

配合飼料를 혼합한 돼지감자 (*Helianthus tuberosus* L.) 사일리지 製造試驗

高永杜 · 安炳寬

A study on the Quality of Tuber silage of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.)

Yung Du Ko and Byeong Goan An

Summary

In order to utilize the tuber of Jerusalem artichoke (*Jerusalem tuberosus* L.) which has been considered one of the most economical resources for bioenergy, the tubers of the plant were processed into silage in 11 lab-silo with three levels of mixture of concentrates i.e. 10, 20, 30%. The silage was stored for 20 to 40 days before analyses. The quality of silage was compared with those of the tube-only silage without concentrates. Aproximate composition, pH, ammonium nitrogen, total nitrogen, and organic acids were analyzed. The results obtained are summarized;

1. With the mixture of concentrates, the water content of the silage was able to be adjusted to 70 percent and NDF significantly increased ($P<0.05$) while ADF significantly decreased.
2. The content of water-soluble carbohydrate (WSC) was significantly decreased in silages of the mixture of concentrate and the tuber ($P<0.05$), while total nitrogen and ammonium nitrogen increased.
3. Tube-only silage gave satisfaction in fermentation, particularly organic-acid fermentation. As the storage period extended, Flieg's score of the silage was improved.

Conclusively, the tuber of Jerusalem artichoke found to satisfy the requirements of good silage and to be recommended as a good resource for all-in-one silage provided the tuber was ensilaged with 20 to 30 percent concentrate.

I. 緒 論

돼지감자(뽕뿌리)는 北美가 원산이며 食品, 飼料 및 여러가지 産業作物로서 큰 가능성을 가지고 있어 유럽과 북미에서 많이 재배한 것으로 프랑스에서도 이미 1938년에 150,000ha 이상을 재배한 실적이 있다(Kosaric 등, 1984).

산성토양이나 개간지에서도 잘 생육되며 기후에 대한 적응성이 강하여 -30°C 에서도 뿌리의 동해가 없으며 생육의 범위가 넓은 作物이다(金 등, 1976).塊莖에 의한 번식력이 높으며 10a 당 생산량은 줄기 1,000~3,000kg, 뿌리 2,300~6,400kg 로서(金 등, 1976; 林과 李, 1983) 肥培관리에 의해 크게 영향이

있으며 他飼料作物에 떨어지지 않는 우수한 사료작물이다.

돼지감자의 연구에 대하여는 줄기와 뿌리를 이용한 연료용 알코올 생산(Masson, 1973; 李, 1978; 李와 卍, 1981)과 飼料作物재배로서 林과 李(1983)는 과 종기와 생산량 시험을 하였고, 金(1976)은 주정생산에 돼지감자를 이용한다 있다. 그러나 돼지감자를 사료로서 利用한 시험성적이 적으며 특히 저장 사료로서의 이용에 대한 성적은 尙無한 실정이다.

따라서 본시험에서는 돼지감자 뿌리를 이용한 silage 제조를 위하여 糞소용 배합사료를 수준별로 혼합하여 사일리지의 成分과 品質을 규명하고 돼지감자 재배 이용 및 돼지감자를 이용한 all in one sil-

age 제조의 기초재료로서 보고하는 바이다.

II. 材料 및 方法

사일리지 제조에 이용한 돼지감자는 뿌리를 陰乾하여 흙은 털어서 1 cm³ 정도로 잘게 썰어 짓소配合飼料(Table 1)와 잘 혼합하여 실험실용 1 l 사일료에 잘 다져넣어 실온에서 20일과 40일동안 보존한 후 分析에 사용하였으며 각구 3 反復으로 實施하였다.

사일리지의 일반성분을 분석하기 위하여 乾燥試料를 AOAC法(1980)에 준하여 하였으며 pH 價의 측정은 森本(1971)의 방법으로, 有機酸함량은 須藤(1971)의 방법으로, 암모니아態 N 함량은 森本(1971)의 방법에 의하여 分析하였다.

Table 1. Treatments

Periods of fermentation (days)	Levels of concentrates (%)
20	0
	10
	20
	30
40	0
	10
	20
	30

2×4 factorial in RB design with 3 replications

III. 結果 및 考察

1. Silage의 成分

제조한 사일리지를 20일 및 40일 동안 실험실에서 상온 상태로 저장한 후 化學的 組成成分을 分析한 결과는 Table 2와 같다.

20일간 저장한 silage의 수분함량은 85%로서 가장 많으며 良質사일리지의 적정 수분함량보다 상당히 높으므로 인하여 다른 처리구에 비하여 초산발효를 많이 하였다($P < 0.05$). 그러나 配合飼料의 混合比率이 증가할수록 수분함량은 감소되어($P < 0.05$) 30%를 혼합한 경우 적당한 수분함량을 유지하게 되었다. 그러나 40일간 저장한 사일리지를 볼 때는 배합사료를 20~30% 정도 혼합할때 적당한 수분함량이 되었다.

조단백질 함량은 8.33% (Eihe, 1976) 이나 사일리지의 경우 18.5%로서 상당히 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 발효에 의한 미생물단백질의 증식에 의한 것으로 思料되며 이들 조단백질함량은 配合사료를 혼합함으로써 증가되었다($P < 0.05$).

조섬유의 함량은 처리간에 큰 차이는 없었으나 저장기간에 따라 차이가 있었으며 NDF 함량은 배합사료를 혼합함으로써 증가되었으며($P < 0.05$), ADF는 반대로 혼합하지 않은 사일리지에서 많았다. 이와같은 현상은 高등(1986)이 Orchard grass를 재료로 濃厚飼料를 첨가한 시험결과와 高(1986)가 옥수수 Silage 제조시 농후사료를 혼합하여 제조 시험한 결과와 一致되며, 이것은 醱酵 과정에 있어서 혐기성균에 의한 變化라고 思料된다.

Table 2. Chemical Composition (%) of the Tuber Silage of Jerusalem Artichoke*

Day after ensiling	Concentrate added (%)	Moisture	Dry Matter basis			
			C. Protein	C. Ash	NDF	ADF
20	0	85.19 ^a	18.47 ^a	6.63	17.42 ^b	13.11 ^a
	10	78.82 ^b	19.90 ^{ac}	7.05	22.67 ^a	12.13 ^{ab}
	20	73.42 ^c	20.79 ^b	7.27	27.97 ^a	12.12 ^{ab}
	30	70.86 ^d	20.85 ^b	7.24	28.96 ^a	11.87 ^b
40	0	86.96 ^a	19.82 ^b	9.39	32.52 ^b	17.49 ^b
	10	76.15 ^{bc}	21.22 ^a	9.90	40.88 ^a	21.09 ^a
	20	72.27 ^c	21.09 ^a	8.88	34.23 ^{ab}	17.17 ^b
	30	63.86 ^d	21.70 ^a	8.76	37.25 ^a	16.82 ^b

*: Significant differences ($P < 0.05$) with different superscripts in the same column.

2. Silage의 WSC와 窒素함량

사일리지의 WSC(water soluble carbohydrate) 함량과 질소함량 및 이들의 비율에 대해서는 Table 3과 같다.

양질사일리지의 재료는 WSC 함량이 높아야 하는 것이나 돼지감자는 이의 함량이 매우 높은 것으로 25.6%(DM basis)이며 배합사료의 혼합비율이 높을수록 감소하였으나($P < 0.05$) 다른 사일리지 作物에 비하면 높은 수준으로 나타났다. 따라서 WSC가 높기 때문에 배합사료를 혼합하여 all in one silage 제조로서 적당한 재료라고 생각된다. 총질소 함량과 암모니아태 질소함량은 배합사료의 함량이 증가할수록 많아졌는데 이는 배합사료중에 함유된 조단백질 함량이 높는데(CP, 17%) 기인된 것으로

간주되며 총질소에 대한 암모니아태 질소함량도 같은 현상을 나타내고 있다.

3. pH와 유기산 함량

사일리지의 醱酵的品質의 良否가 가축 생산성과 직접적인 관계가 깊기 때문에(Waldo 등, 1973) 사일리지의 pH價와 유기산 함량을 分析하고 Flieg's score로 평가한 성적은 Table 4와 같다.

pH價는 농후사료를 혼합하므로 對照區에 비하여 높았는데($P < 0.05$) 이것은 水分함량이 높아 醋酸生成이 특별히 많은데($P < 0.05$) 원인이 있다고 생각되며 Takano 등(1975)은 고수분목초에 벚짖, Beet pulp 및 乳汁配合飼料를 혼합한 경우 pH는 3.94였으며 高(1986)는 옥수수에 糞소배합사료 20%를 혼합하였을때 pH는 4.09로서 對照區에 비하여 높

Table 3. Effects of fermentation periods and levels of concentrates on water soluble carbohydrate (WSC), total nitrogen(A), ammonium nitrogen(B) and the ratio(B/A) of Jerusalem artichoke silage*

Day after ensiling	Concentrate added	WSC (DM basis)	Total-N		B)/A) × 100 (%)
			mg/100g fresh weight		
20	0	25.55 ^a	474	64.55	13.62
	10	21.02 ^b	509	82.69	16.25
	20	22.90 ^b	523	130.15	24.88
	30	16.46 ^c	534	150.61	28.20
40	0	23.28 ^a	507	105.75	20.85
	10	18.69 ^b	546	210.10	38.47
	20	19.51 ^b	539	195.75	36.31
	30	18.31 ^b	555	259.38	46.72

*: Significant differences ($P < 0.01$) with different superscripts in the same column.

Table 4. Quality of Jerusalem artichoke silage in terms of pH and organic acids*

Day after ensiling	Concentrate added	pH	Organic acid(% of fresh wt.)				Flieg's score	remark
			Lactic	Acetic	Butyric	Toal		
20	0	3.96 ^c	5.63 ^a	1.64 ^a	0	7.27 ^a	90	Excellent
	10	4.18 ^b	6.27 ^b	1.09 ^c	0.09	7.45 ^a	90	"
	20	4.32 ^a	5.04 ^a	1.38 ^b	0.15	6.57 ^b	90	"
	30	4.39 ^a	5.07 ^a	1.34 ^b	0	6.41 ^b	90	"
40	0	4.23 ^b	5.82 ^c	0.72 ^b	0	6.54 ^b	95	"
	10	4.25 ^b	4.39 ^c	0.75 ^b	0	5.14 ^b	95	"
	20	4.23 ^b	7.66 ^b	0.77 ^b	0	8.43 ^a	95	"
	30	4.36 ^a	9.09 ^a	1.08 ^a	0	10.17 ^a	95	"

*: Significant differences ($P < 0.05$) with different superscripts in same column.

게 나타났으며 有機酸 발효를 良好하게 하였다는 보고와 일치된다.

유기산의 분석 결과를 보면 20일 저장한 사일리지는 농후사료를 10% 혼합한 경우 가장 생성이 좋았으며 ($P < 0.05$), 40일 저장한 사일리지의 경우는 20~30% 농후사료를 혼합함으로써 생성이 좋았다 ($P < 0.05$). 이와같은 결과는 돼지감자가 특별히 수용성 당함량이 높기때문에 (Conti;1953;Guiraud등, 1981) 유산발효가 잘된것으로 思料되며 20일 저장한것보다 40일 저장한 사일리지가 발효가 더욱 좋았는데 이것은 돼지감자에 농후사료를 혼합한 경우 20일 정도로는 발효가 완료되지 않았기 때문이며 Kosaric등 (1984)도 돼지감자를 20°C에서 5개월 이상 저장할 경우 저장기간이 경과할수록 총산과 유기산 함량이 증가하였다는 보고와 일치된다.

농후사료를 혼합함으로써 酪酸이 약간 생성되었으나 Flieg's 評點으로 보아 아주 우수한 품질로 평가된다.

이상의 實驗결과를 종합해 볼때 돼지감자는 사일리지 작물로서 우수하며 특히 all in one silage 의 재료로서 많이 재배 이용할 것을 권장하는 바이다.

IV. 摘 要

최근 연료용 알코올 생산과 주정 및 사료작물로서 재배되고 있는 돼지감자의 저장사료로서 사일리지 製造시험을 하기 위하여 塊莖만 담은것과 젓소 배합사료를 10, 20, 30%씩 혼합하여 실험용 1ℓ 사일로에 담았다.

저장기간별로 20일과 40일로 하였으며 사일리지의 品質을 評價하기 위하여 一般成分, pH價 ammonia態 窒素 총질소 및 유기산 분석을 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 사일리지의 성분은 配合飼料를 혼합함으로써 水分조절에 可能하였고 조단백질과 NDF 함량은 증가되었으며 ($P < 0.05$) ADF 함량은 감소되었다 ($P < 0.05$).

2. 配合飼料를 혼합함으로써 WSC 함량은 감소되었으나 ($P < 0.05$) 총질소와 암모니아태 질소함량은 증가되었다.

3. 사일리지의 발효품질로서 塊莖만으로 만든것이나 배합사료를 혼합한 사일리지 모두 잘 발효되었으나 저장기간이 길수록 유기산 발효가 좋았으며

Flieg's 評價로서 우수한 사일리지가 되었다.

綜合적으로 볼때 돼지감자는 사일리지 재료로 우수하며 젓소 배합사료를 20~30% 혼합할 경우 all in one silage로서 권장할 수 있다고 思料된다.

V. 引用文獻

1. AOAS, 1980. Official methods of analysis. Association of official Analytical chemist, Washington, D.C.
2. Barloy, J. 1965. Organic acid metabolism in Jerusalem artichoke tubers during their storage and germination. Bulletin de Societl Francaise de Physrologie Vegetale. 11:322.
3. Conti, F.W. 1953. Versuche zur gewinnung von sirup aus topinambur. Die starke., 5:310.
4. Eihe, E.P. 1976. Problems of the chemistry and biochemistry of the Jerusalem artichoke. Lativijas PSR Zinatmi Akademijas Vestis. 344:77.
5. Guiraud, J.P. Deville-Duc, T. and Glazy, P. 1981. Selection of yeast strains for ethanol production from inulin. Folia Microbiologica. 26: 147.
6. Kosaric, N., G.P. Cosentino, A. Wiczorek and Z. Duvnjak, 1984. The Jerusalem Artichoke as an agricultural crop. Biomass, 5: 1-36.
7. Lee, C.C. 1978. Jerusalem artichoke-A potential solar crop for food and energy supplies. MS theeis in Food Sci. Dept. of Eng. Kansas State Univ.
8. Masson, W. 1973. Growing jerusalem artichoke for a life time crop. Org. Gard, and Farm. (20) (6):21.
9. Takano, N., Y. Masuaoka, and T. Manda. 1975. Study on the preservation methods of low quality roughage. Bull. Natl. Grassl. Res. Inst. 7:64.
10. Waldo, D.R., J.E. Keys, JR and Gordon, 1973. Preserjation efficiency and dairy heifer response from uniwilted formic and wilted untreated silage. J. Dairy Sci. 56: 129-136.
11. 森本宏, 1971. 動物營養試驗法. 養賢堂. 319-322.
12. 須藤浩, 1971. サイレージと乾草. 養賢堂. 152-156.
13. 高永杜, 文泳植, 柳永佑. 1986. Formic acid

- 및 濃厚飼料添加가 silage의 品質에 미치는 영향. 韓畜誌 28(1): 27-32.
14. 高永柱. 1986. 濃厚飼料를 混入한 옥수수 사일리지의 品質과 飼料價値에 關한 研究. 柏春金 祥哲博士 回甲紀念論文集 177-182.
 15. 金奇哲. 1976. 돼지 감자를 利用한 酒精生産에 關한 研究. 忠北大 論文集 10: 306-313.
 16. 金暎來, 權純·, 金容斗. 1976. 最新 飼料作物. 先進文化社 332-334.
 17. 李浩鎭, 日榮一. 1981. Biomass를 이용한 代替 Energy 開發에 關한 研究. 1981年 한국과 학재단 연구보고서.
 18. 林根發, 李浩鎭. 1983a. 播種期와 刈取管理가 돼지감자 生育 및 收量에 미치는 영향. 韓草誌 4(2): 147-151.
 19. 林根發, 李浩鎭. 1983b. Energy 作物로서 돼지 감자의 Biomass 形成過程과 栽培의 特性. 서울대 농학연구 8(1): 91-101.
 20. 林根發. 1983. 甯單지의 乾物形成過程과 乾物 및 糖生産에 關한 研究. 서울대 대학원 석사논문.
 21. 林根發, 李浩鎭. 1983. Energy 作物로서 돼지 감자의 Biomass 形成過程과 栽培의 特性. 서울대 농학연구 8(1): 91-101.