

가을감자 生産性向上을 위한 綠肥作物栽培와 太陽熱 土壤消毒의 效果*

宋昌吉 · 朴良門 · 姜奉均
濟州大學校 農科大學 農學科

Effects of Soil Solarization and Green Manual Crops for Promotion of Fall Potato Growth

Song Chang-Khil · Park Yang-Mun and Kang Bong-Kyoon
Dept. of Agronomy, Cheju National Univ., Cheju 690-756, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to effect promotion of fall potato growth in the place which green manual crops had been previously cultivated, crushed and tilled and polyethylene transparent vinyl had been mulched from Aug. 5 to Aug. 29 in 1997.

The maximum temperature of below-ground at the depth of 10cm was 42°C during the mulching period, and the pH and the organic compound content of soil was very increased by the cultivation of green manual crops and the mulching of polyethylene transparent vinyl. The total yields of green manual crops which had been previously cultivated were as the following orders ; the hybrid of sudan grass, soybean, alfalfa, otherwise, fresh weight of stems and the tuber yield of fall potato were significantly affected in the plot of soybean+fall potato after the soil solarization with the mulching. As these results, it was possible to improve crops growth and to sterilize soil by the mulching treatment of polyethylene vinyl after cultivation of green manual crops during the high temperature of the summer season.

Key words : soil solarization, green manual crop, mulching, common scab, potato.

*이 논문은 1997년도 교육부 학술연구조성비(농업과학분야)에 의한 연구의 일부임.

I. 緒 言

제주도의 감자재배면적은 '80년대 이후 급속하게 증가되어 '97년도에는 7,151ha로 감귤다음의 제2의 경제작물로 부각될 만큼 중요한 농가소득작물이 되었다. 하지만 감자재배가 5~15년 정도 연작이 이뤄지고 있을 뿐만 아니라 제주특유의 아열대성기후로 봄, 가을, 겨울재배 작형이 가능하여 일부지역에서는 1년에 봄 및 가을재배가 이뤄지고 있어 재배토양의 물리·화학적 악화로 인해 지력이 급속히 떨어지고, 土壤傳染病이 漫然되어 결과적으로 수량감소 및 품질저하로 이어지는 결과를 초래하고 있다. 특히 제주의 감자재배 작형중 60% 이상이 여름철에 파종하여 그해 겨울부터 이듬해 봄까지 수확하는 가을감자인데 대부분의 포장에서 더뎡이병(common scab) 發病率이 포장별로 50%가 넘고 있지만, 별다른 방제법이 없는 실정이다. 더뎡이병균의 발병에는 토양구조, 온도, pH, 시비량 및 토양미생물의 拮抗作用 등 여러 環境因子가 관여하므로(朴 等¹⁴) 약제처리 등 단순한 방법으로는 방제에 한계가 있어 太陽熱을 이용하여 土壤病原菌을 死滅시키거나 活性을 抑制하는 연구가 이뤄지고 있다(임 등^{2,6,9,10,16,18}).

토양을 소독하는 방법에는 여러 가지가 있는데(林 等^{4,5,7}) 太陽熱에 의한 土壤消毒은 화학약품이나 다른 물리적인 방법에 비해 경제적인 면에서 비용이 아주 적게 들며 처리방법이 간편하고, 독성이나 다른 부작용이 없는 많은 이점이 있다(Park¹³). 또한 작물의 생육을 촉진시키고 수량을 증대시키는 효과를 나타내며(Elad et al^{1,8,9}) 잡초방제의 효과를 나타내기도 한다(임 등^{3,8,9}).

따라서 본 연구에서는 제주지역에서 가을감자 파종전 綠肥作物을 재배한 후 生育中期에 破碎·耕耘하고 폴리에틸렌 필름을 멀칭하여 토양의 물리화학적 성질을 개선시킬 뿐만 아니라 太陽熱을 이용한 土壤病原菌을 死滅시키거나 그 活性을 抑制시킴으로서 토양을 보존하고 감자의 품질을 향상시킬 수 있는 環境保存形 감자재배방법을 모색하고자 한다.

II. 材料 및 方法

본 시험은 1997년 6월부터 1998년 2월까지 제주대학교 농과대학 부속농장에서 수행하였고 시험포장은 아라통으로 암갈색 火山灰土였으며 2년간 감자재배후 1년 休作된 포장이었다. 시험은 前作物로 재배한 綠肥作物을 主區, 시비종류를 細區, 멀칭에 의한 太陽熱消毒與否를 細細區로 하여 細細區配置 3반복으로 하였으며 시험구의 1구당 면적은 32m²로 하였다.

1. 前作物 栽培 및 太陽熱消毒

가을감자재배 前作物로 6월19일에 無施肥土壤에 sudanggrass 交雜種(pioneer 988) 4kg/10a, 콩(hill) 10kg/10a, clover(kenland red clover) 1.7kg/10a를 散播하여 覆土踏壓하였고 대조구로

無栽培區 등 4수준을 두었으며 생육중반기인 8월 5일(파종 45일후)에 청예상태에서 트랙터를 이용, 粉碎·耕耘하였다. 綠肥作物을 경운한 후 화학비료 단용구(감자전용 복합비료 120kg/10a), 화학비료 및 퇴비시용구(감자전용복합비료 120kg/10a+부산물퇴비 250kg/10a), 無肥區 등 3수준으로 시비처리하였다. 시비후 폴리에틸렌 투명비닐(0.01mm)로 토양을 被覆, 無被覆 2수준으로 처리한 후 지온계를 지하 10cm 깊이에 꼽아 매일 14시에 지온을 조사하였다.

9월1일(멸칭 25일후)에 멸칭비닐을 제거하여 각 처리별로 경운후 휴폭×주간을 70×25cm 간격으로 가을감자(Dejima)를 파종하여 일반재배 기준에 준하여 관리하였다.

2. 멸칭 效果 및 生育形質 調査

前作物로 재배한 綠肥作物은 파종 45일후 가로×세로 1×1m를 예취하여 生體重을 조사하였고, 토양조사는 멸칭비닐 제거직후 및 감자수확후에 토양시료를 채취하여 토양 pH는 토양 : H₂O 1:5법을, 有機物含量은 walkley-black 법을 이용하여 측정하였다. 또한 이 토양시료중 더댕이병의 colony數는 Loria와 Davis의 방법을 이용하여 조사하였다(Loria & Davis¹²⁾).

가을감자의 葉綠素含量值 및 草長은 파종 75일후, 地上部生體重, 塊莖數, 塊莖收量, 乾物重은 수확후, 괴경의 더댕이병 罹病率은 1차(12월 17일), 2차(1월 17일), 3차(2월 17일)에 걸쳐 조사하였다. 엽록소함량치는 chlorophyll-meter(Minolta, Japan, SPAD-502)를 이용하여 10만 배 측정하였다.

Ⅲ. 結 果

1. 綠肥作物의 生育 및 地溫의 變化

前作物로 sudangrass 交雜種, 콩, 클로바를 파종하여 45일 경과후의 綠肥作物 生草收量은 sudangrass 교잡종이 5,787kg/10a, 콩이 1,909kg/10a, 클로바가 1,128kg/10a 으로 나타났으며 무재배방치구는 독새풀, 바랭이, 망초 및 별꽃 등과 같은 잡초가 238kg/10a이었다.

前作物로 綠肥作物을 재배후 破碎, 耕耘하여 8월 5일에 폴리에틸렌비닐로 토양을 피복처리하였는데 피복후 8월 19일까지 흐리고 비날씨가 계속되어 여름철 온도가 최고로 상승하는 8월 초순부터 8월중순 사이에 太陽熱被覆에 의한 지온상승효과가 약화되었다. <그림 1>은 맑은 날씨가 계속된 8월 20일에서 8월 28일까지의 토양 10cm 깊이의 지온변화정도를 나타낸 것이다. 무멸칭구는 평균 27.6℃이고 멸칭구는 최고 42.3℃까지 상승하였다. 綠肥作物 種類別로는 sudangrass 교잡종, 콩, 클로바, 無栽培區 순으로 지온이 상승하는 추세를 보였는데 이는 綠肥作物의 수량과 相關을 보여 破碎, 耕耘된 綠肥作物의 양과 밀접한 연관성이 있는 것으로 보인다.

2. 葉綠素含量值, 塊莖數, 地上部生體重 및 乾物率

葉綠素含量值, 地上部生體重, 塊莖數 및 乾物率は <표 1>에서 보는바와 같다. 葉綠素含量值是 前作物로 재배한 綠肥作物의 種類 및 멀칭太陽熱消毒 여부에 따라서는 처리간에 차이가 없었으나, 시비종류별로는 화학비료 및 퇴비시용구가 무비구에 비해 유의성있게 높은 것으로 나타났다. 綠肥作物의 種類, 시비종류 및 멀칭太陽熱消毒간의 상호작용은 보이지 않았다. 個體當塊莖數에 있어서는 前處理 綠肥作物 栽培區가 無栽培區에 비해 많아지는 경향을 보였으나 유의성은 없었다. 시비종류별로는 화학비료 및 퇴비시용구가 다른 처리구에 비해 괴경수가 유의하게 많았으며, 멀칭처리별로는 멀칭太陽熱消毒區의 塊莖數가 많은 것으로 나타났다.

地上部生體重은 綠肥作物의 종류별로는 무재배+감자재배구에 비해 綠肥作物+감자栽培區가 무거운 것으로 나타났으며 시비종류 및 멀칭太陽熱消毒區에서도 유의성이 인정되었다. 괴경의 乾物率에 있어서는 각 처리별로는 차이가 없었으나, 綠肥作物의 종류와 멀칭처리간에는 상호작용효과가 인정되었다.

3. 土壤中 pH 및 有機物含量

멀칭太陽熱消毒직후의 토양과 감자수확후 토양중의 pH 및 有機物含量的 변화정도는 <표 2>에서 보는 바와 같다. 멀칭후의 토양 pH는 콩+감자栽培區가 無栽培區에 비해 높게 나타났고, 시비종류별로는 화학비료+퇴비시용구가 무비구에 비해 높은 것으로 나타났으며 멀칭구가 비멀칭구에 비해 pH가 높은 것으로 나타났다. 감자수확후 토양의 pH는 멀칭구가 비멀칭구에 비해 높았으며 전반적으로 멀칭직후보다 약간 높아지는 것으로 나타났다.

멀칭후의 有機物含量은 綠肥作物栽培區가 無栽培區에 비해 유의성있게 높아졌으며 화학비료 및 퇴비시용구가 무시비구에 비해 높아지는 추세를 보였고 멀칭여부에 따라서는 멀칭구의 有機物含量이 높아졌다. 또한 감자수확후의 有機物含量은 각 처리별로 멀칭직후의 有機物含量과 유사한 경향을 보였고 멀칭직후에 비해 전반적으로 0.42%정도 높아졌다.

4. 더덩이병 罹病率 및 塊莖收量

塊莖收量 및 더덩이병 罹病率は <표 3>에서 보는 바와 같다. 1차 수확기인 12월 17일, 2차 이듬해 1월 17일, 3차 2월 17일 등 3회에 걸쳐 괴경을 수확한후 조사한 더덩이병 罹病率は 1차 조사에서는 클로바+감자, 콩+감자栽培區가 無栽培放置+감자栽培區에 비해 罹病率이 낮은 경향을 보였으나 통계적인 유의성은 보이지 않았다. 시비종류 및 멀칭처리간에도 유의성은 보이지 않았다. 2차, 3차 수확시에도 1차 수확에서의와 유사한 경향을 보였으며 전체적인 罹病率は 수확시기가 늦을수록 높아지는 경향을 보였다. 감자재배토양의 더덩이병 colony數 와 罹病率과의 관계는 <그림 2>에서와 같이 감자재배 년수가 증가할수록 colony數도 점차 많아져(홍⁶⁾ 連作된 토양일수록 더덩이병 罹病可能性이 높을 것으로 보인다.

80g미만의 괴경은 前作物로 처리한 綠肥作物의 種類, 시비종류 및 멀칭처리간에 차이가 있었으며, 綠肥作物種類와 시비종류간에 상호작용효과가 인정되었다. 80g이상의 塊莖收量은 綠肥作物種類로는 무재배+감자栽培區에 비해 콩+감자栽培區에서 유의하게 무거웠으며 시비종류간에는 화학비료 및 퇴비시용구가 무비구에 비해 많아지는 것으로 나타났고 이들간의 상호작용효과도 인정되어 前作物로 콩을 재배한 후 퇴비를 시용했을 때 80g이상의 塊莖收量이 증대되는 것으로 조사되었다. 總括收量은 前作物로 재배된 綠肥作物의 種類와 塊莖收量과의 관계를 <그림 3>에서 보면 콩+감자, 클로바+감자, sudangrass 교잡종+감자栽培區 순으로 많아져 무재배+감자栽培區에 비해 綠肥作物+감자栽培區에서 3,040~3,551kg의 수량성을 보였다. 또한 綠肥作物의 生體收量은 sudangrass 교잡종이 가장 많았지만 塊莖收量은 콩+감자 및 클로바+감자栽培區가 많은 것으로 나타났다.

시비종류별로는 무비구에 비해 화학비료 및 퇴비시용구가 總塊莖收量이 높아졌으며 멀칭구가 비멀칭구에 비해 수량성이 높은 것으로 나타났다.

IV. 考 察

토양을 비닐로 멀칭처리함으로써 지온을 상승시켜 太陽熱에 의한 土壤消毒을 유도하는 시험이 이스라엘이나 미국 등지에서는 주로 일반포장에서 재배되는 감자, 토마토, 면화 등을 대상으로 시험이 이뤄지고 있고(Katan et al^{7,8,17}) 일본에서는 주로 비닐하우스에 재배되는 작물을 대상으로 연구가 이뤄지고 있으며 실제적으로 활용도 많이 되고 있다(小玉孝司 等^{15,16}). 비닐 멀칭한 토양의 지온상승효과는 토양조건이나 기후변화에 따라서 차이가 많으나 대체로 토양깊이 5cm에서 최고온도가 50℃내외까지 상승하는 것으로 보고되고 있다(임 등^{3,7,9}). 또한 Kye et al¹¹)은 太陽熱에 의한 비닐하우스내 土壤消毒시험에서 5cm, 15cm깊이에서 각각 최고 57℃, 47℃까지 지온이 상승하는 것으로 보고하였다.

본 시험에서는 8월 20일부터 8월 28일까지의 지온이 최고 42℃까지만 상승하였는데 이는 제주지방 여름철 기온은 7월하순에서 8월중순사이에 최고로 올라가지만 멀칭처리시기가 8월 5일로 늦어졌고 그후 8월 20일까지 흐리고 비날씨가 이어졌기 때문이다. 太陽熱을 효과적으로 토양에 집적시키기 위해서는 기후조건, 지형, 토성 등을 고려해야 하며, 처리방법 및 부숙재료 등에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다(Park¹³).

前作物로 綠肥作物을 재배하여 경운·멀칭소독후 後作物로 재배한 가을감자의 地上部生體重, 個體當塊莖數 및 總塊莖收量 등의 생육형질이 綠肥作物栽培區가 無栽培區에 비해 양호하게 나타났고, 멀칭소독구 및 綠肥作物栽培區의 pH 및 有機物含量이 높아지는 결과를 보였는데 이는 綠肥作物에서 由來된 有機物이 비닐피복에 의해 부숙이 촉진됨으로써 토양으로 환원되어 토양의 물리화학적 환경이 개선된데서 기인한 것으로 보인다. 또한 綠肥作物로 재배된

콩의 생체수량이 sudanggrass 交雜種보다 적었지만 後作物인 가을감자의 생육 및 塊莖收量은 콩+감자栽培區가 양호한 것으로 나타나 토양의 물리화학적 성질을 개선하는 데는 화분과작물보다 두과작물이 더 적합하다는 것을 보여주고 있다.

太陽熱土壤消毒에 의해 작물의 생육형질이 양호해지고 결과적으로 수량이 증대된다는 보고(Katan et al.^{8,9})는 많은 데 이는 토양중의 미생물집단에 변화를 가져오고 토양의 물리화학적 성질이 작물생육에 유리하게 바뀌는 機作에 의한 것으로 추정된다(Katan⁹).

太陽熱消毒에 의한 토양병의 방제는 토양온도를 病原菌 致死溫度까지 상승시켜 病原菌을 死滅시키는 효과(Katan et al.^{7,9,17})이외에도 病原菌의 생육에 부적절한 고온상태의 토양환경을 지속시킴으로써 토양중 미생물상에 영향을 미쳐 이화학적 성상이 변화됨으로서 病原菌의 생존력이 약화되고 생존하는 病原菌도 활력이 저하되어 병을 일으키지 못하게 하는 것으로 알려져 있다(Katan⁹). 본 시험에서 綠肥作物의 種類 및 滅菌太陽熱消毒에 의한 감자 더듬이병의 罹病率에 있어서 차이를 보이지 않는 것은 더듬이병病原菌의 생육최고온도가 38℃인데 상승된 지온이 최고 42℃로 더듬이병의 活性을 低下시키거나 死滅시키기에는 낮은 온도였던 것으로 사료되는 바 지온을 50℃내외까지 상승시키기 위해서는 滅菌시기를 장마가 끝나는 7월중순으로 앞당기고 破碎·耕耘한 綠肥作物에 부숙촉진제를 첨가하여 비닐터널멸칭을 하는 등의 방법이 필요할 것으로 생각된다. 또한 Kye et al.¹¹)은 太陽熱처리기간중 포화습도를 계속유지시키면서 지온을 상승시키는 방법을 모색한다면 보다 높은 살균효과가 기대된다고 하였다.

결과적으로 前作物로 綠肥作物재배후 비닐멸칭에 의한 太陽熱消毒을 함으로써 작물생육이 전반적으로 촉진되었는데 이는 有機物에 의한 토양의 물리화학적 환경이 개선되고, 土壤病原菌의 활력이 일부 약화된데서 기인한다고 사료되는 바 滅菌기간을 앞당기고 부숙촉진제 등을 이용하여 지온을 50℃내외까지 상승시킨다면 太陽熱土壤消毒效果가 유도하고 作物生産性이 향상되어 제주지역에서의 環境保存型 가을감자재배가 가능할 것으로 보인다.

V. 摘要

제주지역에서 前作物로 綠肥作物을 재배하여 破碎·耕耘하고 폴리에틸렌 투명비닐로 1997년 8월5일부터 8월29일까지 太陽熱土壤消毒후 가을감자를 재배한 결과를 요약하면 다음과 같다.

멸칭기간중의 토양깊이 10cm에서 최고지온은 42℃였다. 綠肥作物栽培 및 滅칭에 의해 토양의 pH 및 有機物含量은 높아졌다. 前作物로 재배한 綠肥作物의 생체수량은 sudanggrass 交雜種, 콩, 알팔파 순으로 많았던 반면 滅칭太陽熱消毒후 가을감자의 地上部生體重, 塊莖收量 등의 생육형질은 콩+가을감자재배구가 가장 양호한 것으로 나타났다.

이상의 결과로 볼 때 여름철 고온기에 綠肥作物栽培후 비닐피복 太陽熱消毒에 의해 작물의 생육형질이 향상될 뿐만 아니라 土壤消毒의 가능성도 있을 것으로 생각된다.

引用文獻

1. Elad, Y., Katan, J. and Chet, I. 1980. Physical, biological and chemical control integrated for soil borne disease in potatoes. *Phytopath.* 70(5) : 418-422.
2. 임명정, 김승열, 유언하, 최영하. 1990. 감자 더댕이병 생태 및 방제에 관한 연구. 원예작물시험장 보고서. pp.324-329.
3. 임상철, 박한영. 1982. 토양소독 방법에 관한 연구. 원예시험장보고. pp.443-455.
4. 林 勇. 1978a. 施設園藝における 温湯土壤消毒法の 開發試驗(第1報)-温室バラ改植時における 温湯土壤消毒法の 實用性調査. 農業および 園藝 53(8) : 1051-1052.
5. _____. 1978b. 施設園藝における 温湯土壤消毒法の 開發試驗(第2報)-消毒用送湯體の 太を埋設方法ならびに 被覆資料. 農業および 園藝 53(9) : 1167-1168.
6. 홍순영. 1997. 제주지역 감자 더댕이병 생태 및 방제연구. 제주도 농촌진흥원시험 연구보고서. pp.638-655.
7. Katan, J., Greenberger, A., Alon, H. and Grinstein, A. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. *Phytopath.* 66:683-688.
8. _____, J. 1980. Solar pasteurization of soils for disease control : status and prospects. *Plant disease.* 64 : 405-454.
9. _____, J. 1981. Solar heating of soil for control of soil borne pests. *Ann. Rev. Phytopath.* 19 : 211-236.
10. Kim, J. H., and Lee, W.H. 1996. Characteristics of potato common scab pathogens from continuous cropping fields in korea. *Korean J. Plant Pathol.* 12(1) : 109-115.
11. Kye, U.K., and Kim, K. C. 1985. Possibility of soil solarization in korea. *Korean J. Plant Prot.* 24(2) : 107-114.
12. Loria, R. and Davis, J. R. 1988. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. pp.0114-119. ASP Press.
13. Park, C. S. 1984. Effects of soil solarization for control of cucumber wilt. - suppression of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerium* and promotin of cucumber growth. *Korean J. Plant Prot.* 23(1) : 22-27.

14. 朴鍾聲의 17명. 1978. 식물병리학. 향문사. 서울. pp.253-254.
15. 小玉孝司. 1979. 太陽熱 利用による 하우스土壤消毒(2). 農業および園藝. 54(2) : 277-281.
16. _____, 官本重信, 官用逸平, 志賀陽一. 1976. 夏季溫室 密閉による 土壤消毒法. 農業
および 園藝 51(7) : 889-894.
17. Pullman, G. S., Devay, J. E. and Garber, R. H. 1981. Soil solarization and thermal death : A logarithmic relationship between time and temperature for four soil borne plant pathogens. *Phytopath.* 71 : 959-964.
18. 윤봉석. 1988. *Streptomyces*의 분류, 분포 및 항생물질 생산특성. 충남대학교 대학원 석사 학위 청구논문.

Table 1. Mean values and analysis of variance for agronomic characteristics of potato grown at four green manual crops, three fertilizers and two mulchings.

Factor	SPAD reading	No. of tubers/plant	Fresh weight of stems (g/plant)	Drymatter of tubers(%)
Green manual crops(A)				
Fallow	43.31	6.18	125.72	18.75
Red clover	44.42	7.52	154.71	18.53
Soybean	44.26	7.82	165.75	18.86
Pioneer 988	43.45	7.23	154.22	18.53
LSD(0.05)	1.68	1.68	20.39	0.52
Fertilizer(B)				
Non-fertilizer	43.01	6.40	130.43	18.67
N·P·K	43.76	6.80	139.80	18.47
N·P·K+compost	44.81	8.36	180.07	18.86
LSD(0.05)	1.35	0.61	10.54	0.57
Mulching(C)				
Non mulching	43.65	6.88	146.15	18.72
Mulching	44.07	7.50	154.05	18.61
LSD(0.05)	0.68	0.49	6.91	0.27
Analysis of variance				
Main(A)	NS	NS	*	NS
Subplot(B)	*	**	**	NS
A*B	NS	*	**	NS
Sub-subplot(C)	NS	*	*	NS
A*C	NS	NS	NS	*
B*C	NS	NS	NS	NS
A*B*C	NS	NS	NS	NS

*, ** : Significant at the 5 and 1% probability levels, respectively
 NS : Not significant.

Table 2. Mean values and analysis of variance of pH and organic matter of potato grown at four green manual crops, three fertilizers and two mulchings.

Factor	pH		Organic matter(%)	
	after mulching	havrest potato	after mulching	havrest potato
Green manual crops(A)				
Fallow	4.85	5.06	4.84	5.25
Red clover	4.94	5.21	5.13	5.37
Soybean	5.06	5.31	5.38	5.80
Pioneer 988	4.91	5.12	5.56	6.09
LSD(0.05)	0.11	0.38	0.43	0.32
Fertilizer(B)				
Non-fertilizer	4.87	5.12	4.93	5.41
N·P·K	4.94	5.20	5.21	5.65
N·P·K+compost	5.01	5.20	5.53	5.82
LSD(0.05)	0.15	0.14	0.43	0.27
Mulching(C)				
Non mulching	4.87	5.12	5.01	5.49
Mulching	5.01	5.22	5.44	5.76
LSD(0.05)	0.09	0.09	0.27	0.23
Analysis of variance				
Main(A)	*	NS	**	**
Subplot(B)	*	NS	*	*
A*B	NS	NS	NS	NS
Sub-subplot(C)	**	*	**	*
A*C	NS	NS	NS	NS
B*C	NS	NS	NS	NS
A*B*C	NS	NS	NS	NS

*, ** : Significant at the 5 and 1% probability levels, respectively
 NS : Not significant.

Table 3. Mean values and analysis of variance of tuber indexing(%) and tuber yield potato grown at four green manual crops, three fertilizers and two mulchings.

Factor	Tuber indexing(%)			Tuber yield(kg/10a)		
	12/17	1/17	2/17	under 80g	over 80g	Total
Green manual crops(A)						
Fallow	31.85	40.18	49.22	622.82	1974.85	2597.67
Red clover	24.53	32.73	48.56	888.03	2377.29	3265.32
Soybean	23.05	31.76	42.96	683.46	2868.22	3551.68
Pioneer 988	28.91	37.48	49.26	857.65	2182.90	3040.56
LSD(0.05)	19.71	12.24	15.43	58.29	535.15	555.83
Fertilizer(B)						
Non-fertilizer	26.63	35.16	49.48	774.08	2167.04	2941.13
N·P·K	27.42	35.35	47.47	806.66	2299.36	3106.02
N·P·K+compost	27.21	36.11	45.56	708.23	2586.04	3294.27
LSD(0.05)	8.24	9.81	6.10	76.29	270.56	265.38
Mulching(C)						
Non mulching	25.08	34.97	46.96	691.32	2345.13	3025.44
Mulching	29.09	36.11	48.05	834.66	2356.51	3191.17
LSD(0.05)	5.30	5.85	6.11	54.64	160.37	164.39
Analysis of variance						
Main(A)	NS	NS	NS	**	*	*
Subplot(B)	NS	NS	NS	*	*	*
A*B	NS	NS	NS	**	**	NS
Sub-subplot(C)	NS	NS	NS	*	NS	*
A*C	NS	NS	NS	NS	NS	NS
B*C	NS	NS	NS	NS	NS	NS
A*B*C	NS	NS	NS	NS	NS	NS

*, **: Significant at the 5 and 1% probability levels, respectively
 NS : Not significant.

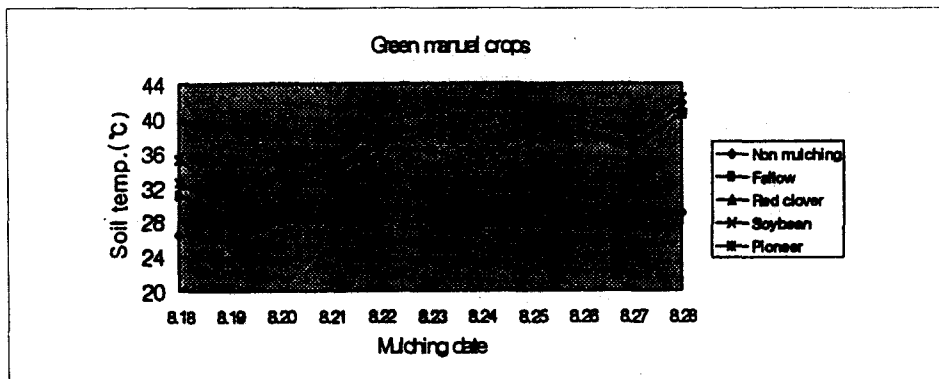


Fig. 1. Change in soil temperature as affected by mulching after different green manual crops cultivation.

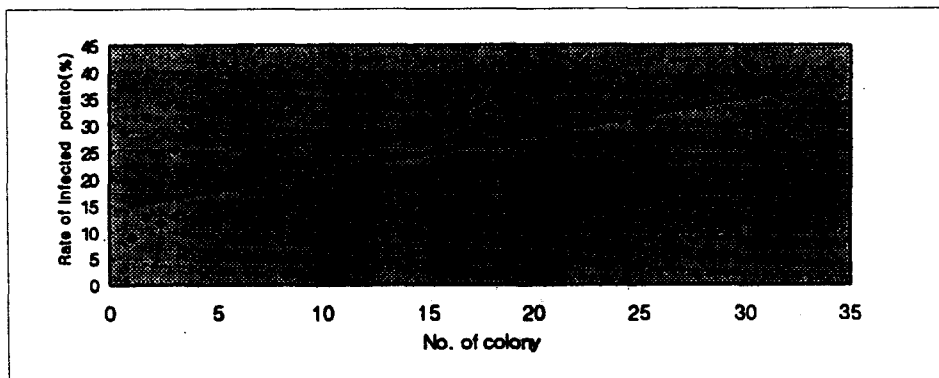


Fig. 2. The relationship between number of colony and rate of infected common scab in potato.

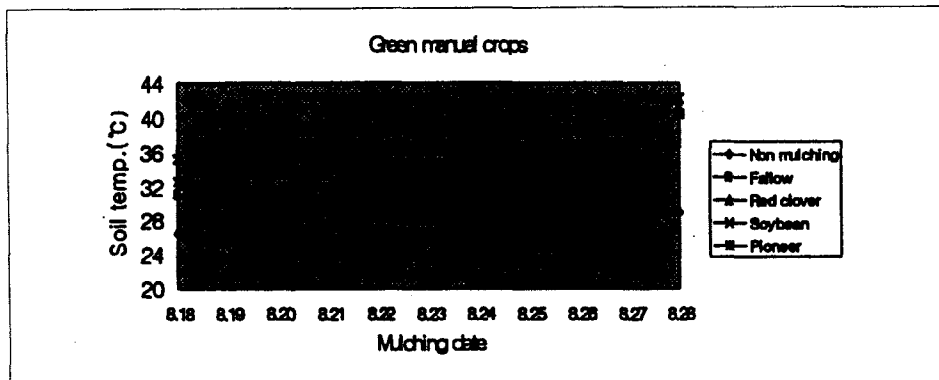


Fig. 3. Change in potato tuber yield on the different green manual crops treatment.