

배 과수원에서 오차드그라스와 여러 종류의 클로버 혼파에 따른 녹비작물의 양분공급량 추정*

임경호** · 김월수*** · 최현석**** · 황인택***** ·
이진우***** · 이유석***** · 최경주***** · 이 연***** · 송장훈** · 조영식**

Estimated Nutrient Production in Green Manure Crops as Affected by Seeding of Orchardgrass and Various Clovers in a Pear Orchard

Lim, Kyeong-Ho · Kim, Wol-Soo · Choi, Hyun-Sug · Hwang, In-TaeK · Lee, Jin-Woo ·
Lee, You-Seok · Choi, Kyeong-Ju · Lee, Youn · Song, Jang-Hoon · Cho, Young-Sik

This study was conducted to evaluate nutrient production of both orchardgrass and several clovers as a green manure in a 'Niitaka' pear (*Pyrus pyrifolia*) orchard. The experiment was conducted at diligent farmer in Boseong in Chonnam on March 26 of 2010, and the treatments included; 1) orchard grass (2.0kg/1,000m²), 2) orchard grass (1.0kg/1,000m²)+ladino clover (1.0 kg/1,000m²), 3) orchard grass (1.0kg/1,000m²)+red clover (1.0kg/1,000m²), and 4) orchard grass (1.0kg/1,000m²)+white clover (1.0kg/1,000m²). Lengths of orchardgrass and clovers were greater in July than those of June and September. Seeding of orchardgrass without clovers in June and July increased dry weight of green manure crops compared with the seeding of orchardgrass with clovers, resulting in greater annual total dry weight. Various green manure treatments produced different amounts of total N and P₂O₅ from each raw materials and did not satisfy amounts of those nutrients for proper annual growth of ten- to twelve-year-old pear tree. Amounts of K₂O producing

* 본 연구는 국립원예특작과학원 배시험장과 전남농업기술원의 지원으로 수행되었습니다. 또한 국립농업과학원 유기농업과 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: 006847032011) 지원에도 감사드립니다.

** 국립원예특작과학원 배시험장

*** 전남대학교 원예학과

**** 교신저자, 국립농업과학원 유기농업과(dhkdwk7524@daum.net)

***** 전남농업기술원

***** 국립농업과학원 유기농업과

from green manures, however, satisfied for proper growth of the pear trees.

Key words : *clover, green manure, orchardgrass, organic, pear*

I. 서 론

1990년대 이후로 국민 소득증가와 환경오염에 따른 친환경, 웰빙, 식품안전 등 안전·안심 먹을거리에 대한 선호도 증가 그리고 정부의 녹색정책의 일환으로 친환경농업 육성 5개년 계획에 의해서 유기농업은 급속도로 증가하고 있는 추세에 있다. 유기농 식품은 전 세계적으로 관행대비 20~200% 이상의 가격 프리미엄이 형성되는 것이 일반적이다(Bertschinger et al., 2004). 이러한 경향은 관행농업을 하는 농민들을 무농약이나 유기농산물로 전환시키는 요인이 되어왔으며 유기농 식품 시장규모는 연 20% 내외로 성장하고 있다.

현재 유기농업에서 이용되고 있는 두과작물인 헤어리베치나 국내 자생초종인 얼치기완두와 새완두는 질소고정 능력이 뛰어나나(Seo and Lee, 2005) 노지에 밀집되어 분포되었을 경우에는 토양중의 과도한 무기태질소의 축적으로 지하수로의 오염 가능성을 증가시킬 수 있다. 또한 헤어리베치가 파종된 나무 아래의 일부지역은 그늘진 곳으로서 과수 뿌리와의 양수분을 위한 경쟁 때문에(Faust, 1989) 두과작물의 생육이 감소되는 단점이 있다. 반면에 화분과 초생인 오차드그라스는 두과작물에 의한 과도한 질소공급을 줄이면서도 어느 정도 생육을 촉진함으로써 유기물 공급에 효과적인 것으로 알려져 과일나무가 필요로 하는 질소를 적당하게 공급하면서 환경오염을 줄일 수 있을 것으로 기대되고 있다(Granatstein and Sánchez, 2009). 최근에 Choi et al.(2011)은 미국남부 지역의 사과 유기농 실험에서 오차드그라스와 클로버혼파와 기타 자생초종 만으로도 어린 유묘의 수체를 충분히 성장시켰다고 보고하였다. 최근 국내에서도 화분과 목초 단파 또는 화분과 목초에 다른 종류의 두과작물을 혼파 함으로써 과수생장을 위한 최적의 질소수지(N-balance)를 찾기 위한 노력이 이루어져 왔다(Lim et al., 2011). 하지만 국내 일반 배 농가에서는 이러한 화분과와 두과 녹비작물을 시용하더라도 성숙한 배나무(10~15년생)에 어떠한 파종형태가 배나무의 무기성분 요구도에 가장 적합한지에 관한 정보나 문헌이 없어서 일반적인 농가 경험에 의존하고 있는 실정이다. 또한 화분과 녹비작물을 단파하였을 경우 생육량이 우수하더라도 질소공급량이 미비해서 배나무 생장을 위한 퇴비와 기타 외부 유기자재의 투입 등의 추가적인 무기성분 공급이 필요할 수도 있다. 이에 본 실험은 화분과 작물인 오차드그라스와 다른 종류의 클로버를 혼파하였을 때 어떠한 파종방법이 10~12년생 ‘신고’ 배의 무기성분 요구량에 근접하는 지에 관한 기초적인 자료를 제공하고자 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 시험재료 및 처리내용

전남 보성의 독농가에서 2006년에 유기농으로 인증된 배 과원에서 수행하였다. 본 시험은 녹비작물 파종방법에 따른 양분공급량과 배나무 생육에 미치는 영향에 관한 연구(Lim et al. 2011)의 또 다른 연구과제로 수령은 10~12년생의 덕식수형인 6×7m ‘신고’(*Pyrus pyrifolia*) 배나무를 이용하였고 수관하부는 자연 방임초생으로 잡초를 관리하였다. 표토의 토성은 양토이고 심토는 식양토로 자갈함량이 적은 과원이었다. 2009년 토양 pH는 5.8, 유기물함량은 3.3%, 전질소는 0.15%, 인산은 152mg/kg, 양이온치환용량은 16.0cmol⁺/kg으로 배나무가 생육하기에 적절한 토양양분 상태를 보유하고 있었다.

2. 실험처리

처리구는 2010년 3월 26일에 다년생 화분과인 오차드그라스(*Dactylis glomerata* L.)에 다른 종류의 클로버를 혼파한 1) T1: 오차드그라스(2.0kg/1,000m²), 2) T2: 오차드그라스(1.0kg/1,000m²)+라디노클로버(*Trifolium repens* var. *giganteum*, 1.0kg/1,000m²), 3) T3: 오차드그라스(1.0kg/1,000m²)+레드클로버(*Trifolium pratense* L., 1.0kg/1,000m²), 4) T4: 오차드그라스(1.0kg/1,000m²)+화이트클로버(*Trifolium repens* L., 1.0kg/1,000m²) 네 가지로 나누었다. 녹비작물은 배나무 수체로부터 3×3m 면적에 지표 처리 후 파종하였고, 처리는 1주 1반복으로 완전임의 배치법 3반복(3나무)으로 처리하였다. 모든 처리구에 화학비료 대응으로 쌀겨(250kg/1,000m²)를 산포처리 하였고 쌀겨의 전질소 농도는 2.1%, 인산은 3.8%, 칼륨은 1.4%로 조사되었다.

3. 조사내용 및 분석방법

2010년 6월 3일, 7월 22일, 9월 15일에 총 3회에 걸쳐서 녹비작물을 단위면적당 수확해서 초장과 건물중을 측정하였다. 녹비작물은 배나무 주위의 세 곳에서 채취하여 건조되지 않게 비닐팩에 넣어서 실험실로 옮긴 후 세척하고 물기를 제거하였다. 세척된 식물체는 80℃ 건조기에서 3일간 건조 후 마쇄하여 농촌진흥청 국립농업과학원의 토양 및 식물체 분석법(NAAS, 2011)에 준하여 식물체내 무기성분을 조사하였다. 전질소는 황산으로 분해 후 Kjeldahl 법으로, 인산은 ammonium metavanadate 비색법에 의해서 측정하였다. 칼륨은 ternary 용액(HNO₃:H₂SO₄:HClO₄, 10:1:4, v/v/v)을 이용하여 열판에서 가열 분해 후 ICP(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer, Pye-unicam PU 9000, England)로 측정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

수관주위(3×3m)의 오차드그라스의 초장은 오차드그라스 단파와 혼파처리에서 1차(6월 3일)와 2차(7월 22일), 3차 조사(9월 15일)에서 별다른 차이가 없었고, 클로버는 1차와 2차 조사에서 처리에 따른 초장의 차이는 일관성이 없었다(Table 1). 3차 조사에서는 클로버가 모두 고사하였는데, 클로버는 고온기에는 생육이 좋지 않고 장기간 장마가 지속될 경우에는 큰 피해를 입는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 화분과 목초인 오차드그라스와 클로버가 혼파 되었을 때에는 클로버 생육이 상당부분 유지된다고 알려져 있으나, 본 시험이 행해진 2010년에는 8월 기온이 평년보다 30°C 이상의 고온의 날이 장기간 지속되었고 9월 초에 10여 일간의 폭우로 인해 천근성인 클로버 생육이 악화된 것으로 판단된다. 또한 배 과원에 8월에 담배거세미나방이 심하게 발생하여(data not presented), 특히 광엽잡초인 클로버를 가해함으로써 잎의 광합성을 저하시킨 것도 생육 감소에 일조한 것으로 생각된다.

Table 1. Green manure crop height as affected by seeding of orchardgrass and clovers

Treatment	Height (cm)					
	Orchard grass	Clover	Orchard grass	Clover	Orchard grass	Clover
	June 3		July 22		September 15	
Orchardgrass+No clover	78±8 ^y	-	82±2	-	53±6	-
Orchardgrass+Ladino clover	76±8	16±3	85±1	24±1	61±2	-
Orchardgrass+ Red clover	79±8	17±2	82±6	30±5	54±5	-
Orchardgrass+White clover	85±7	10±1	86±13	29±2	55±6	-

^y Each value is in the mean of ±standard deviation.

오차드그라스의 건물중은 오차드그라스 단파처리가 혼파처리 보다 6월과 7월 조사에서 가장 높았다(Table 2). 9월 조사에서는 오차드그라스의 건물중이 처리에 상관없이 이전 조사보다 모두 감소하였는데, 이는 위의 클로버에서 언급하였듯이 8월의 고온과 9월의 심한 강우에 의해서 영향을 받았을 것으로 생각된다. 클로버의 건물중은 6월과 9월에 오차드그라스 생산량 대비 1% 전후로 미미하였다. 오차드그라스는 재생력이 빠른 화분과 목초이므로 초기 성장력이 약한 클로버와의 양·수분 경쟁에서 우위를 선점함으로써 클로버 생육을 감소시킨 것으로 판단된다(Faust, 1989). 따라서 클로버 뿌리가 어느 정도 활착이 이루어진 이후에 오차드그라스를 파종해야 할 것으로 사료된다. 7월 조사에서 오차드그라스 단파는 419kg/1,000m²로 오차드그라스 혼파(239-297kg/1,000m²) 보다 건물중이 훨씬 높았는데 이는

클로버 생육 증가가 오차드그라스 생육 감소에 영향을 주었을 것으로 생각된다.

오차드그라스와 클로버의 전질소 함량은 처리 간에 다소 달랐으나 통계적으로 유의성 있는 차이가 없었고(data not presented) 모든 처리구에서 전질소 공급량은 Table 2에서 나타

Table 2. Dry weight in green manure crops as affected by seeding of orchardgrass and clovers

Treatment	Dry weight (kg/1,000m ²)									Total
	June 3			July 22			September 15			
	Orchard-grass	Clover	Veget-ation	Orchard-grass	Clover	Veget-ation	Orchard-grass	Clover	Veget-ation	
Orchardgrass+ No clover	348±48 ^y	-	41±10	419±54	-	0	81±11	-	0	839±104
Orchardgrass+ Ladino clover	306±61	4.0±1.7	23±4	297±66	14±5	0	120±8	0	0	764±115
Orchardgrass+ Red clover	277±27	3.7±1.3	4±2	239±8	39±2	0	95±13	0	0	658±25
Orchardgrass+ White clover	308±22	0.4±0.6	15±2	263±31	29±1	0	111±19	0	0	726±60

^y Each value is in the mean of ±standard deviation.

Table 3. Estimated T-N production in green manure crops as affected by seeding of orchardgrass and clovers

Treatment	T-N (kg/1,000m ²)									Total
	June 3			July 22			September 15			
	Orchard-grass	Clover	Veget-ation	Orchard-grass	Clover	Veget-ation	Orchard-grass	Clover	Veget-ation	
Orchardgrass+ No clover	6.2±1.1 ^y	-	0.74±0.06	8.3±1.8	-	0.0	2.2±0.5	-	0	17.4±5.4
Orchardgrass+ Ladino clover	5.5±1.0	0.1±0.03	0.41±0.02	6.4±1.2	0.4±0.01	0.0	3.1±0.4	0	0	16.1±4.5
Orchardgrass+ Red clover	4.7±0.8	0.1±0.02	0.07±0.01	4.5±0.6	1.0±0.09	0.0	2.7±0.3	0	0	13.1±4.1
Orchardgrass+ White clover	5.2±0.4	0.0±0.00	0.27±0.02	5.1±0.8	0.9±0.09	0.0	3.0±0.4	0	0	14.5±2.1

^y Each value is in the mean of ±standard deviation.

났던 건물중에 영향을 받는 것으로 관찰되었다(Table 3). 전체적인 전질소 공급량은 오차드그라스 단파가 가장 높은 17.4kg/1,000m²를 보였고, 오차드그라스+라디노클로버(16.1kg/1,000m²)>오차드그라스+화이트클로버(14.5kg/1,000m²)>오차드그라스+레드클로버(13.1kg/1,000m²) 순이었다. 이러한 질소공급량은 10~12년생 ‘신고’ 배나무가 생장과 발달을 위해서 매년 필요로 하는 10kg/1,000m²(Environmental-Friendly Agriculture Research Center, 2010)보다 모두 높았다. 사과 과수원의 표토 위의 식물잔재는 3개월 후에도 50% 정도의 건물중과 질소농도가 여전히 함유되어 토양에 공급되지 않는 것으로 보고되었는데(Tagliavini et al., 2007; Tutua et al., 2002), 이를 근거로 하면 외부에서 공급되는 무기성분양은 배나무가 필요로 하는 양 보다는 두 배 이상을 공급해야 할 것으로 추정된다. 본 실험에서는 녹비작물을 수확한 후에 경운하지 않고 표토에 그대로 피복하였기 때문에 10~12년생 ‘신고’ 배나무의 매해 생장을 위한 녹비작물의 질소공급량은 20kg/1,000m²이 필요할 것으로 추정되는데, 본 실험에서 이용된 녹비작물의 질소공급량은 모두 20kg/1,000m² 이하로 나타나서 배나무의 질소요구도를 충족시키지 못한 것으로 판단되었다.

녹비작물 잔사에 의한 인산의 토양 공급량도 오차드그라스 단파가 8.2kg/1,000m²로 혼파처리 보다 높았다(Table 4). 10~12년생 ‘신고’ 배나무의 매년 생장을 위한 필요 인산량은 5kg/1,000m²(Environmental-Friendly Agriculture Research Center, 2010)인데, 위에서 언급한 바와 같이 2배 이상의 인산공급량이 필요하므로 본 실험에서 관찰된 다소 낮은 인산공급량은 전질소와 마찬가지로 추가적인 인산 시비가 필요할 것으로 판단되었다.

Table 4. Estimated P₂O₅ production in green manure crops as affected by seeding of orchardgrass and clover

Treatment	P ₂ O ₅ (kg/1,000m ²)									Total
	June 3			July 22			September 15			
	Orchard-grass	Clover	Vegetation	Orchard-grass	Clover	Vegetation	Orchard-grass	Clover	Vegetation	
Orchardgrass+ No clover	2.7±0.3 ^y	-	0.25±0.051	4.5±1.1	-	0.0	0.72±0.11	-	0.0	8.2±1.9
Orchardgrass+ Ladino clover	2.5±0.6	0.03±0.007	0.14±0.036	2.7±0.9	0.1±0.01	0.0	0.91±0.08	0.0	0.0	6.4±2.1
Orchardgrass+ Red clover	2.7±0.8	0.02±0.005	0.02±0.008	2.6±0.4	0.3±0.01	0.0	0.81±0.08	0.0	0.0	6.5±1.9
Orchardgrass+ White clover	2.1±0.3	0.00±0.000	0.09±0.022	2.5±0.6	0.2±0.05	0.0	0.90±0.05	0.0	0.0	5.8±1.1

^y Each value is in the mean of ±standard deviation.

Table 5. Estimated K₂O production in green manure crops as affected by seeding of orchardgrass and clover

Treatment	K ₂ O (kg/1,000m ²)									Total
	June 3			July 15			September 22			
	Orchard-grass	Clover	Vegetation	Orchard-grass	Clover	Vegetation	Orchard-grass	Clover	Vegetation	
Orchardgrass+ No clover	2.4±2.9 ^y	-	0.62±0.04	16.3±3.8	-	0.0	0.50±0.06	-	0.0	29.8±5.7
Orchardgrass+ Ladino clover	10.4±3.9	0.15±0.01	0.35±0.03	10.3±3.1	0.5±0.02	0.0	0.72±0.04	0.0	0.0	22.5±6.7
Orchardgrass+ Red clover	11.5±1.5	0.15±0.01	0.06±0.005	8.7±1.9	1.5±0.30	0.0	0.55±0.10	0.0	0.0	22.6±4.2
Orchardgrass+ White clover	12.1±2.9	0.00±0.00	0.22±0.01	9.3±2.3	1.0±0.12	0.0	0.74±0.05	0.0	0.0	23.3±6.8

^y Each value is in the mean of ±standard deviation.

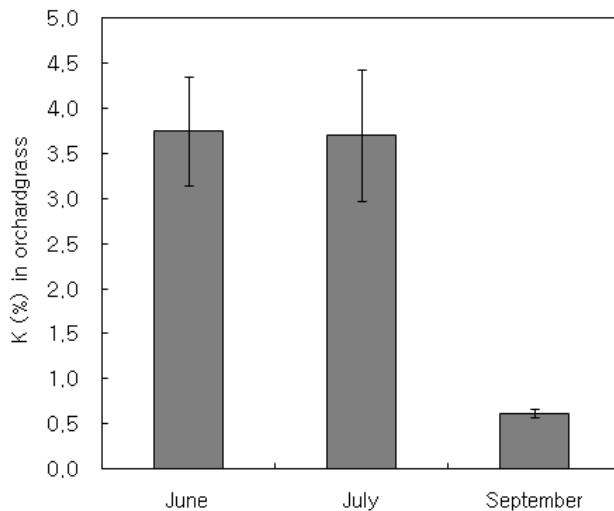


Fig. 1. K concentration in orchardgrass as affected by seeding of orchardgrass and clovers. Each value is in the mean of ±standard deviation.

오차드그라스의 칼륨농도는 질소나 인산과는 다르게 시기가 지날수록 감소하는 경향을 보였는데 특히 9월 조사에서는 7월 조사에 비해서 5배 이상 감소한 것으로 관찰되었다(Fig. 1). 칼륨은 토양 중 용탈되기 쉬운 원소로 알려졌는데(Faust, 1989), 9월에는 토양중 칼륨함량 감소로 오차드그라스의 토양 칼륨흡수 저하에 일부 기여했을 것으로 판단된다. 녹비작

물에서 토양에 공급되는 칼륨의 양은 모두 20kg/1,000m² 이상이 관찰되었다(Table 5). 10~12년생 ‘신고’ 배나무 생장을 위해 매년 필요로 하는 양은 8kg/1,000m²(Environmental-Friendly Agriculture Research Center, 2010)로, 위에서 언급한 바와 같이 2배 이상의 칼륨공급량이 필요하므로 본 실험에서 투입된 녹비작물은 모두 필요공급량(16kg/1,000m²)을 충족시킨 것으로 관찰되었다.

이상의 결과로 보아서 오차드그라스와 클로버를 혼파해서 파종하였을 때는 클로버 종류에 상관없이 모두 10~12년생 ‘신고’ 배나무 생장을 위해 매년 필요로 하는 질소와 인산 공급량은 부족한 것으로 나타나서 주의가 필요하였고, 녹비작물의 칼륨공급량은 이를 충족시킨 것으로 추정되었다. 따라서 오차드그라스와 클로버를 3작기 재배에서 4~5작기로 늘려서 질소와 인산 공급량을 증가시켜야 할 것으로 판단되었다. 여름철 녹비작물의 시용(특히, 오차드그라스 시용)으로 잡초발생을 억제함으로써(Table 2) 잡초방제 측면에서는 어느 정도 기여한 것으로 판단되지만, 배나무와의 양수분 경합에 의해 배나무 생육과 과실 품질에 미치는 영향이 어떠한지에 대한 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

IV. 요약

본 연구는 유기재배 배 과수원에서 이용되는 화분과와 다른 종류의 클로버를 혼파 하였을 때 이에 따른 양분 공급량을 구명하고자 수행되었다. 2010년 3월 26일에 오차드그라스에 다른 종류의 클로버를 1) T1: 오차드그라스(2.0kg/1,000m²), 2) T2: 오차드그라스(1.0kg/1,000m²)+라디노클로버(1.0kg/1,000m²), 3) T3: 오차드그라스(1.0kg/1,000m²)+레드클로버(1.0kg/1,000m²), 4) T4: 오차드그라스(1.0kg/1,000m²)+화이트클로버(1.0kg/1,000m²)로 전남 보성의 배 과수원 독농가에 혼파 처리하였다. 오차드그라스와 클로버의 초장은 6월과 9월보다 7월에 가장 크게 나타났다. 녹비작물의 건물중은 오차드그라스 단파이었을 때 6월과 7월에 가장 높게 나타나서 전체적인 연간 수확량은 혼파처리보다 높게 나타났다. 건물중의 차이는 전질소와 인산, 칼륨 공급량에도 영향을 미쳤으며, 10~12년생 ‘신고’ 배나무 생장을 위해 매년 필요로 하는 질소와 인산 요구도는 부족하였고 칼륨공급량은 이를 충족시킨 것으로 판단되었다.

[논문접수일 : 2011. 5. 19 논문수정일 : 2011. 9. 16. 최종논문접수일 : 2011. 12. 21.]

참 고 문 헌

1. Bertschinger, L., P. Mouron, E. Dolega, H. Höhn, E. Holliger, A. Husistein, A. Schmid, W. Siegfried, A. Widmer, M. Zürcher, and F. Weibel. 2004. Ecological apple production: a comparison of organic and integrated apple-growing. *Acta Hort.* 638: 321-332.
2. Choi, H. S., C. R. Rom, and M. Gu. 2011. Effects of different organic apple production systems on seasonal nutrient variations of soil and leaf. *Scientia Hort.* 129: 9-17.
3. Environmental-Friendly Agriculture Research Center. 2010. Nutrient management manual for dynamic natural farming system. Chonnam National University, Gwangju, Korea. p. 91.
4. Faust, M. 1989. Photosynthetic productivity. *Physiology of temperate zone fruit tree.* A Wiley-InterScience Publication, New York, USA. p. 1-51.
5. Granatstein, D. and E. Sánchez. 2009. Research knowledge and needs for orchard floor management in organic tree fruit systems. *Intl. J. Frt. Sci.* 9: 257-281.
6. Lim, K. H., H. S. Choi, S. G. Kim, Y. G. Na, H. W. Kim, K. J. Choi, W. S. Kim, and Y. Lee. 2011. Effects of seeding method of green manure crops on nutrient contribution and growth of 'Nittaka' pear trees. *J. Bio-Environ. Control.* Under consideration.
7. NAAS. 2011. Standard analysis method of soil and plant. National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, Korea.
8. Seo, J. H. and H. J. Lee. 2005. Effect of hairy vetch green manure on nitrogen enrichment in soil and corn plant. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* 38: 211-217.
9. Tagliavini, M., G. Tonon, F. Scandellari, A. Quiñones, S. Palmieri, G. Menarbin, P. Gioacchini, and A. Masia. 2007. *Agric. Ecosyst. Environ.* 118: 191-200.
10. Tutua, S. S., K. M. Goh, and M. J. Daly. 2002. Decomposition and nitrogen release of understorey plant residues in biological and integrated apple orchards under field conditions in New Zealand. *Biol. Fertil. Soils* 35: 277-287.