

# 자 연 과 학 편



# 天然物質 處理가 배추의 生長과 品質에 미치는 영향

金炅濟 · 李炳武

東國大學校 植物資源學科

## Effect of Natural Materials on Growth and Quality of Chinese Cabbage

Kim Kyung-Je · Lee Byung-Moo

Department of Plant Resources, Dongguk University

〈 목 차 〉

ABSTRACT

I. 緒論

II. 材料 및 方法

III. 試驗 結果 및 考察

IV. 摘要

V. 引用文獻

## ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effects of natural materials such as GB<sub>10</sub>, chitofarm, chaff charcoal, and chaff charcoal sap, on quality and yield of chinese cabbage. Natural materials were treated on seeds, soil, and leaves. The total plant weight, head weight, head length, head width, leaf length, leaf width, and sugar content of chinese cabbage in treatment with natural materials showed significant difference compared with control. The yield of chinese cabbage in GB<sub>10</sub> soil treatment and 1% GB<sub>10</sub> leaf treatment was increased 53% compared with control. The total nitrogen, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O, and Mn in total plant were analyzed. The chemical components were increased in total plant of chinese cabbage treated with natural materials compared with control natural materials increased the quality of chinese cabbage.

*Key Words* : Chinese Cabbage, Natural materials, Growth, Quality.

## I. 緒 論

배추를 비롯한 각종 菜蔬園藝作物은 新鮮도와 清潔이 가장 重要視되며 vitamin 등 微量元素 供給의 源으로서 생산물의 品質향상이 다른 일반작물에 비해 더욱 絶실히 要求되고 있다. 특히 배추는 vitamin C의 含量이 많고 김장용 김치의 主재료로서의 이용은 물론 최근에는 쌈채 소로서도 상당량 사용되어 섬유질로서 소화를 돕고 용적이 크므로 반복감을 주는 역할 등이 있다. 그리고 소비자의 건강과 환경보전을 위하여 각종 농산물의 안전성이 대단히 중요시되고 있는 이때에 친환경농산물의 생산에는 GB<sub>10</sub>, chitofarm 및 왕겨목초액 등 천연물질을 처리하여 배추를 재배함으로써 品質향상은 물론 저 농약재배가 가능할 것으로 생각되어 본 연구를 수행하게 되었다.

김<sup>(7)</sup>은 木草液 500倍液과 殺菌劑 半量을 混用하여 사과 生育기간 중에 살포한 결과 사과 의 硬도와 糖度가 높을 뿐만아니라 겹무늬썩음병의 방제가 91.6%, 갈색무늬병의 防除價는 92.9%로 全量 殺菌劑 處理區와 비슷하게 높은 防除率을 나타내었다고 發表하였다. 박<sup>(1)</sup>등은 木草液 200倍液에 殺菌劑 半量 混用使用으로 토마토 잎곰팡이병 및 겹등근무늬병 防除價가 53~60%로 表現되었고, 藥害는 없었다고 報告한 바와 같이 토마토를 재배할 때에 GB<sub>10</sub> 등 천연물질을 첨가함으로써 低農藥撒布로 재배가 가능하여 친환경농산물로 인증 받을 수 있는 즉 농약을 1/2이하로 사용하여 재배한 농산물인 저 농약 농산물로 출하 할 수 있을 것으로 사료되는 바이다.

金<sup>(5)</sup>등은 chitosan을 토양에 사용하여 토마토, 당근, 열무 등의 수확물 특성과 성분함량을 조사한 결과 토마토에 있어서 果重, 果長, 糖度 및 果數 등에서 control에 대하여 有意차가 인정되었고 열무에 있어서도 株重, 生體重, 乾物重, 葉數, 葉長 및 葉幅에서 有意성이 있었으며, 당근도 根重 등에서 有意차가 있게 증수하였고 각 식물체 분석 결과에서도 특히 Ca의 含量이 많아 品質向上에 效果가 있었다고 발표하였다.

본 실험은 김장용 가을 배추를 재배할 때에 GB<sub>10</sub>, chitofarm, 왕겨목초액 등의 천연물질을 엽면시비를 위주로 사용하여 배추 生育특성을 조사하고 식물체를 분석하여 성분함량을 확인하고자 수행하였다.

## II. 材料 및 方法

공시품종은 CR새로나 배추(중앙종묘)를 경기도 고양시 식사동에 위치한 동국대학교 실험농장 포장에 2001년 8월 3일에 분파육묘하여 8월 23일에 재식거리를 60×30cm로 이랑을 두줄 설치하여 정식하였고 시험구 배치는 난피법 3반복으로 실시하였다.

천연물질처리는 토양 살포와 엽면살포를 병행 실시하였는데 토양에는 GB<sub>10</sub> 1%액을 16.5㎡당

2l 씩 균일하게 뿌려주고 왕겨숯은 16.5m<sup>2</sup>당 2l 를 사용하였으며 토양과 잘 혼합되도록 처리하였다. 엽면처리는 GB<sub>10</sub> 1%액과 0.5%액, 왕겨숯액 1% 및 chitofarm 300배액 등을 9월 10일부터 1주일 간격으로 배추 잎 전체에 균일하게 잘 부착되도록 살포하였다. 기타 비배관리는 농촌진흥청 원예연구소 표준경종법에 준하여 철저히 수행하였다.

배추 生育中 特性調査를 실시하였으며 수확은 2001년 11월 23일에 실시하였는데 조사항목은 株重, 球重, 球高, 救幅, 外葉數, 葉長, 葉幅 및 糖度 등을 측정하였다. 당함량은 굴절당도계(Model 3131, ATAGO, JAPAN)를 사용하였다. 수확 후 배추를 乾燥粉末로 제조하여 植物體 分析을 실시하였다.

### III. 試驗 結果 및 考察

Table 1. Growth characteristics of Chinese Cabbage after application of natural materials.

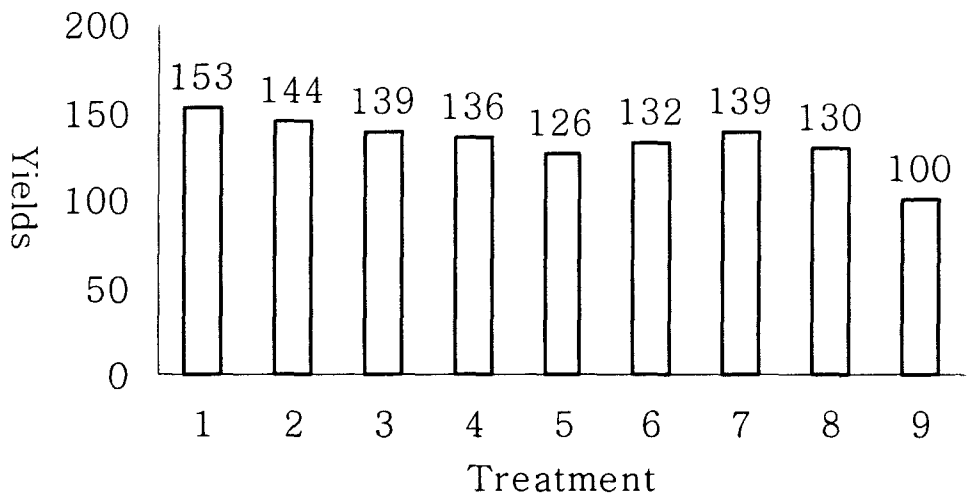
Natural materials	Plant weight kg	Head weight kg	Head length cm	Head width cm	No. of Outer leaves	Leaf length cm	Leaf width cm	Sugar content
GB <sub>10</sub> soil treat+F.S. 1%	4.30	3.27	32.33	17.33	10.67	45.52	30.00	7.27
GB <sub>10</sub> F.S. 1%	4.00	3.07	31.33	18.33	10.67	46.00	31.83	7.00
GB <sub>10</sub> F.S. 0.5%	3.87	2.97	31.83	18.00	9.50	44.17	31.00	7.03
GB <sub>10</sub> 0.5%+C.C. sap 0.5% F.S.	4.03	2.90	32.50	17.67	10.50	46.83	31.67	7.03
C.C.+C.C. sap F.S. 1%	3.53	2.70	32.67	17.50	10.00	45.50	32.50	7.00
C.C. sap F.S. 1%	3.70	2.83	32.33	17.33	10.33	46.67	32.17	7.10
Chitofarm seed treat+F.S. 1%	4.23	2.97	31.33	17.00	10.83	45.00	31.50	6.83
Chitofarm F.S. 1%	3.73	2.77	31.17	17.33	10.17	45.00	31.00	6.77
Control	2.63	2.13	27.17	13.67	10.17	38.00	24.50	6.33
L.S.D 5%	0.78	0.51	5.51	2.23	1.73	3.59	4.55	0.20
L.S.D 1%	1.08	0.71	7.60	3.08	2.38	4.94	6.27	0.28
C.V.	2.63	10.40	10.14	7.53	9.67	4.63	8.57	1.70

\* F.S. : Foliar Spray, C.C. : Chaff Charcoal.

가을 김장용 결구배추 재배포장에 GB<sub>10</sub> 왕겨숯 및 왕겨숯액, chitofarm 등의 천연물질을 토양 처리와 엽면살포를 실시하여 배추 식물체의 수확시 특성을 조사한 시험결과는 Table 1에서 관찰할 수 있는 바와 같다. GB<sub>10</sub> 토양처리와 1% 엽면살포를 실시한 실험구가 4.30kg으로 제일 무거웠으며 다음은 chitofarm 종자처리와 1% 엽면살포 실시구 : 4.23kg, GB<sub>10</sub> 0.5%+chaff charcoal sap 0.5%를 혼합하여 엽면살포를 실시한 시험구 : 4.03kg 및 GB<sub>10</sub> 1% 엽면살포

구 : 4.00kg의 順位였으며 이들 실험구는 無處理區에 대하여 1% 高度有意差가 있게 重量이 많았다.

배추 結球重 즉 收量에 있어서는 Table 1과 Fig. 1에서 관찰할 수 있는 바와 같이 GB<sub>10</sub> 土壤處理+GB<sub>10</sub> 1% 葉面施肥區가 3.27kg으로 無處理區에 대하여 53% 增收되어 제일 多收였고 다음은 GB<sub>10</sub> 1% 葉面시비구가 3.07kg, GB<sub>10</sub> 0.5% 葉面시비구와 chitofarm 種子處理+chitofarm 1% 葉面시비구가 공히 2.97kg 및 GB<sub>10</sub> 0.5%+왕겨묵초액 0.5% 葉面시비구 : 2.90kg의 순서였고 이상 실험구들은 무처리구에 대하여 1% 고도유의성이 인정되게 增收되었다. 그러나 天然物質 相互間에는 有意差가 없었다.



- 100 = 2.13kg/1 Head weight
- 1 : GB<sub>10</sub> soil treat+F.S. 1%.
- 2 : GB<sub>10</sub> F.S. 1%
- 3 : GB<sub>10</sub> F.S. 0.5%
- 4 : GB<sub>10</sub> 0.5%+C.C. sap 0.5% F.S.
- 5 : C.C.+C.C. sap F.S. 1%
- 6 : C.C. sap F.S. 1%
- 7 : Chitofarm seed treat+F.S. 1%
- 8 : Chitofarm F.S. 1%, 9 : Control

Fig. 1. Yields of Chinese Cabbage after application of natural materials.

結球배추 球高에 있어서는 왕겨숫 토양처리+왕겨숫액 1% 葉面살포구가 32.67cm로 가장 길었고 다음은 GB<sub>10</sub> 0.5%+왕겨숫액 0.5% 混合 葉面撒布區 : 32.50cm, GB<sub>10</sub> 토양처리+GB<sub>10</sub> 1% 葉面살포구와 왕겨숫액 1% 葉面살포구가 공히 32.33cm, GB<sub>10</sub> 0.5% 葉面살포구 : 31.83cm 및 GB<sub>10</sub> 1% 葉面살포구와 chitofarm 종자처리+chitofarm 1% 葉面살포구가 동일하게 31.33cm의 순위였다.

球幅에 있어서는 GB<sub>10</sub> 1% 엽면살포구가 18.33cm로 가장 넓었으며 다음은 GB<sub>10</sub> 0.5% 엽면살포구 : 18.00cm, GB<sub>10</sub> 0.5%+왕겨숯액 0.5% 혼합 엽면살포구 : 17.67cm, 왕겨숯 토양처리+왕겨숯액 0.5% 엽면살포구 : 17.50cm 및 GB<sub>10</sub> 토양처리+GB<sub>10</sub> 1% 엽면살포구, 왕겨숯액 1% 엽면살포구와 chitofarm 1% 엽면살포구가 동일하게 17.33cm의 순위였다.

배추 外葉數에서는 chitofarm 종자처리+chitofarm 1% 엽면시비구가 10.83개로 가장 多數였고 다음은 GB<sub>10</sub> 토양처리+GB<sub>10</sub> 1% 엽면시비구와 GB<sub>10</sub> 1% 엽면살포구가 공히 10.67개, GB<sub>10</sub> 0.5%+왕겨숯액 0.5% 엽면시비구 : 10.50개, 왕겨숯액 1% 엽면살포구 : 10.33개의 순서로 多數外葉이 발육하였다.

葉長에서는 GB<sub>10</sub> 0.5%+왕겨숯액 0.5% 혼합 엽면살포구가 46.83cm로 가장 길었으며 다음은 왕겨숯액 1% 엽면시비구 : 46.67cm, GB<sub>10</sub> 1% 엽면살포구 : 46cm, GB<sub>10</sub> 토양처리+GB<sub>10</sub> 1% 엽면시비구 : 45.52cm, 왕겨숯 토양처리+왕겨숯액 1% 엽면시비구 : 45.50cm 및 chitofarm 종자처리+chitofarm 1% 엽면시비구와 chitofarm 1% 엽면살포구가 동일하게 45cm의 순위였다.

葉幅에 있어서는 왕겨숯 토양처리+왕겨숯액 1% 엽면시비구가 32.50cm로 가장 넓었고 다음은 왕겨숯액 1% 엽면살포구 : 32.17cm, GB<sub>10</sub> 1% 엽면살포구 : 31.83cm, GB<sub>10</sub> 0.5%+왕겨숯액 0.5% 혼합 엽면시비구 : 31.67cm 및 chitofarm 종자처리+chitofarm 1% 엽면시비구 : 31.50cm의 순위였다. 당도에서는 全體 天然物質處理區가 無處理區에 比하여 1% 高度有意差가 있게 높은 경향이었고 그 중에서도 GB<sub>10</sub> 토양처리+GB<sub>10</sub> 1% 엽면살포구와 GB<sub>10</sub> 0.5%+왕겨숯액 0.5% 엽면살포구가 공히 7.03, GB<sub>10</sub> 1% 엽면시비구와 왕겨숯 토양처리+왕겨숯액 1% 엽면시비구 공히 7.00 및 chitofarm 종자처리+chitofarm 1% 엽면시비구 : 6.83의 순위였다.

Table 2. Plant analysis of Chinese Cabbage after application of natural materials.

Natural materials	T-N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
GB <sub>10</sub> soil treat+F.S. 1%	3.28	1.17	2.88	3.04	0.66	0.89	219.60	28.36	109.78
GB <sub>10</sub> F.S. 1%	3.16	1.45	3.00	2.89	0.65	0.98	207.00	25.36	108.74
GB <sub>10</sub> F.S. 0.5%	3.03	1.37	2.35	3.01	0.62	0.90	205.60	25.84	90.02
GB <sub>10</sub> 0.5%+C.C. sap 0.5% F.S.	3.17	1.31	2.79	3.09	0.57	0.98	185.68	19.85	104.06
C.C. +C.C. sap F.S. 1%	2.97	1.33	2.86	3.04	0.56	0.84	138.80	29.02	99.90
C.C. sap F.S. 1%	3.02	1.31	2.72	2.98	0.61	0.77	161.32	29.52	88.44
Chitofarm seed treat+F.S. 1%	3.26	1.23	3.00	3.09	0.66	0.98	218.60	26.32	91.58
Chitofarm F.S. 1%	3.17	1.45	2.79	3.04	0.65	0.90	207.00	26.56	80.64
Control	2.64	1.12	2.05	2.56	0.52	0.71	138.80	17.05	80.64

\* F.S. : Foliar Spray, C.C. : Chaff Charcoal.

마늘즙(GB<sub>10</sub>), chitofarm 및 왕겨숯이나 왕겨숯액 등을 가을 김장용 배추재배 포장에 처리하여 배추 植物體의 成分을 分析한 實驗結果는 Table 2에서 볼 수 있는 바와 같이 일반적으로 天然物質 處理區의 모든 성분함량이 무처리구보다 많은 경향이였다. 全窒素含量에 있어서는 GB<sub>10</sub> 토양처리+GB<sub>10</sub> 1% 엽면시비구가 3.28%로 가장 많았으며 다음은 chitofarm 종자처리+chitofarm 1% 엽면시비구: 3.26%, GB<sub>10</sub> 0.5%+왕겨숯액 0.5% 혼합 엽면시비구와 chitofarm 1% 엽면살포구가 공히 3.17%, GB<sub>10</sub> 1% 엽면시비구: 3.16%, GB<sub>10</sub> 0.5% 엽면살포구: 3.03%, 왕겨숯액: 3.02% 및 왕겨숯 토양처리+왕겨숯액 1% 엽면시비구: 2.97%의 순서로 다량 함유하였다.

磷酸含量에 있어서는 GB<sub>10</sub> 1% 엽면시비구와 chitofarm 1% 엽면살포구가 共히 1.45%로 가장 多量이였고 다음은 GB<sub>10</sub> 0.5% 엽면살포구: 1.37%, 왕겨숯 토양처리+왕겨숯액 엽면시비구: 1.33%, GB<sub>10</sub> 0.5%+왕겨숯액 0.5% 혼합 엽면시비구와 왕겨숯액 1% 엽면살포구가 공히 1.31% 및 chitofarm 종자처리+chitofarm 1% 엽면시비구: 1.23%의 순서였다.

K<sub>2</sub>O含量은 GB<sub>10</sub> 1% 엽면시비구와 chitofarm 종자처리+chitofarm 1% 엽면시비구가 동일하게 3.00%로 가장 多量이였으며 다음은 GB<sub>10</sub> 토양처리+GB<sub>10</sub> 1% 엽면시비구: 2.88%, 왕겨숯 토양처리+왕겨숯액 1% 엽면시비구: 2.86%, GB<sub>10</sub> 0.5%+왕겨숯액 0.5% 엽면시비구와 chitofarm 1% 엽면살포구 공히 2.79% 및 왕겨숯액 1% 엽면시비구: 2.72%의 순위였다.

CaO含量은 GB<sub>10</sub> 0.5%+왕겨숯액 0.5% 엽면시비구와 chitofarm 종자처리+chitofarm 1% 엽면살포구가 동일하게 3.09%로 가장 많았고 다음은 GB<sub>10</sub> 토양처리+GB<sub>10</sub> 1% 엽면살포구, 왕겨숯 토양처리+왕겨숯액 1% 엽면시비구 및 chitofarm 1% 엽면시비구가 공히 3.04%, GB<sub>10</sub> 0.5% 엽면시비구: 3.01% 등의 순위였다. MgO함량에서는 GB<sub>10</sub> 토양처리+GB<sub>10</sub> 1% 엽면시비구와 chitofarm 종자처리+chitofarm 1% 엽면시비구가 공히 0.66%로 가장 다량이였으며 다음은 GB<sub>10</sub> 1% 엽면살포구와 chitofarm 1% 엽면살포구가 동일하게 0.65%, GB<sub>10</sub> 0.5% 엽면시비구: 0.62%, 왕겨숯액 1% 엽면시비구: 0.61% 등의 순서로 많은 성분을 나타내었다.

Na<sub>2</sub>O함량에 있어서는 GB<sub>10</sub> 1% 엽면살포구와 GB<sub>10</sub> 0.5%+왕겨숯액 0.5% 혼합 엽면시비구 및 chitofarm 종자처리+chitofarm 1% 엽면시비구가 0.98%로 가장 많은 함량이였으며 다음은 GB<sub>10</sub> 0.5% 엽면살포구와 chitofarm 1% 엽면시비구가 공히 0.90%, GB<sub>10</sub> 토양처리+GB<sub>10</sub> 1% 엽면시비구: 0.89%, 왕겨숯 토양처리+왕겨숯액 1% 엽면살포구: 0.84%의 순위였다. Fe含量은 GB<sub>10</sub> 土壤處理+GB<sub>10</sub> 1% 葉面施肥區가 219.60ppm으로 가장 多量이였으며 다음은 chitofarm 種子處理+chitofarm 1% 葉面施肥區: 218.60ppm, GB<sub>10</sub> 1% 엽면시비구와 chitofarm 1% 엽면살포구가 공히 207.00ppm, GB<sub>10</sub> 0.5% 엽면시비구: 205.60ppm 등의 순서였다.

Mn함량에 있어서는 왕겨숯 토양처리+왕겨숯액 1% 엽면살포구가 29.02ppm으로 가장 많았고 다음은 GB<sub>10</sub> 토양처리+GB<sub>10</sub> 1% 엽면시비구: 28.36ppm, chitofarm 1% 엽면살포구: 26.56ppm, chitofarm 종자처리+chitofarm 1% 엽면시비구: 26.32ppm, GB<sub>10</sub> 0.5% 엽면시비



구 : 25.84ppm 및 GB<sub>10</sub> 1% 엽면살포구 : 25.36ppm 순위였다.

Zn함량은 GB<sub>10</sub> 토양처리+GB<sub>10</sub> 엽면살포구 : 109.78ppm으로 제일 많았고 다음은 GB<sub>10</sub> 1% 엽면시비구 : 108.74ppm, GB<sub>10</sub> 0.5%+왕겨숫액 0.5% 혼합 엽면살포구 : 104.06ppm, 왕겨숫 토양시비+왕겨숫액 1% 엽면시비구 : 99.90ppm, chitofarm 종자처리+chitofarm 1% 엽면시비구 : 91.58% 및 GB<sub>10</sub> 0.5% 엽면살포구 : 90.02%의 순서였다.

#### IV. 摘 要

GB<sub>10</sub>, chitofarm 및 왕겨숫과 왕겨숫액등 天然物質을 가을 배추 栽培圃場에 種子處理, 土壤處理 및 葉面撒布를 實施하여 收量과 成分分析을 遂行한 實驗成績은 아래와 같다.

1. 배추 生育特性中 株重, 球重, 球長 球莖, 葉長, 葉幅 및 糖度에 있어서 Chitofarm 등 天然物質處理區가 無處理區에 比하여 大部分 有意差가 있었으나 天然物質 相互間에는 有意差이 없었다.
2. 배추 收量에 있어서는 GB<sub>10</sub> 土壤處理區+GB<sub>10</sub> 1% 葉面撒布區가 3.27kg으로 check區 보다 53% 增收되었다.
3. 배추 植物體 成分分析 結果 T-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O 및 Mn 등의 含量에서 天然物質 無處理區보다 check區보다 多量이었으므로 品質向上에 效果的이었다.

#### 引用文獻

1. 박인의·김종태·박권서·유승헌. 1997. 저독성 생물자원의 병해방제 효과시험. 충남농진원 시험연구보고서. 672~675.
2. Cook, D.F. and S.D. Nelson, 1986. Effect of Polyacrylamide on seeding emergence in crustforming soils. Soil Sci. 141 : 328~333.
3. Carratt, P.G. 1962. Polymer, 3 : 323~334.
4. 김경제. 1975. 신유기질 비료 및 토양개량제 처리가 감자 수량에 미치는 영향. 동대 농과연 논문집. 5 : 361~371.

5. 김경제·김익준. 1991. 간접 비료시용이 배추 생육에 미치는 영향. 동대 농과연 논문집. 15 : 1~11.
6. 김경제·김익준. 1992. 토양개량제의 시용이 상치의 수량증대에 미치는 영향. 동국 논총. 31 : 83~89.
7. 김기홍. 1998. 목초액 혼용하면 살균제 절감효과. 연구와 지도. 39(9) : 6~8.
8. Mazzarelle, R.A.A. 1973. Natural Chelating Polymers. Pergamon. New York.
9. Markand, H.F. and N.G. Gaylard, Polymer Science and Technology. 1 : 177~197.
10. Mitchell, A.R. 1986. Polyacrylamide application in irrigation water to increase infiltration. Soil Sci. 141 : 353~358.
11. Pawloski, W.P., S.S. Sankar and R.D. Gilbert. 1987. J. Polym. Sci. Polym. Chem. 25 : 335~339.
12. Pawloski, W.P., S.S. Sankar and R.D. Gilbert. 1988. J. Polym. Sci. Polym. Phys. 26 : 1101~1109.
13. Schulz, R., G. Renner, A. Henglein and W. Kern. 1954. Makromol Chem. 12 : 20~34.
14. Terry, R.E. and S.D. Nelson. 1986. Effect of Polyacrylamide and irrigation method on soil Physical properties. Soil Sci. 141 : 317~320.
15. Wallace, A. 1986. A polysaccharide(guar) as a soil conditioner. Soil Sci. 141 : 371~373.
16. Wallace, A. and A.M. Abouzamzam. 1986. Interactions of soil conditioner with other limiting factors to achieve high crop yields. Soil Sci. 141 : 343~345.
17. Wallace, A. and A.M. Abouzamzam. and J.W. Cha. 1986. Interactions between a polyacrylamide and a polysaccharide as soil conditioners when applied simultaneously. Soil Sci. 141 : 374~376.
18. Wallace, A. and G.A. Wallace. 1986. Effects of soil conditioners on emergence and growth of tomato, cotton and lettuce seedlings. Soil Sci. 141 : 313~316.
19. Wallace, A. and G.A. Wallace. 1986. Effect of polymeric soil conditioners on emergence of tomato seedlings. Soil Sci. 141 : 321~323.

20. Wallace, A. and G.A. Wallace. 1986. Effects of very low rates of synthetic soil conditioners on soil. *Soil Sci.* 141 : 324~327.
21. Wallace, A. and G.A. Wallace. 1986. Additive and synergistic effects on plant growth from polymers and organic matter applied to soil simultaneously. *Soil Sci.* 141 : 334~342.
22. Wallace, A. and G.A. Wallace. 1986. Enhancement of the effect of coal fly ash by a polyacrylamide soil conditioner on growth of wheat. *Soil Sci.* 141 : 387~389.
23. Wallace, A. and G.A. Wallace. and A.M. Abouzamzam. 1986. Effects of soil conditioners on water relationships in soil. *Soil Sci.* 141 : 346~352.
24. Wallace, A. and G.A. Wallace. and A.M. Abouzamzam. 1986. Amelioration of sodic soils with polymers. *Soil Sci.* 141 : 359~362.
25. Wallace, A. and G.A. Wallace. and A.M. Abouzamzam. 1986. Effects of excess levels of a polymer as a soil conditioner on yields and mineral nutrition of plants. *Soil Sci.* 141 : 377~380.
26. Wallace, A. and G.A. Wallace. and A.M. Abouzamzam. and J.W. Cha. 1986. Effect of polyacrylamide soil conditioner on the iron status of soybean plants. *Soil Sci.* 141 : 368~370.