

Silage 용 옥수수와 豆科作物의 間作에 關한 研究

IV. Silage 용 옥수수(*Zea mays L.*)와 콩(*Glycine max (L.) Merr.*)의 間作이 營養成分含量 및 TDN 收量에 미치는 影響

李性圭

Studies on Corn-Legume Intercropping System

IV. Effects of corn-soybean intercropping on chemical composition and TDN yield

Sung Kyu Lee

Summary

This experiment was carried out to compare chemical composition, TDN yield of corn-soybean intercropping and corn monocropping forage plants at different harvesting time and obtained the following results.

1. In both cropping systems, the content of chemical composition of forage were changed same pattern in growing stage. The content of crude protein in corn-soybean intercropping forage at yellow stage increased more than that of corn nonocropping forage, while the crude fat in corn monocropping forage plants increased than that of corn-soybean intercropping forage plants at mature stage.
2. The crude fiber, crude ash, ADF content of forage plants in both cropping system decreased same pattern in growing period, however, NFE content of forage increased with maturity.
3. TDN yield of corn-soybean intercropping and corn monocropping forage plants at yellow stage obtained similar results and TDN yield per 10a in intercropping and monocropping were 1006.1kg and 978.6kg, respectively.
4. Consequently, corn-soybean intercropping system could be increased crude protein yield without decreasing of dry matter yield in comparison with corn monocropping system for corn silage.

I. 緒論

兩種 이상의 植物을 間作하는 것은 生育特性이 서로 다른 두 식물을 이용하여 토지의 空間的 利用, 收量增產, 雜草防除, 土壤水分의 적절한 維持와 같은 効果를 얻기 위한 栽培法의 하나로써 禾本科植物과 豆科植物의 間作이 일반적이다.

禾本科植物과 豆科植物의 간작은 種實收量의 增產(Crookston and Hill, 1979. Burton et al, 1983), 土壤肥沃度 增進(Agboola and Fayemi, 1972, Wahua and Miller, 1978, Elmore and Jackobs, 1986), 토

양수분의 적절한 유지(Reicosky and Deaton, 1979)를 목표로 하고 있다.

그러나 飼料作物의 間作은 위의 여러가지 目標에 追加하여 草食家畜의 粗飼料를 增產하고 飼料品質向上에 目標를 둔다.

특히 禾本科植物은 energy 收量이 많으나 蛋白質含量이 乳牛의 營養生理學의 要求水準에 크게 미달되는 결함을 가지고 있으므로 옥수수 silage를 乳牛에 紿與할 때는 蛋白質을 補充하는 것이 필요하며 (Church, 1977, Miller, 1979, Bath, 1985), 이를 위해서는 豆科作物을 옥수수와 間作함으로써 收量

과蛋白質含量을增加시킬 수 있다(Herbert et al., 1984).

본 연구는 담근먹이용 옥수수(*Zea mays* L.)와 콩(*Glycine max* (L.) Merr.)을 間作하였을 때 营養成分 및 TDN 收量의 變化를 비교하기 위하여 실시하였다.

II. 材料 및 方法

본 시험은 1987년 4월 10일부터 9월 10일까지 尚志大學 實習牧場內에서 실시하였으며 試驗圃場의 土壤成分과 試驗期間中 平均氣溫 및 降雨量은 표 1, 2와 같다.

Table 1. Chemical properties of the experimental field soil.

pH (1:5)	O M (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	N (%)	Exchangeable cation(me/100g) Ca	Mg	CEC
5.7	4.0	56	0.42	3.87	0.7	0.36 12.24

Table 2. Mean temperature and total rainfall at Won Ju area during the experimental period (April-September), 1987.

Month	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.
Mean temp.(°C)	10.1	16.3	21.9	23.7	23.7	18.3
Total rainfall (mm)	30.7	120.6	93.8	615.3	548.3	29.0

옥수수의 供試品種은 MC84AA, 콩은 光教를 사용하였으며 4월 20일에 耕耘하여 土壤을 均質화한

후 播種하였다.

處理는 옥수수單作區, 옥수수-콩間作區로 하고 옥수수-콩의間作區는 옥수수 포기사이에 콩 9株를 심었다. 그리고 缺株가 생겼을 때는 즉시 補植하였다.

施肥는 播種時 N:P₂O₅:K₂O=10:15:15 kg/10a 水準으로 하였으며 옥수수 잎이 9~10枚 되었을 때 N를 10 kg/10a 水準으로 追肥하였다.

收穫은 옥수수의 乳熟期, 黃熟期, 完熟期에 하였으며 각 段階別 一般粗成分은 A.O.A.C(1984)法으로, ADF는 Goering and Van Soest(1970)의 方법으로 分析하였다.

TDN 水準은 Penn. State Uni. (1980)의 사료작물 평가 방정식에 의거 계산하였으며 그 산출식은 다음과 같다.

① 옥수수의 單作

$$\text{NEL}(\text{Mcal/kg}) = (1.044 - 0.0124 \text{ADF}\%) \times 2.205$$

$$\text{TDN}(\%) = 24.08 \text{NEL} + 31.4$$

② 옥수수-콩의 間作

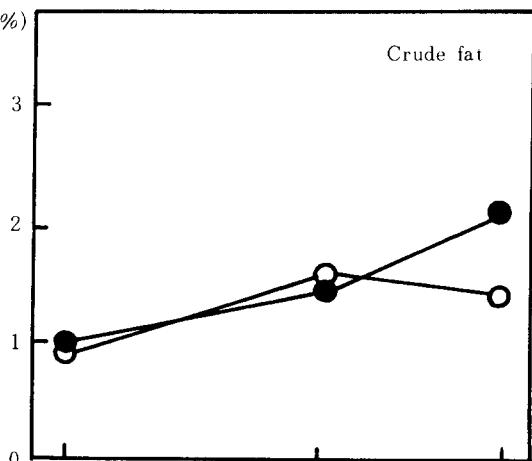
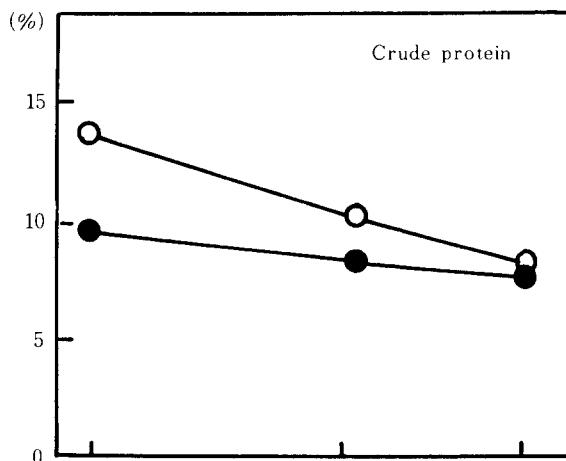
$$\text{NEL}(\text{Mcal/kg}) = (1.0876 - 0.0127 \text{ADF}\%) \times 2.205$$

$$\text{TDN}(\%) = 40.73 \text{NEL} + 4.898$$

III. 結果 및 考察

1. 生育段階別 营養成分含量

옥수수의 生長段階을 乳熟期, 黃熟期, 完熟期로 구분하여 各營養成分의 含量變化를 옥수수單作,



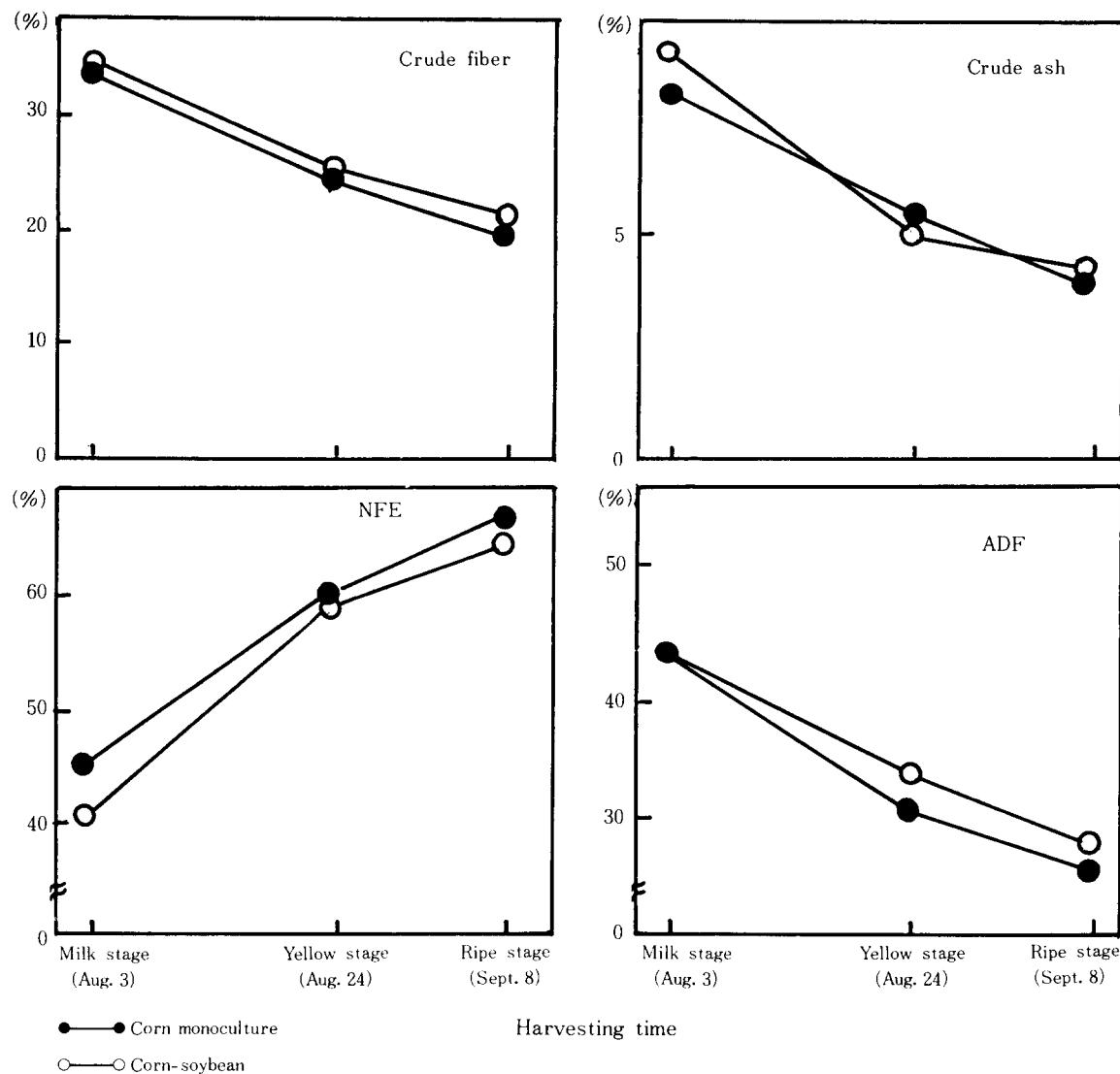


Fig. 1. Changes of chemical compositions of cropped plants by cropping systems and harvesting times. ●—● : corn monoculture, ○—○ : corn-soybean intercropping.

옥수수-콩의 間作의 栽培方法에 따라 비교해 본 결과는 그림 1 과 같다.

그림 1에서 粗蛋白質, 粗纖維, 粗灰分, ADF 含量은 生育段階에 따라 有意의인 变化를 나타냈다 ($p < 0.01$).

粗蛋白質은 옥수수單作보다 옥수수-콩의 間作에서 收量이 많았으며 生育이 進行됨에 따라 점차로 減小하는 경향을 보인 것은 수확기의 成熟 정도에 연유한 것으로서 Miller and O'Dell(1968)의 보고와 일치하였다.

粗纖維와 ADF 의 含量에 있어서는 植物體의 成熟이 進行됨에 따라 栽培方法에 관계없이 減少되는 경향을 보이고 있는데 일반적으로 식물의 成熟 정도에 따라 그 含量이 增加한다는 O'Donovan 등(1967)의 보고와는 반대의 결과를 나타냈다. 이것은 옥수수의 種實을 포함한 地上部 全植物體를 分析하여 얻은 결과이므로 種實이 차지하는 비중이 높은 관계로 다른 粗飼料에 비해 그 量이 상대적으로 적게 나타난 때문으로 생각된다.

한편 粗脂肪, NFE는 收穫時期가 늦어짐에 따라

含量이有意的으로增加하는 경향을 나타내었는데 ($P < 0.01$). 이것은 옥수수의種實에 물질저장이 많아졌기 때문이며 옥수수單作이 옥수수-콩의間作에 비하여 함량이 많이 나타난 것은 콩의 NFE 함량이 옥수수 보다 낮은 것이 원인으로 생각된다. 이와 같은 결과는 옥수수-동부의間作에서 얻은 李(1988)의 보고와 같은 경향을 보였으나粗蛋白質含量에 있어서는 약간 높게 나타났다.

이것은 동부의蛋白質含量보다 콩의 단백질 함량이 더 많았기 때문으로 생각된다.

2. 作村體系에 따른營養成分의變化

옥수수單作일 때와 옥수수-콩의間作일 때 生育段階別營養成分의變化를 비교하면 표 3, 4와 같다.

표 3, 4와 같이 옥수수單作에서는 黃熟期일 때粗蛋白質含量은 8.45%, 옥수수-콩의間作에서는 10.41%로, 단작보다 간작이 훨씬 높게 나타났다.

이에 비해粗纖維의含量은 각각 24.09와 24.81%로 큰 차이가 없었다. 이와 같은 결과는 옥수수-동부의間作(李, 1988)에서 黃熟期일 때粗蛋白質이 10.39%, 粗纖維 25.81%, 옥수수-당근 강남콩의間作(李 등, 1988)에서粗蛋白質 9.43%, 粗纖維 23.05%와 비교할 때 거의 비슷한 양상을 보이고 있다.

그러나 完熟期에서는粗蛋白質의含量은 옥수수單作의 경우 7.68%, 옥수수-콩의간작의 경우 7.94%로 큰 차이를 보이지 않는데 반해粗纖維는

19.44%에서 21.69%로 2% 이상이나 증가하였다. 이것은 콩의 줄기가 조심유량 증가에 영향을 준 것으로 생각된다.

또한 ADF의 함량을 비교해 보면 옥수수單作의 경우黃熟期와完熟期에서 각각 30.06%, 25.20%이었던 것이 옥수수-콩의間作에서는 각각 33.3%와 28.36%로 2~3%의 차이를 보이고 있다.

옥수수-동부의간작에서 黃熟期와完熟期에서 ADF는 각각 31.37%, 29.28%로(李, 1988) 생육단계에 따라 감소하는 결과는 달리 본 시험에서 ADF 함량이 증가한 것은 콩의 리그닌 함량이 증가한 것이 원인으로 생각된다.

따라서 옥수수-콩의間作에 있어서는 콩이完熟되기 전에 옥수수와 함께刈取하여 Silage를 조제할 수 있도록 생육단계를 배려하는 작부체계가 효과적임을 의미한다.

3. 作付體系 및收穫時期에 따른TDN生産量

옥수수單作區와 옥수수-콩의間作區에서乳熟期, 黃熟期, 完熟期에식물체를 채취하여 TDN生産量을 비교해 본 결과는 표 5와 같다.

표 5에서와 같이 黃熟期의 옥수수단작과 옥수수-콩의간작에 따른 TDN생산량은 각각 66.68%, 66.90%로 거의 같은 결과였으며 完熟期에서도 각각 70.24%, 69.40으로 큰 차이가 없었다.

이와 같은 결과는 옥수수-동부(李, 1988)의간작에서 황숙기와 완숙기일 때 66.77, 66.17%, 옥수수

Table 3. Chemical composition of corn monoculture forage plants according to harvesting time.

Date of cut	Crude protein(%)	Crude fat(%)	Crude fiber(%)	Crude ash(%)	NFE (%)	ADF (%)
Aug. 3	9.9691±0.1170 ^a	1.1319±0.0900 ^a	35.1661±0.0600 ^a	8.0980±0.1213 ^a	45.6349±0.0537 ^a	44.7549±0.0769 ^a
Aug. 24	8.4580±0.1234 ^b	1.4668±0.0800 ^b	24.0965±0.0404 ^b	5.4382±0.1115 ^b	60.5405±0.2063 ^b	30.0682±0.1506 ^b
Sept. 8	7.6890±0.0734 ^c	2.1160±0.3464 ^c	19.4469±0.0874 ^c	4.0209±0.0467 ^c	66.7273±0.3602 ^c	25.2032±0.2037 ^c

a, b, c. Values with in different letters within a colum differ significantly($p < 0.01$).

Table 4. Chemical composition of corn-soybean intercropping forage plants according to harvesting time.

Date of cut	Crude protein(%)	Crude fat(%)	Crude fiber(%)	Crude ash(%)	NFE (%)	ADF (%)
Aug. 3	13.7603±0.099 ^a	0.9797±0.494 ^a	34.4342±0.436 ^a	9.3354±0.073 ^a	41.4904±0.314 ^a	44.6198±0.151 ^a
Aug. 24	10.4195±0.033 ^b	1.6085±0.388 ^a	24.8142±0.212 ^b	5.1193±0.087 ^b	59.0385±0.176 ^b	33.3058±0.139 ^b
Sept. 8	7.9406±0.400 ^c	1.4017±0.404 ^c	21.6981±0.142 ^c	4.4785±0.047 ^c	64.4811±0.089 ^c	28.3660±0.276 ^c

a, b, c. Values with in different letters within a colum differ significantly($p < 0.01$).

Table 5. TDN yield of cropped forage plant per unit area according to cropping system and harvesting time.

Cropping system	Corn mono.			Corn-soybean inter.		
Harvesting time	Aug. 3	Aug. 24	Sept. 8	Aug. 3	Aug. 24	Sept. 8
TDN (%)	57.36	66.68	70.24	56.90	66.90	69.40
TDN yield(kg/10a)	341.98	1006.13	1165.98	336.45	978.52	1165.43

Table 6. Yield of chemical composition per unit area according to cropping system and harvesting time (kg/10a).

Cropping system	Harvesting time	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash	NFE
Corn mono.	Aug. 3	59.44	6.75	209.66	48.28	272.08
	Aug. 24	127.62	22.16	376.70	82.06	913.50
	Sept. 8	127.64	35.13	322.86	66.76	1107.67
Corn-soybean inter.	Aug. 3	81.36	5.79	203.61	55.20	245.33
	Aug. 24	154.48	23.84	367.90	75.90	860.48
	Sept. 8	133.45	23.54	364.38	75.21	1082.83

- 뎅굴강남콩(李 등, 1988)의 간작일때 각각 66.75, 68.25%와 비교할 때 거의 비슷한 결과를 보이고 있다.

그러므로 옥수수와 콩의 간작은 옥수수의 단작에 의해 가축의 영양향상을 위해 바람직한 작부방법이라고 할 수 있다. 다만 수량의 증산을 위한 간작의 작부방식에서 밀도를 여하히 하는가에 대한 문제는 앞으로 더욱 연구되어야 할 것이다.

4. 作付體系 및 收穫時期에 따른營養成分의 生產量

作付體系 및 收穫時期別 單位面積當 生產量은 표 6 과 같다.

표 6에서 단위면적당 蛋白質의 生產量은 옥수수單作 및 옥수수-콩의 間作에서 黃熟期일 때 각각 127.62 kg/10a, 154.48 kg/10a로 무려 26.86 kg/10a의 차이를 보이고 있다.

이와같은 결과는 옥수수-콩의 간작에서 Herbert 등(1984)의 136.4~166.6 kg/10a, Garcia 등(1985)의 159.6 kg/10a과 동일한 결과였으며 Putnam 등(1986)의 167~176 kg/10a 보다는 낮았다.

또한 옥수수-동부의 152.13 kg/10a와는 별 차이가 없었다. 그러나 完熟期일 때 옥수수-콩의 間作에서 粗蛋白質의 生產量은 133.45 kg/10a으로서 옥

수수-콩의 黃熟期에 비해 21.0 kg/10a이나 많은 收量을 보이고 있다. 이 결과는 옥수수-동부(166.97 kg/10a)보다는 상당히 높은 收量이었으나 옥수수-덩굴강남콩(113.6 kg/10a) 보다는 약간의 차이를 보였다.

이것은 콩의 식물체가 完熟됨에 따라 줄기부분의 收量이 많아 相對的으로 蛋白質含量이 낮아진것이 원인으로 밀어진다.

NFE의 收量은 옥수수單作區가 옥수수-콩의 間作區보다 높았는데 이것은 옥수수의 에너지생산량이 完熟期까지 증가함으로써 콩이 차지하는 에너지량보다 높았기 때문이라 생각된다.

IV. 摘 要

본 연구는 silage用 옥수수와 콩을 間作하였을 때 옥수수의 成熟段階를 乳熟期(8月 3日), 黃熟期(8月 24日), 完熟期(9月 8日)로 구분하여 作付方式에 따른 营養成分의 含量變化를 비교하기 위하여 실시하였는데 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 收穫時期別 作付方法에 따른 营養素含量의 變化趨勢는 兩區間이 類似하였다. 그러나 粗蛋白質의 含量은 黃熟期까지 間作區가 높았으며 粗脂肪은 完熟期에서 單作區가 間作區보다 높았다.

2. 粗纖維, 粗灰分, ADF의 含量은 植物體의 生育段階가 進行됨에 따라 減少하였으며 NFE는 增加하였다.

3. TDN 收量은 單作區와 間作區에서 黃熟期일 때 각각 1006.13kg/10a, 978.52kg/10a로 거의 差하였다.

V. 引用文獻

1. Agboola, A.A., and A.A. Fayemi. 1972. Preliminary trials on intercropping of maize with different tropical legumes in western Nigeria. *J. Agri. Sci.* 77: 219-225.
2. A.O.A.C. 1984. Official methods of analysis. Association of Official Chemists. 14th edition, Washington, D.C.
3. Burton, J.W., C.A. Brin, and J.O. Rowlings. 1983. Performance of non nodulating soybean isolines in mixed culture with nodulating cultivars. *Crop Sci.* 23: 469-473.
4. Crookston, R.K., and D.S. Hill. 1979. Grain yields and land equivalent ratios from intercropping corn and soybean in Minnesota. *Agron. J.* 71: 41-44.
5. Elmore, R.W., and J.A. Jacobs. 1984. Yield component of sorghum and soybean of varying plant heights when intercropped. *Agron. J.* 76: 561-564.
6. Garcia, R., Evangelista, A.R., and J.D. Garvano. 1985. Effects of the association corn; soybean on dry matter production and nutritional silage value. *Proceedings of the XV I.G.C.* 1221-1222.
7. Goering, H.R., and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. ARS, USDA, Agri. Hand Book.
8. Herbert, S.J., Putnam, D.H., and A. Vargas. 1985. Forage production from maize: soybean intercrops. *Proceedings of the XV I.G.C.* 1266-1268.
9. Miller, W.J., and G.D. O'Dell. 1968. Nutritional problems of using maximum forages or maximum concentrates in dairy rations. *J. Dairy Sci.* 52(7): 1144-54.
10. O'Donovan, P.B., R.F. Brans., M.P. Plumlee., L.V. Packett, and G.O. Mott. 1967. Soluble and structural components of alfalfa clones and selected reed canary grass clones. *Agron. J.* 59: 478.
11. Pennsylvania State University Forage Testing Service. 1980. Forage/Stuffs analysis and interpretation.
12. Putnam, D.H., S.J. Herbert., and A. Vargas. 1986. Intercropped corn: soybean density studies. I. Yield complimentarity. *Experi. Agri.* 21: 41-54.
13. Reicosky, D.H., and D.E. Deaton. 1979. Soybean water extraction, leaf water potential and evapotranspiration during drought. *Agron. J.* 70: 292-295.
14. Wahna, T.A.T., and D.A. Miller. 1978. Effects of intercropping on soybean N₂-fixation and plant composition on associated sorghum and soybean. *Agron. J.* 70: 292-295.
15. 李性圭. 1988. Silage 用 옥수수와 蓼科作物의 間作에 관한 연구. II. Silage 用 옥수수와 풍부의 間作의 营養成分含量 및 收量에 미치는 影響. 韓國草地學會誌 8(2) : 128~34.
16. 李性圭, 金東均, 鄭義龍. 1988. Silage 用 옥수수와 당근 강남릉의 間作의 生長特性, 乾物收量 및 营養成分變化에 미치는 影響. 尚志大 論文集 9 : 203~219.