm으로 높아졌고 옥을 혼합하여 처리한 기능성 퇴비 처리구에서 가장 높았다.
3. 질산염 함량은 황토를 혼합 처리한 퇴비시용구에서 엽신 2,021ppm, 중륵 2,235ppm으로 가장 낮아, 황토가 배추의 질산염 집적량을 낮추는데 가장 효과적임을 보여 주었다.
4. 맥반석, 옥, 황토를 단독 혼합하여 제조한 퇴비시용구에 비해 맥반석+옥+황토를 혼합 처리한 퇴비시용구에서 당도, 비타민 C 함량 및 질산염 함량 등은 각각 평균치 수준을 나타냈다.
5. 결론적으로 맥반석, 옥, 황토 등은 배추의 수량증가를 위해 퇴비제조시에 혼합 첨가할 수 있는 기능성 첨가물질로 그 효과가 인정되었다.

참고문헌

- European Commission(1998) : Reports of the Scientific Committee for Food(Thirty-eighth Series). Opinion on Nitrate and Nitrite. pp.1~13. Office for Official Publication of the European Communities. Luxemburg.
- European Commission(1999) : Draft Commission Regulation amending Commission Regulation(EC) No.194/197 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Document VI/8735/95 rev.2.
- FAO/WHO Joint Codex Committee(2002) : *www.codex.org*.
http://kid.gsnu.ac.kr/gastritis/kwita/health.html.
- MAFF(1998) : 1997/1998 UK Monitoring Programme for Nitrate in Lettuce and Spinach. Food Surveillance Information Sheet Nr.154.
- MAFF(1999) : Nitrate in Vegetables. Food Surveillance Information Sheet Nr.158.
- 민진석 (2001) : 위암의 예방과 치료. *http://www.nfmi.or.kr/건강상식/토막상식/위암예방치료.htm*.
- 손상목(1994₁) : 일반 관행농법과 유기농법 배추, 무우의 가식부위내 NO₃⁻집적량 차이, 유기농업학회지 3 : 87-97.
- 손상목 (1994₂) : 채소를 통한 한국인의 일일 NO₃⁻섭취량과 안전농산물의 NO₃⁻함량 허용기준 설정. 유기농업의 현황 및 발전 방향에 관한 심포지움(1994.10.12~13, 농촌진흥청 농민회관), 농촌진흥청 농업기술연구소, 농협중앙회, 한국토양비료학회 공동주최, pp.251~276.
- Sohn, S. M.(1996₁) : Nitrate and Overuse of Organic Fertilizer. 11th IFOAM Scientific Conference, Copenhagen/Denmark, Aug 11~15th, 1996, Page 36.
- 손상목(1996₂) : 유기농업의 환경보전 기능과 안전농산물 생산. 제101회 소비자 세미나, 환경친화형 농산물생산과 식생활 안전을 위한 대책. Page 58, 서울프레스센터 1996.9.23. pp.43~58. 주최 : 소비자문제를 연구하는 시민의 모임, 농협중앙회.
- Sohn, S. M.(1997₁) : Accumulation of nitrate in Vegetables and phosphate in the rhizosphere. School of Nutrition Science and Policy, Tufts University, Boston/USA. International Conference on Agricultural Production and Nutrition, Boston, Massachusetts, USA, March 19~21, 1997.
- Sohn, S. M.(1997₂) : Organic Farming and Nitrate Accumulation in Vegetables and in the Rooted Soil Layer Institute of Agricultural Chemistry, University of Göttingen. International Symposium including Environmental Aspects of Agriculture, Göttingen/Germany, 1997.6.6~7.

- Sohn, S. M.(1997₃) : Chemical characteristics of soil and NO_3^- accumulation of vegetable by conventional and organic farming. 4th International Conference of ESAFS (East and Southeast Asia Federation of Soil Science Society, 11~14th November 1997. Grand Hotel, Cheju Island/Korea.
- Sohn, S. M.(1999) : Chemical Characteristics of Rooted Soil Profile and Nitrate Content of Cucumber by Organic Farming only Applying Organic Fertilizer. pp.1~17, 2nd Workshop of Sustainable Development in Horticulture in Asia and Oceania. (Monbusho International Scientific Research Programs : Cooperative Research by the University of Tokyo, Massey University and Seoul National University), Seoul National University, Suweon/Korea. September 29, 1999.
- 손상목(2000) : 채소의 질산염 감량 기술 개발. 농림부 농특기획과제 최종연구보고서, Pages 315.
- 손상목·박양호(1998) : 배추, 양배추, 양상추의 엽령별 NO_3^- 함량 차이에 관한 연구. 유기농업학회지 7(1) : 115-128.
- 손상목·오경석(1993) : 질소시비량이 배추, 무, 오이의 가식부위내 NO_3^- 집적량에 미치는 영향. 토양비료학회지 26(1) : 10-19.
- 孫尙穆·米山忠克(1996) : 野菜の硝酸 : 作物体の硝酸の生理, 集積, 人の攝取. 農業および園藝 71(11) : 1179-1182.
- 손상목·Kücke, M.·이운건(1997) : *E. coli* cell을 이용한 식물체, 토양, 수질의 질산태질소 분석방법. 한국토양비료학회 30(4) : 361-369.
- 손상목·이운건·한도희·김영호(1996) : 농가의 상이한 농법에 의한 배추, 상추, 케일 재배 근권토양 및 가식부위내 NO_3^- 집적량 차이. 대산논총 4 : 143-152.
- 三輪 操·三輪清志(1995) : 發癌とNO, 實驗醫學 13(8) : 118-121.