

## Ladino clover(*Trifolium repens*)의 건물생산에 미치는 Chitosan용액의 전면시용효과

연세대학교 생물자원공학과  
이 주 삼

Broadcasting effect of Chitosan solution on dry matter production  
in Ladino clover(*Trifolium repens*)

Lee, Ju Sam  
Dept. of Biological Resources & Technology Yonsei University

### Abstracts

This experiment was carried out to broadcasting effect of chitosan solution levels on dry matter production in Ladino clover(*Trifolium repens*).

Chitosan solution was applied at 6 levels, 0%, 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.5% and 1.0%, respectively.

The results obtained were summarized as follows ;

1. The dry matter yields of chitosan treatment plot were about 30%-63% more than the dry matter yield of control plot in all cuts.

2. Total dry matter yield was produced by 659.7kg/10a at levels of 0.05%, it was significantly higher than other chitosan solution levels.

3. The predictable highest yield and economic yield of Ladino clover could be obtained at 0.05% and 0.01% solution levels, respectively.

4. The relative dry matter yields for total dry matter yield were 66.7%, 18.3% and 15.0% at 1st, 2nd and 3rd cut, respectively. Chitosan application at early spring was affected to increasing the dry matter yield of 1st cut.

## I. 서 론

Chitin은 계, 새우 등의 갑각류와 곤충 등의 갑피, 버섯, 세균의 세포벽 등에 광범위하게 분포하는 천연 고분자 다당류이며, chitin의 탈 acetyl화합물을 chitosan(2-amino-2-dioxy-D-glucose)이라고 한다(平野, 1988<sub>a</sub>).

Chitosan의 상업적 생산은 계와 새우 등의 갑각류를 생산할 때 배출되는 껍질을 원료로 하고 있으며 chitosan의 형태로 생산된다. 지금까지는 주로 식품공업 등에서 배수처리를 위한 응집제로 이용되어 왔지만(次田, 1990), 최근 들어 chitosan의 여러 가지 생리적 기능이 인정되어 화장품, 의료소재 등의 원료로 이용되고 있으며, 다른 분야에서도 실용화를 위한 연구개발이 급속히 이루어지고 있다(平野, 1988<sub>a</sub>).

고등식물에서는 chitin과 chitosan을 함유하고 있지 않으나 chitinase와 chitosanase와 같은 분해효소를 갖고 있으며(土田 등, 1986), 이들 분해효소의 식물에 대한 기능은 아직까지 충분히 밝혀져 있지 않다. 그러나 병충해에 대한 자기보호기능(Mirelman 등, 1975; 平野, 1988<sub>a</sub>), 종자 발아과정에서의 chitinase의 활성유도(林 등, 1987; 平野, 1988<sub>b</sub>), 식물의 callus형성에 있어서 chitinase 활성유도와 callus형성촉진(Hirano와 Hayashi, 1987) 및 종자피복에 의한 작물의 수량증대효과(土田 등, 1985; 福井 등, 1989<sub>ab</sub>)이 인정되고 있다. 즉, chitosan을 시용할 경우 식물체의 자기보호기능 향상과 식물체 세포의 활성화를 통하여 생장을 촉진하는 효과가 크다고 할 수 있다.

이상과 같은 chitosan의 기능을 이용할 경우 작물의 생산성을 인위적으로 높일 수 있어 안전한 유기농산물의 생산에도 응용될 수 있다고 생각된다. 이를 위해서는 여러 가지 재배조건 하에서 chitosan 시용기술체계의 확립을 통한 작물생산기구의 해석이 필요하다고 생각된다.

따라서 본 실험에서는 chitosan의 시용수준(농도)을 달리한 전면시용방법이 예취빈도에 따른 Ladino clover의 건물생산에 미치는 영향을 조사하여, 식물의 성장촉진효과가 큰 chitosan의 시용수준과 생육시기를 추정하므로 유기농법에 의한 작물의 생산성 증대 가능성을 검토하려고 하였다.

## II. 재료 및 방법

본 실험은 1995년 4월부터 10월까지 연세대학교 덕소농장에서 조성후 5년이 경과된 Ladino clover(var. Merit)초지에서 실시되었다.

Chitosan의 농도는 0%(control), 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.5%, 1%의 6수준으로 하였고, 시용량은 농도별로 m<sup>2</sup>당 400ml를 예취횟수에 따라서 3회에 걸쳐 분무기로 전면살포하였으며, 살포시기는 생육개시전인 4월 7일과 1, 2번초 예취직후에 살포하였다.

예취빈도는 연간 3회로 하였는데, 1번초는 6월 6일, 2번초는 8월 10일, 3번초는 10월 6일에 각각 예취하였다.

또한 비료는 칼리(60kg/ha)와 인산(100kg/ha)을 밑거름으로 4월 7일에 사용하였다.

조사면적은 처리당 1m<sup>2</sup>로 한 3반복의 난괴법으로 배치하였으며, 조사면적에서 예취된 식물체는 건조기내에서 80℃, 48시간 건조하여 단위면적당의 건물수량으로 하였다.

### Ⅲ. 결 과

#### 1. Ladino clover의 건물수량에 대한 분산분석

예취빈도별 chitosan 시용농도의 차이에 따른 Ladino clover 건물수량에 대한 분산분석의 결과는 표 1과 같다.

Table 1. Anaysis for variance for dry matter yield of each cut in Ladino clover.

Source	df	Mean of Square			
		1st cut	2nd cut	3rd cut	Total
Block	2	1100.07	664.33	3827.66	21577.34
Chitosan level	5	25771.52**	9516.49***	4515.88*	102324.25***
Error	10	3912.93	871.49	1294.16	7706.23

Note. \*, \*\* and \*\*\* are significant difference at 5, 1 and 0.1% level, respectively.

예취빈도별 chitosan시용농도의 차이에 따른 Ladino clover의 건물수량은 1번초에서 1%수준, 2번초와 연간 건물수량에서는 0.1%수준, 그리고 3번초에서는 5%수준의 유의성이 인정되어, 모든 예취번초와 연간 건물수량에서 chitosan시용농도간에 유의한 차이가 인정되었다.

#### 2. 예취번초별 chitosan시용농도의 차이에 따른 Ladino clover 건물수량의 변화

Chitosan시용농도의 차이에 따른 Ladino clover 건물수량의 변화는 표 2와 같다.

1번초에서는 chitosan시용농도 0.05%수준에서 415.2kg/10a으로 다른 시용농도의 건물수량보다 유의하게 많았으며, 모든 chitosan시용농도에서의 건물수량은 대조구(0%)의 건물수량보다 유의하게 많아서 chitosan의 전면시용에 의한 건물수량의 증가가 인정되었다.

Chitosan시용농도에 따른 건물수량은 0.05%수준까지 증가된후 그 이상의 수준에서는 감소되는 경향을 나타내었다.

2번초의 0.05%수준에서도 건물수량이 가장 많은 136.0kg/10a을 나타내었으며, 모든 chitosan시용구의 건물수량은 대조구의 64.8kg/10a보다 유의하게 많아서 chitosan시용에 의

한 건물수량의 증가효과가 컸다.

Table 2. Broadcasting effect of Chitosan levels on dry matter yield of each cut in Ladino clover(DM kg/10a).

Chitosan level (%)	Cut			Total
	1st	2nd	3rd	
0	288.0 <sup>d</sup>	64.8 <sup>c</sup>	53.2 <sup>c</sup>	406.0 <sup>c</sup>
0.01	381.2 <sup>b</sup>	92.4 <sup>c</sup>	72.5 <sup>bc</sup>	546.1 <sup>b</sup>
0.05	415.2 <sup>a</sup>	136.0 <sup>a</sup>	108.5 <sup>a</sup>	659.7 <sup>a</sup>
0.1	392.8 <sup>b</sup>	106.0 <sup>b</sup>	87.9 <sup>ab</sup>	586.7 <sup>b</sup>
0.5	375.2 <sup>c</sup>	102.4 <sup>b</sup>	87.2 <sup>b</sup>	546.8 <sup>b</sup>
1.0	347.2 <sup>c</sup>	96.2 <sup>b</sup>	83.9 <sup>b</sup>	527.3 <sup>b</sup>
mean	363.6 <sup>a</sup>	99.6 <sup>b</sup>	82.2 <sup>b</sup>	545.4

Means separation within a column by Multiple Range Test, 5% level.  
The same letters show non-significant difference at the 5% level.

3번초에서는 0.05%수준과 0.1%수준의 건물수량간에서 유의한 차이가 인정되지 않았고, 대조구와 0.01%수준의 건물수량간에서도 유의한 차이가 인정되지 않았다.

Chitosan시용수준 평균 예취번초의 건물수량은 1번초에서 363.6kg, 2번초에서 99.6kg, 그리고 3번초에서 82.2kg/10a을 나타내어 1번초의 건물수량이 유의하게 많았고, 상대수량으로 는 1번초가 66.7%, 2번초가 18.3%, 3번초가 15.0%를 나타내어, 예취횟수가 증가될수록 건물수량은 저하되었다.

연간 건물수량은 0.05%수준에서 659.7kg/10a을 나타내어 다른 chitosan시용구보다 유의하게 많았다. 그러나 0.05%수준을 제외한 chitosan시용구의 건물수량은 530kg-590kg/10a의 범위를 나타내어 처리간에 유의한 차이가 인정되지 않았지만 대조구의 건물수량인 406kg/10a보다는 유의하게 많았다. 이를 chitosan시용에 따른 건물수량의 증수효과로 볼 경우 0.01%수준에서는 대조구보다 34.5%, 0.05%수준에서는 62.5%, 0.1%수준에서는 44.5%, 0.5%수준에서는 34.7%, 그리고 1%수준에서는 29.9%의 증가를 나타내어, chitosan시용에 의하여 약 30%-63%까지의 건물수량이 증가되었다. 연간 건물수량은 0.05%수준까지 건물수량이 증가되었다가 그 이상의 수준에서는 저하되는 경향을 나타내었다(그림 1).

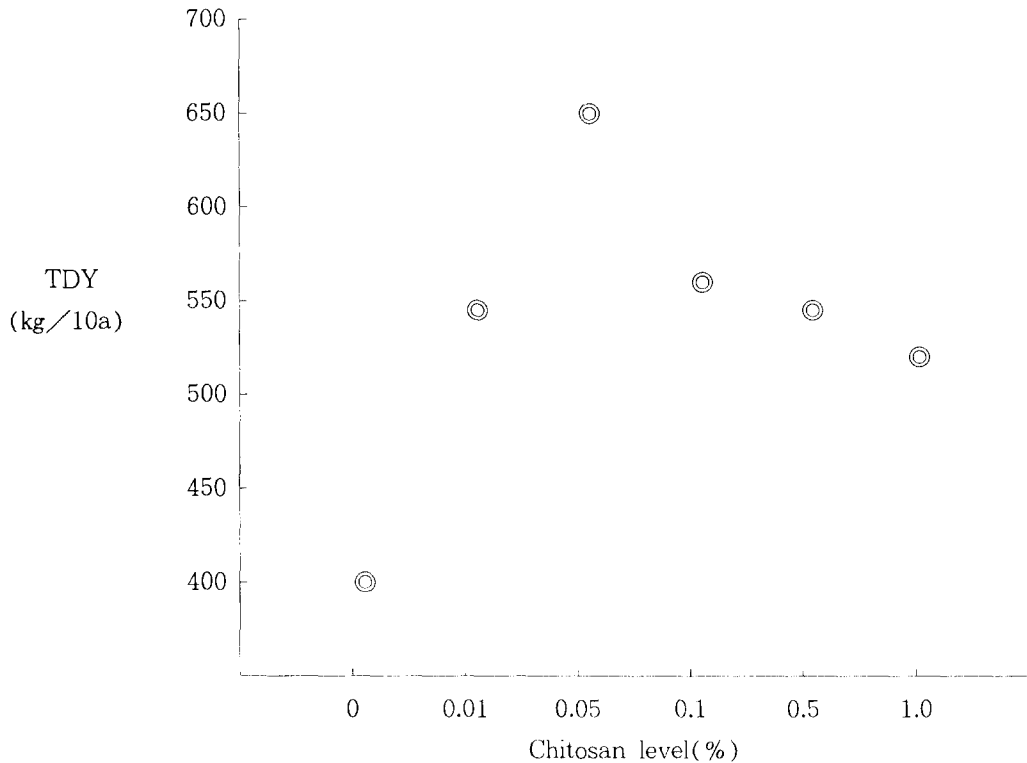


Fig. 1. Broadcasting effect of Chitosan levels on total dry matter yield(TDY) of Ladino clover.

#### IV. 고 찰

Chitosan의 시용은 식물체의 자기보호기능의 향상과, 세포의 활성화를 통하여 식물체의 생육을 촉진시킨다(Mirelman 등, 1975 ; 平野, 1988<sub>a</sub>).

일반적으로 chitosan시용에 의한 작물의 성장촉진효과를 얻기 위한 사용방법으로는 침적에 의한 종자의 피복, 토양과의 혼합, 분말부착 등의 방법이 있으며, 이 중에서 종자의 피복에 의한 성장촉진효과가 가장 크다고 알려져 있다(福井 등, 1989<sub>ab</sub>). 그러나 작물에 따라서 경제적 수량을 얻을 수 있는 식물체 부위가 달라서 작물의 성장촉진효과를 얻기 위한 chitosan의 사용방법에서도 차이가 있다고 생각된다. 즉, 엽채류는 종자의 피복과 토양과의 혼합이, 근피 식물에서는 분말부착과 용액의 관수 등과 같은 방법이 유용하며(福井 등, 1989<sub>b</sub>), 식물체의 줄기와 잎을 가축의 조사료로 이용하기 위하여 재배되는 목초의 경우, 재배면적이 넓고, 파종량이 많으며, 수확물의 경제성이 상대적으로 낮아서 chitosan분말을 일정한 농도로 희석하

여 초지에 전면사용하는 것이 유리하다고 생각된다.

본 실험의 결과 모든 chitosan시용구의 건물수량은 예취번초와 연간 건물수량에서 대조구보다 많아서 생육촉진효과가 인정되었다(표 2, 그림 1). 즉, chitosan시용구의 연간 건물수량에서는 대조구보다 약 30-63% 정도로 건물수량이 증가되었고, 증가경향은 0.05%수준까지 건물수량이 증가되었다가 그 이상의 수준에서는 저하되었는데(그림 1), 이상과 같은 결과는 0.05%수준에서 식물체의 생장촉진효과가 가장 컸다는 것을 의미한다. 福井 등(1989)은 chitosan에 의한 무우종자의 피복실험에서 0.01%, 1.0%, 0.05%수준의 순으로 근중(根重)이 무거웠으며, chitosan의 토양혼합방법보다는 종자의 피복이 식물체의 생장촉진효과가 컸다고 보고하여 chitosan의 사용방법의 차이에 따라서도 생장촉진효과에 차이가 있음을 시사하였다.

그러나 경제적, 실용적인 면에서 볼 때, 적은 량의 chitosan의 사용으로 생장촉진효과를 극대화시키기 위해서는 재배작물의 생육특성에 알맞는 사용방법의 강구와 적절한 사용수준이 추정되어야 한다고 생각된다. 본 실험의 조건과 현재의 가격수준으로(2% 용액 1리터당 3천 오백원) chitosan시용의 경제성을 평가할 경우, 0.01%수준에서는 대조구보다 34.5%의 증수효과를 얻는데 10a당 2만천원이 소요된 것에 비하여 0.05%수준에서는 62.5%의 증수효과를 얻는데 10만 5천원이 소요된다. 따라서 0.05%수준의 chitosan시용은 0.01%수준의 사용보다 증수효과는 2배에 지나지 않지만 가격은 5배가 되므로, 증수효과를 최대로 얻기 위해서는 chitosan 0.05%수준이, 값싼 조사료의 생산을 목적으로 할 경우에는 0.01%수준이 가장 경제적이라고 생각된다.

Chitosan 0.05%수준의 연간 건물수량은 659.7kg/10a으로(표 2), 최적조건에서 Ladino clover의 건물수량이 500kg - 600kg/10a 정도인 것에 비하여(김, 1991), 훨씬 많은 건물수량을 나타내었다. 또한 1번초의 상대수량은 66.7%를 나타내어 다른 예취번초의 상대수량보다 높았는데, 이는 이른 봄의 chitosan 사용효과가 두과목초의 예취시기인 10% 개화시기까지 지속되었기 때문이고, 특히 2번초와 3번의 상대수량이 0.05%수준에서 높았던 것은 적정 chitosan의 사용에 의한 재생촉진효과가 컸기 때문이라고 생각된다.

이상의 결과에서 chitosan의 사용에 의한 작물의 생육촉진효과가 인정되었고, 최대건물수량을 얻을 수 있는 적정 수준은 Ladino clover에서 0.05%이며, 이른 봄의 chitosan시용효과가 뛰어나 1번초의 상대수량이 가장 높았다는 것을 알 수 있었다. 따라서 유기농업적 방법으로 작물수량을 높이기 위해서는 여러 가지 작물에게 chitosan의 사용이 바람직하며 이를 위해서는 작물의 종류에 따른 사용방법의 강구와 사용수준의 추정이 필요하다고 생각된다.

## V. 적 요

예취번초별 chitosan의 사용농도를 달리 했을 때, Ladino clover의 건물생산에 미치는 영향을 조사하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. Chitosan시용구의 건물수량은 대조구의 건물수량보다 30%-63% 정도가 증가되었다.
2. 모든 예취번초의 건물수량은 0.05%수준에서 유의하게 많았으며, 연간 건물수량은 0.05% 수준에서 659.7kg/10a를 나타내었다.
3. Ladino clover의 최대건물수량을 얻을 수 있는 chitosan시용농도는 0.05%수준이며, 경제적인 시용농도는 0.01%수준이었다.
4. 예취번초의 상대수량은 1번초가 66.7%, 2번초가 18.3%, 3번초가 15.0%였으며, 이른 봄 chitosan의 시용은 1번초 건물수량의 증가에 영향을 미쳤다.

## VI. 인용문헌

1. Baiey, J. A. and J. W. Mansfield. 1982. "Phytoalexins" Wiley , New York.
2. Hirano, S. and M. Hayashi. 1987. Chitosan and its derivatives as an activator of plant cells in the callus formation of cabbage leaves. Polm. Mater. Sci. Eng., 57 ; 38-42.
3. Mirelman, D., E. Galum, N. Sharon. and R. Loton. 1975. Inhibition of fungal growth by wheat germ agglutin. Nature 256 ; 414-416.
4. 次田隆志. 1990. 키틴, 키토산의 농업分野への利用. 食品工業. 350-357.
5. 土田久彌. 渡邊勝芳. 次田隆志. 平野茂博. 1986. 植物키틴나제의分布とジャガイモ皮から키틴카ラム크로마토그래피-による單離. 日本農藝化學會 昭和 61年大會講演要旨集 pp. 247.
6. 平野茂博. 1988a. 植物키틴나제と病蟲害に對する植物自己防護機能. [키틴, 키토산]. 技報堂出版. pp. 169.
7. 平野茂博. 1988b. 키토산의關與する植物の細胞活性化および病原菌に對する自己保護機能. 日農化會誌 62 ; 293-295.
8. 福井春雄. 藤原 公. 村岡高志. 次田隆志. 1989a. 키틴. 키토산による作物の生長促進效果. 第 1報. 生長促進效果とその作用性. 日作四國支紀. 26 ; 1-8.
9. 福井春雄. 藤原 公. 村岡高志. 次田隆志. 1989b. 키틴. 키토산による作物の生長促進效果. 第 2報. 各種作物への栽培適應性. 日作四支紀. 26 ; 9-16.
10. 김동암. 1991. 사료작물. 선진문화사