

대체농업자재가 사과의 수량 및 품질에 미치는 영향

남기웅* · 김승환**

Effect of Agro-chemical Alternatives on the Yield and Fruit Quality of Apple

Nam, Ki-Woong* · Kim, Seung-Hwan**

〈 목 차 〉

ABSTRACT	Ⅲ. 결과 및 고찰
I. 서 언	Ⅳ. 적 요
Ⅱ. 재료 및 방법	참고문헌

ABSTRACT

This study was tried to examine the efficacy of apples that had grown with agro-chemical alternatives in an apple orchard. The chlorophyll content of apple leaves was a little higher in the plot of Charcoal powder, Chitosan, and Peat moss treatment among the other agro-chemical alternatives. On the contrary, the sugar content of apple fruits was higher in the plot of Amino acids, and Green ion calcium treatment, but there was quite a difference among them. Vitamin C content of apple fruits was high at the cell division period. It became lower at the hypertrophic period and then got higher again at the harvest. Vitamin C content was the highest in the chemical fertilizer plot as well. In an apple orchard where agro-chemical alternatives were used only,

* 농업과학기술원 식물병리과

** 농업과학기술원 식물영양과

the commercial grade of ripened apples had declined by 25%, compared to those in customary cultivation. The commercial grade of ripened apples with agricultural chemicals using fertilizers and pesticides was over 90% with over 250g of its weight in the plot of Charcoal powder, Amino acids, and Vitamin C treatment. Therefore, we guessed the environment-friendly method of cultivation in an apple orchard shall be established by reducing the usage of agricultural chemicals gradually and increasing the agro-chemical alternatives at the same time.

Key Words : Apple quality, agro-chemical alternatives, organic farming

I. 서 언

환경농업 육성법에서는 농약과 화학비료 사용 및 생산방법에 따라서 일반 환경농산물, 유기농산물, 전환기 유기농산물, 무농약 농산물 및 저농약 농산물로 분류하고 있다.¹⁶⁾ 기존의 관행농법에서 친환경농법으로 전환하기 위해서는 관행으로 사용하던 각종 농약과 비료에 의한 환경부하를 경감시키고, 농업생산활동과 환경이 조화를 이루도록 유도하여야 한다. 최근에는 친환경농법에서 더 나아가 유기·자연농업으로 농산물을 생산하는 단체나 개인이 늘어나고 있는 추세다. 이러한 현상은 최근 소비자들이 관행적인 방법으로 농약과 화학비료를 사용하여 생산한 농산물에 대한 불신감에 따른 국내 농산물의 소비량 감소와 환경보전을 위한 대안의 하나로 인정하면서 점차 확산되고 있는 추세다.²⁾ 이러한 농업을 수행하기 위해서는 비료와 농약과 같은 화학합성 물질을 사용하지 않거나 대폭 줄여야 하기 때문에 이들을 대체할 수 있는 다양한 자재들이 요구되고 있다.^{1, 5)} 즉 목초액, 키토산, 현미식초와 같이 시판되는 자재를 비롯하여 천혜녹즙, 한방영양제, 토착미생물배양체 등과 같이 농가에서 자가 제조하여 농업에 사용하는 자재들까지 합쳐 약 30여종의 대체농업자재들이 영농에 활용되고 있다.^{1, 5, 10, 17, 19)} 이러한 자재들은 친환경농업에 있어서 효과와 경제성에 대한 과학적인 검증 없이 사용되고 있는 실정이다. 농가에서 대표적으로 많이 사용하는 대체농업자재로 목탄과 목초액을 들수 있는데 이들은 벼와 과수를 포함하여 매우 다양한 작물에 사용하고 있고,¹⁹⁾ 목초액 500배액에 농약 반량을 혼용살포하여도 살균제 전량을 살포한 효과와 대등하여 살균제 절감효과가 인정되며,⁹⁾ 키토산은 벼 유묘의 활력증대와 10~20%의 증수효과가 있다고 보고되고 있다.^{3, 8, 12)} 일부 과수원에서도 이러한 자재들을

사용하여 영농을 하는 농가들이 늘어가는 추세인데 과수는 영년생 작물로 당년의 과실생산 뿐만 아니라 다음해 과실 생산을 위한 꽃눈분화 등에 유의하면서 재배관리를 수행해야 한다. 또한 각종 병해충 방제, 수세와 착과량 등 균형적인 관리를 해야 품질 좋은 과실을 수확할 수 있는 특성을 갖고 있다.¹⁷⁾ 이러한 과수재배의 특성을 고려할 때 과수원에서 대체농업자재를 사용하려면 우선 효과검증이 이루어져야 한다. 그런데 과수는 영년생 작물인 관계로 연구결과는 보고된 바가 매우 적다.

따라서 본 연구는 최근 농가에서 비료 및 농약효과를 목적으로 사용하는 각종 자재들을 대상으로 사과 과수원에 적용할 경우 나무의 영양상태, 사과의 상품성, 수량 등에 대한 영향을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험장소

경기도 안성군 원곡면 소재 후지품종 12년생이 식재된 사과 과수원에서 수행하였다.

2. 대체농업자재 및 사용방법

본 시험에 이용한 대체농업자재는 일반 농가에서 농약 또는 비료효과가 있다고 주장하는 자재로서 자가제조하거나 시중에서 구입하여 영농에 활용하는 자재를 구입하여 시험에 사용하였다. 처리방법은 농약효과가 있다고 하는 목초액, 유산균, 천혜녹즙, 현미식초 및 그린이온칼슘은 10a당 200ℓ를 5월 4일부터 1주일 간격으로 5회 경엽 살포하였고, 키토산은 500배로 희석하여 관주 처리하였다. 농약효과 보다는 비료효과가 있다고 주장하는 미네랄C와 아미노산은 10a당 200ℓ를 1주일 간격으로 5회 경엽 살포하였고, 목탄분말과 토탄은 10a당 400kg을 근권토양에 1회 토양과 혼합처리 하였다(Table 1). 농약효과를 주장하는 자재들의 처리구는 농약을 살포하지 않았고, 비료효과가 있다고 하는 자재들의 처리구만 관행으로 농약을 살포하였다. 그리고 관행농법으로 방제농약을 살포할 때는 대체농업자재 처리구에도 농약살포시 사용한 동일량의 물을 살포하였다. 일반관리는 사과 과수원 표준관리법에 준하여 관리하였으며 시험은 자재별로 5주씩 처리하였다.

Table 1. The Amounts and application methods of Agro-chemical alternative materials in the apple orchard.

Agro-chemical alternative	Applied			Application methods	Pesticides application
	Dilution rate	Amounts	Time		
Control(NPK)					
Mineral C	1,000	200 ^z	5	Foliar	Yes
Fish amino acid	500	200 ^z	5	Foliar	Yes
Charcoal powder	-	400 ^y	1	Drenching	Yes
Peat moss	-	400 ^y	1	Drenching	Yes
Control	-	-	-	-	Non
Chitosan	500	200 ^z	5	Drenching	Non
Wood vinegar	300	200 ^z	5	Foliar	Non
Lactic acid bacterial serum	300	200 ^z	5	Foliar	Non
Fermented plant juice	500	200 ^z	5	Foliar	Non
Brown rice vinegar	500	200 ^z	5	Foliar	Non
Green ion calcium	500	200 ^z	5	Foliar	Non

^z l10a-1, ^y kg10a-1

3. 조사방법

사과잎의 엽록소 함량은 1주당 동서남북 그리고 겉과 속의 잎을 무작위로 30잎을 선정하여 Minolta SPAD-502(Japan)를 이용하여 6월 11일과 8월 5일 2회에 걸쳐서 측정하였다. 사과 품질조사는 1주당 5과를 선정하여 착즙한 후 당도는 Abbo 굴절당도계(Attago, Japan)로, 비타민C 함량은 RQ flex(Merck 제품)를 사용하여 현장에서 즉시 측정하였다. 수량조사는 수확기에 각 처리별로 나무당 100과를 무작위로 수확하여 현장에서 전자저울로 중량을 측정하였다. 상품성은 개당 무게가 250g 이상 되는 것을 상품과로, 220~249g되는 과일을 중품으로 그리고 219g 이하 되는 과일을 하품으로 구분하였다. 병해조사는 잎에 발생하는 병해는 주당 무작위 100잎을 조사하였고, 과일에 발생하는 병해는 주당 무작위 20과를 조사하여 백분비율로 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

사과나무 잎의 엽록소함량 변화를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 6월 초순에는 대체농업자재 처리간에 엽록소함량의 차이는 미미하였다. 농약효과가 있다는 처리에서는 무처리구에 비하여 현미식초를 제외한 모든 대체농업자재를 처리함으로써 엽록소 함량이 다소 증가하는 경향이였다. 또한 비료효과가 있다는 자재들에서는 삼요소 보다는 모두 약간 증가하였다. 과수생육은 일반 초년생 작물과 다르게 전년도에 이미 확보한 수체내의 저장된 영양분이 초기 생육에 많이 지배되기 때문에 당년 봄에 시용한 자재에 의한 양분공급 효과가 사과나무 생육초기에 곧바로 발현되지 않았을 것으로 판단된다.

Table 2. Chlorophyll content of apple leaves with different application Agro-chemical alternative materials.

Agro-chemical alternatives	Chlorophyll content(SPAD502)		Pesticide application
	11 Jun.	5 Aug.	
Control(NPK)	45.3	52.0	Yes
Mineral C	49.8	49.7	
Fish amino acid	46.8	49.4	
Charcoal powder	48.0	50.0	
Peat moss	48.2	54.4	
Control	45.0	48.4	Non
Chitosan	47.1	50.1	
Wood vinegar	45.4	47.4	
Lactic acid bacterial serum	48.3	47.5	
Fermented plant juice	46.3	46.0	
Brown rice vinegar	42.8	49.9	
Green ion calcium	47.8	48.7	

* Minolta SPAD-502

따라서 각종 대체농업자재들을 처리한 후 기간이 경과할수록 삼요소, 아미노산, 목탄분말, 토탄, 키토산, 목초액 및 현미식초 처리구에서는 비료성분이 흡수 이용되거나 토양개량 효과가 생육후기에 발현되고 있음을 시사하고 있다. 즉 자재 성질상 비료공급 효과를 주장하는 아미노산, 목탄분말 및 토탄 처리구에서는 농약효과가 있다고 주장하는 자재 처리구보다 엽록소함량이 다소 높았으며 유산균, 천혜녹즙 처리구의 엽록소 함량은 6월 중순과

차이가 없었다. 이러한 결과들을 보면 자재들간에 성분상의 차이는 물론 사과나무에 대한 반응이 다른 것으로 생각된다. 따라서 앞으로 각종 자재들의 특성을 좀더 명확히 구명하고 이들을 각 작물에 처리함으로써 보다 구체적인 대체농업자재의 효과검토가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

대체농자재들이 사과의 당함량에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 사과 세포비대기인 8월 5일에 조산한 결과 자재들간에 약간의 차이가 있었으며, 비료효과를 주장하는 자재중에서는 단지 미네랄C 처리구가 3요소구보다 낮았고, 아미노산, 목탄분말 및 토탄구에서는 모두 높았다. 아미노산은 산성, 중성, 염기성에 따라 식물체 흡수방식이 다른 데⁴⁾ 식물체에 흡수된 아미노산은 구조가 변경되어 다른 형태의 아미노산, Sucrose, Hexose, 유기산 등으로 대사 되고^{21, 22)} 특히 sucrose와 유기산으로 변환이 잘 된다.¹⁸⁾ 엽면 살포한 아미노산이 잎에서 흡수되어 당함량을 증가시키는 원인은 앞으로 처리농도 및 사용량 등 보다 더 정밀한 검토가 이루어져야 할 것으로 생각된다. 토탄 처리구의 효과는 비료공급효과 보다는 토양개량효과가 더 큰 것으로 판단된다. 농약효과를 주장하는 자재들 간에서는 무처리 보다 모두 높았으며 특히 현미식초, 목초액처리구에서 높았다. 전체적으로 볼 때 토탄, 목초액 및 현미식초처리구에서 다른 자재 처리구보다 당도가 높은 경향이 있었다.

Table 3. Sugar content of apple fruits with different application Agro-chemical alternative materials.

Agro-chemical alternatives	Sugar content(Brix°)		Pesticide application
	5 Aug.	20 Oct.	
Control(NPK)	9.1	17.9	yes
Mineral C	8.8	14.7	
Fish amino acid	9.2	16.8	
Charcoal powder	9.2	14.9	
Peat moss	10.6	15.0	
Control	9.2	16.2	Non
Chitosan	9.5	16.4	
Wood vinegar	10.3	14.9	
Lactic acid bacterial serum	9.4	15.0	
Fermented plant juice	9.2	15.9	
Brown rice vinegar	10.1	16.0	
Green ion calcium	9.4	16.4	

수확시기에 가서는 어떠한 대체농업자재들 보다 관행인 삼요소 처리구가 17.9 Brix°로 가장 높았다. 세포 비대기에 당함량이 높았던 자재들이 수확기에까지 높은 농도로 유지하지 못하는 것은 대체농업자재에 함유된 양분이 많지 않아 후기까지 지속적으로 양분을 공급하지 못하여 원만한 탄소동화작용이 이루어지지 않았음을 시사하고 있으며, 일반적으로 과일내의 당함량은 토양수분을 강제로 줄이면 식물체 중의 당함량을 증가시키는 것은 예로부터 경험적으로 알려지고 있고, 출하 수일전부터 수분공급을 중단하여 당도를 상승시켜 출하하는 기법은 수량보다 품질을 중요시하는 경제작물에 많이 적용하고 있다. 토양 최대용수량의 60% 정도까지는 당, 카로틴 등이 거의 변화하지 않지만 그 이하가 되면 당 함량은 급격히 증가하는 것으로 알려지고 있다.¹⁵⁾ 따라서 본 시험에서 이용한 대체농업자재들의 각종 성분들이 당 함량에 영향을 주는 것보다는 환경적 요인이 더 큰 요인으로 작용하기 때문에 특정한 대체농업자재를 사용함으로써 사과의 당도를 급격히 높이는 것은 어렵다고 생각된다. 앞으로 이러한 자재들을 지속적으로 사용하여 토양의 물리성, 화학성 및 생물성이 변화된 상태에서 과실품질에 미치는 효과가 지속적으로 검토되어야 할 것으로 생각된다.

사과 과육내의 비타민C 함량을 조사한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Vitamin C content of apple fruits with different application agro-chemical alternatives materials.

Agro-chemical alternatives	Vitamin C (mg Kg ⁻¹)			Pesticide application
	11 Jun.	5 Aug.	20 Oct.	
Control(NPK)	243	83	187	Yes
Mineral C	216	89	116	
Fish amino acid	224	96	119	
Charcoal powder	206	90	126	
Peat moss	200	95	120	
Control	183	85	125	Non
Chitosan	218	92	121	
Wood vinegar	223	90	105	
Lactic acid bacterial serum	225	94	117	
Fermented plant juice	210	101	110	
Brown rice vinegar	228	98	149	
Green ion calcium	210	89	125	

시기별로 보면 6월이 가장 많았고, 세포비대기인 8월초에는 반이하로 줄었다가 수확기에 증가하는 경향이였다. 6월초에는 무처리 보다는 대체농업자재를 처리한 구가 모두 높았다. 그 중에서 비료효과가 있다는 자재중에서 아미노산처리구에서 높은 경향이였다. 농약효과가 있다는 자재중에서는 현미식초, 유산균 및 목초액에서 높은 경향을 나타내었다. 8월 초에는 6월보다는 전체적으로 낮은 함량을 보였고 처리간에는 6월에 가장 많았던 삼요소 처리구가 가장 적은 것이 특징이다. 이러한 결과는 세포비대가 왕성한 시기에 과즙내의 비타민C 함량이 낮아지는 것으로 추정된다. 과일이 성숙된 10월 중순에는 세포 비대기인 8월 보다 증가하였으며 삼요소 처리구가 월등히 높았다.

농약효과가 있다고 하는 자재는 현미식초가 가장 많았는데 전체적으로 볼 때 삼요소, 현미식초, 목탄분말 처리구가 많았으며, 그 외 자재들은 무처리와 대등하거나 낮은 경향이였다. 이러한 결과는 유기물과 화학비료를 처리하면 환원당과 그의 2차 대사산물인 비타민C 간에는 고도의 정의상관이 있다고 한 결과와 같은 경향이다.¹⁵⁾

대체농업자재 처리별 사과 상품성을 조사한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. The commercial grades of ripened apples with agro-chemical alternative materials.

Agro-chemical alternatives	Commercial grade** (%)			Pesticide application
	High	Medium	Low	
Control(NPK)	84	16	0	Yes
Mineral C	93	7	0	
Fish amino acid	95	5	0	
Charcoal powder	96	4	0	
Peat moss	75	22	3	
Control	71	18	11	Non
Chitosan	76	20	4	
Wood vinegar	67	21	12	
Lactic acid bacterial serum	61	22	17	
Fermented plant juice	54	29	17	
Brown rice vinegar	57	22	21	
Green ion calcium	73	8	19	

* Sampled date : 20 October.

** High means the weight of each fruit in case of apple was over 250g, Medium was 220~249g, and Low was less than 219g.

비료효과가 있다는 자재들은 농약을 관행으로 살포하면서 대체농업자재들을 처리하면 상품성이 높게 나타났다. 그 중에서도 목탄분말, 아미노산 및 미네랄C 처리구는 과중이 250g 이상인 상품비율이 90% 이상으로 현저히 높았다. 그러나 농약효과가 있다는 자재들을 처리한 과수원에서 생산된 사과는 상품비율이 낮았다. 사과 과중이 250g 이상 되는 과일은 키토산, 그린이온칼슘만이 관행보다 약간 높았고 그 외 처리는 관행보다 낮았다.

병해 발생상황을 보면 Table 6과 같이 갈색무늬병의 발생이 많았고, 탄저병과 겹무늬썩음병은 상대적으로 적었다. 농약을 처리하지 않고 대체자재를 사용한 처리에서는 처리에 관계없이 병해발생이 많았고, 농약을 사용하면서 자재를 처리한 구에서는 병해발생이 적었다. 이러한 결과로 볼 때 현재 사과 과수원에서는 농약을 전혀 살포하지 않고서는 정상적인 수량 확보와 고품질 과일 생산이 매우 곤란할 것으로 사료된다. 그러나 농약을 관행으로 살포하면서 대체농업자재들을 사용하면 상승효과가 나타나서 좋은 효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 실제로 목초액 500배액에 살균제농약을 반으로 줄여서 살포하여도 살균제농약 100%로 살포한 효과와 같아 농약의 절감효과가 나타나고 있다. 이렇게 기존의 관행으로 사용하는 화학농약을 줄여가면서 대체농업자재들을 적절히 혼용 또는 수종의 대체농업자재를 복합적으로 살포하면 좋은 결과를 얻을 것으로 생각된다.

Table 6. Incidence rate on a major apple disease with applying an agro-chemical alternative materials in the apple orchard.

Agro-chemical alternatives	Percent of disease incidence*		
	Brown blotch	Anthraco-nose	White rot
Control(NPK)	19.0	0.5	0.5
Mineral C	22.6	0.2	0.2
Fish amino acid	20.0	1.2	1.0
Charcoal powder	22.5	0.4	2.0
Peat moss	19.8	1.0	1.0
Control	44.5	9.5	3.6
Chitosan	19.8	3.5	1.6
Wood vinegar	46.0	8.4	1.6
Lactic acid bacterial serum	43.9	7.5	3.2
Fermented plant juice	48.7	7.6	2.0
Brown rice vinegar	49.5	6.7	2.2
Green ion calcium	38.6	5.0	1.8

* Surveyed date : 20 October.

IV. 적 요

사과원에서 사용하고 있는 대체농업자재들이 사과나무의 생육 및 사과품질에 미치는 영향을 검토하기 위하여 수행하였다. 사과 재배중에 사과잎의 엽록소함량은 처리 자재중 삼요소, 목탄분말, 토탄 및 키토산 처리구에서 약간 높은 경향을 나타내었다. 과실내 당함량은 삼요소, 아미노산, 그린이온칼슘 처리구에서 높았으나 처리간에 차이가 컸으며, 비타민 C함량은 모든 처리구에서 공히 세포분열기에 높았다가 비대기에는 약간 낮아진후 수확기에 다시 증가하는 경향으로 삼요소구에서 가장 많았다. 사과원에서 농약을 전혀 살포하지 않고 대체농업자재만을 사용한 경우 사과의 상품과율이 관행농법으로 재배한 처리구 보다 25% 정도가 감소한 반면에, 농약을 관행으로 살포하면서 처리한 목탄분말, 아미노산 및 미네랄C 처리구에서는 과중이 250g이상인 상품과율이 90%이상 생산되었다. 따라서 수량과 품질을 고려할 때 영년생 작물인 사과원에서는 장기적으로 화학비료와 농약 사용량을 서서히 줄여가면서 대체농업자재를 혼용 또는 복합적으로 사용함으로써 친환경적인 과수원 경영방법으로 정착이 가능할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 1) 조한규. 1995. 조한규의 自然農業. 농림수산정보센터.
- 2) 조한규. 2003. 친환경성과 경제성의 양립(兩立)이 가능한 한국의 '자연농업'. 자연농업 56 : 18~19.
- 3) Donald, F. 1997. Application of chitin and chitosan. Technomic publication. pp.129~139.
- 4) Delrot, S. 1981. Involvement of Protons as Substrate for the Sucrose carrier during Phloem loading in *Vicia faba* Leaves. Plant Physiol. 67 : 560~564.
- 5) 韓國有機農業研究會. 1992. 有機農業百科.
- 6) 福井春雄. 1984. 日本肥料研究會會報 : 44.
- 7) 全國肥料商聯合會. 1994. 土づくりと土壤改良資材 : 55~154.
- 8) Kenneith, W.T. 1996. 88rd Annual research report. U. S. department of agriculture. Crowley Luisiana. pp.233~355.
- 9) 김기홍. 1998. 목초액 혼용하면 살균제 절감효과 높다. 연구와 지도. 39(9) : 6~8.
- 10) 김광은. 1993. 흑설탕 식초농법. 도서출판 서원.

- 11) 김광은, 박상범, 안경모. 1998. 숯과 목초액. 한림저널사.
- 12) 김세권. 1998. 키틴키토산의 농업분야에서의 이용. 한국키틴키토산연구회지. 3(4) : 327~342.
- 13) 이주삼. 1995. Ladino clover(*Trifolium repens* L.)의 건물생산에 미치는 chitosan 용액의 전면시용 효과. 한국유기농업학회지. 4(2) : 79~85.
- 14) 木材炭化成分多用途利用技術研究組合. 1990. 木炭と木酢液の新用途開發研究成果.
- 15) 森敏. 1986. 食品の質に及ぼす有機物拮用の効果. 博友社. pp.85~135.
- 16) 농촌진흥청. 1996. 환경보전형 농업의 기술체계화와 농가보급 방안. 한국 농촌경제연구원 완결보고서 : 34~68.
- 17) 박홍섭, 오광인, 박준근. 1996. 환경농법에 의한 사과생산실태 및 경영개선. 한국유기농업학회지. 7(2) : 1~16.
- 18) Rickauer, M. 1986. Effect of Ca on amino acid transport and accumulation in roots of *Phaseolus vulgaris*. *Plant Physiol.* 82 : 41~46.
- 19) 석현덕, 장철수, 서영완. 1998. 목질 탄화물의 농·축산업적 이용현황과 전망. 목포대학교 심포지움. pp.129~150.
- 20) 白川憲夫, 市川 正, 小山良之助. 1995. 木酢液の物性とイネ 生育に及ぼす影響. 農業および園藝. 70(6) : 673~676.
- 21) Schobert, C. 1988. Uptake of amino acids by plant from the soil : A comparative study with castor bean seedlings grown under natural and axenic soil conditions. *Plant and Soil.* 109 : 181~188.
- 22) Schobert, C., and E. Kormer. 1989. The differential transport of amino acids into the phloem of *Ricinus communis* L. seedlings shown by the analysis of sieve-tube sap. *Planta.* 177 : 342~349.