

Formic Acid 添加가 보리의 生育段階別 Silage 品質에 미치는 影響

朴南培 · 郭鍾溍* · 高永杜*

株式會社 肥樂

Effect of Formic Acid Addition on the Quality of Barley Silage in Accordance with Growth Stage

N. B. Park, C. H. Kwack*, Y. D. Ko*

VILAC & Co.

Summary

This experiment was conducted to investigate the effects of formic acid addition(0.2%, 0.4% and 0.6% levels) and wilt on the quality of barley silage in accordance with growth stage, and pH and organic acid content were also analyzed. The results obtained were summarized as follows:

1. In the chemical composition of raw barley, moisture, crude protein and crude fat were decreased with advancing the maturity, but crude fiber and NFE were reversely increased. The water soluble carbohydrate content was 12.7% in the milky stage and was the highest among growth stages. It was also decreased with advancing the maturity.
2. The crude protein content of barley silage was increased by addition of formic acid and wilt treatment. ADF and NDF content were increased with advancing the maturity. ADF content was decreased in proportion to addition of formic acid.
3. pH tended to a little increase with advancing the maturity and was a little low by increasing the level of formic acid. The lactic acid content was the highest in the milky stage and in the 0.6% formic acid addition.

Based on the above results, it would be suggested that the superior quality of barley can be produced from the heading stage to the milky stage and from 0.4% to 0.6% in the level of formic acid for the making of barley silage.

I. 結 論

우리나라는 飼料用 穀物の 98%, 그리고 총배합 사료 원료의 75%를 수입에 의존하고 있어 국내사료자급도가 대단히 낮다. 뿐만 아니라 粗飼料도 거의 芻藁에 의존하고 있으나 생산량의 약 15% 정도인 116만톤 정도에 불과하여 지금은 芻藁飼料도 구하기 힘들 정도가 되었다.

이와 같은 실정에서 自給飼料의 増産과 確保가 重要하며 그렇게 되면 飼料 基盤의 확대로서 草地造

성과 積極的인 飼料作物의 導入 및 單位面積當 營養 生産 増進과 生産된 사료의 효율적인 貯藏이 더욱 중요시 된다.

따라서 silage 原料의 主要作物인 옥수수, 수수, 연 맥, 보리, 호맥등을 종래에는 靑刈하여 silage로 제 조하였으나 최근에 와서는 이들 作物의 種實이 成 熟되기를 기다려서 種實과 莖葉을 같이 담는 silage 제조방법 즉, whole crop silage의 연구가 行해지고 있다.

歐州에서 제일 먼저 whole crop silage를 제조한

*慶尙大學校 農科大學(College of Agriculture, Gyeong-sang National University)

것은 1968년 Edwards, R. A. et al.(1968)가 (1)보리의 품종과 생육시기의 영향, (2)生育時期別 보리와 보리 silage의 組成에 대하여 발표하였으며 그후 美國과 日本에서도 研究發表 되었다.

본 연구는 겨울작물로서 가장 많이 이용되고 있는 보리를 whole crop silage로 製造利用하는 데 生育時期別 成分 變化와 또 かい산을 수준별로 첨가하였을 때의 silage品質에 미치는 効果を 究明코져 실시하였다.

II. 材料 및 方法

1. silage 材料

試驗材料는 試驗포장에서 재배한 올보리를 生育段階別로 穗孕期(4. 20), 出穗期(4. 29), 乳熟期(5. 8), 糊熟期(5. 17)에 刈取하였다.

2. 供試 silo

實驗室用 silo로서 직경 9cm, 높이 30cm이고 용량이 2ℓ인 초자표본병을 이용하였다. 공기를 차단하기 위하여 고무마개를 하고 위쪽에는 내부에서 생성된 gas는 방출이 가능하나 외부공기가 들어가지 못하도록 장치하였다.

3. silage 製造

生育단계별로 刈取한 whole crops barley를 3cm 정도로 잘게 잘라서 豫乾區는 1日間 陰乾하였고 formic acid添加區는 분무기로 재료에 고르게 섞이도록 분무하여 첨가하였고 무처리구는 그냥 잘 다져넣고 分析시까지 실내에서 저장하였다.

4. 調査項目 및 方法

1) 試驗區 設定

보리의 생육단계를 4 단계로 나누어 처리하였으며 silage의 저장기간은 穗孕期것은 4월 20일~7월 20일, 出穗期: 4월 29일~7월 29일, 乳熟期: 5월 8일~8월 8일, 糊熟期: 5월 17일~8월 17일로 하고 4개월에 걸쳐 수행하였으며 實驗區 設定은 Table 1과 같다.

2) 化學成分 分析

一般成分 즉 水分, 粗蛋白質, 粗脂肪, 粗纖維 및 粗灰分은 A. O. A. C. (1980) 방법에 따라 分析하였으며 NDF(Neutral detergent fiber)와 ADF(Acid detergent fiber)는 Goering과 Van Soest(1970) 방법으로 하였고 WSC(water soluble carbohydrate)는 Anthrone法에 따라 分析하였다. Cellulose는 Maynard(1938) 방법에 따라 分析하였으며 silage의 品質評價를 위한 有機酸은 Flieg's method로 分析하여 評價하였다.

III. 結果 및 考察

1. 生産段階別 보리의 一般成分

보리를 생육단계별로 성분을 分析한 결과는 Table 2와 같다.

생육단계가 진행됨에 따라 수분, 조단백질, 조지방함량은 감소하는 경향을 나타내고 있었다. silage의 조단백질함량은 植物의 生育이 진전됨에 따라 감소하고 조섬유함량은 乳熟期에 가장 낮다고 Bolsen과 Berger(1976)가 발표하였는데 본 시험에서 조섬유함량은 出穗期에 가장 높고 生育이 진행됨에 따라 감소하는 경향이였다. 수분함량을 볼 때는 乳熟期부터 糊熟期까지가 silage製造適期로서 적당한 수분함량이었다.

조섬유함량은 穗孕期가 약 20% 정도이나 生育이 진행되므로서 증가하고 이와같은 현상은 NFE에서

Table 1. Experimental design

Treatment	Cutting stage			
	Boot	Heading	Milky	Dough
Control	3	3	3	3
Formic acid 0.2%	3	3	3	3
Formic acid 0.4%	3	3	3	3
Formic acid 0.6%	3	3	3	3
Wilt	3	3	3	3

Table 2. Chemical composition of barley in accordance with growth stages (% , DM base)

Composition Stage	Moisture	C. P	E. E	C. F	NFE	Ash	NDF	ADF	WSC	Cellulose
Boot	82.6	19.2	3.8	19.4	51.2	6.2	48.0	22.6	7.4	18.1
Heading	81.6	14.5	2.0	26.3	51.3	5.9	63.1	31.6	8.5	23.8
Milky	72.7	12.1	2.4	24.6	54.1	6.8	71.1	28.9	12.7	23.1
Dough	65.7	10.9	2.1	21.9	57.6	7.5	67.1	31.5	10.1	24.1

도 같이 볼 수 있다. 植物細胞構造物의 含量도 穗孕期는 적으나 糊熟期가 되므로서 증가하고 있다. 이러한 현상은 Bolson 등(1976) 이 밀을 생육단계별로 分析하였는 데 조단백질함량은 수잉기로부터 糊熟期로 진행됨에 따라 감소된다고 하였으며 Edward 등(1968), Polan 등(1968)도 같은 경향이라고 하였다. 이와 같은 결과는 보리의 생육기간이 진행됨에 따라 전체 생산량에 대한 곡실의 중량이 16.8%에서 45.5%로 증가하기 때문이라 하겠다.

申 등(1983)도 보리를 出穗期, 乳熟期, 糊熟期로 나누어 一般成分을 分析하였는 데 乾物含量은 각각 14.3%, 17.9%와 27.5%로서 生育이 진전됨에 따라 增加하였으며 본 시험성과 같은 경향이었다. 조섬유함량은 糊熟期보다 穗孕期和 乳熟期가 높았다고 발표하였으나 본 시험성과는 약간 相異하였다.

silage 品質에 영향을 크게 미치는 WSC(水溶性糖) 含量은 생육시기별로 차이가 많은 데 穗孕期和 出穗期는 10% 이하였으나 乳熟期부터 10% 이상이 되었는데 silage 製造에 필요한 最低수준인 10% 이상이 될려면 乳熟期和 糊熟期가 적당하다고 하겠다.

2. silage의 成分組成

生育時期별로 採取한 재료에 formic acid를 0.2%에서 0.6%까지 수준별로 첨가하거나 豫乾을 하였을 때 silage의 一般成分 및 細胞構成物質을 分析한 결과는 Table 3과 같다.

水分함량은 silage 재료보다는 生育단계에 관계없이 增加하였으며 조단백질함량은 formic acid를 添加한 것보다 豫乾을 하므로서 有効한 結果를 얻었으며 이러한 効果는 生育단계에 관계없이 같은 結果를 나타냈다. 이와 같은 結果는 Bolsen 등(1976)이 Cereal silage의 시험에서 보리의 생육단계별 성분분석한 결과와 일치하고 있다.

粗飼料의 營養價値를 더욱 알기 위하여 Van Soest의 방법으로 ADF와 NDF를 分析한 結果 全体的인 함량은 성숙이 진행됨에 따라 증가하고 있으며 formic acid의 첨가량이 증가하므로서 ADF는 감소하는 경향이었다. 즉, 발효도중에 화학적 및 미생물적인 變化를 가져와서 감소되므로 飼料의 效率를 改善한다고 생각된다.

이와 같은 결과는 Waldo 등(1975)과 Hink 등(1976)이 formic acid의 效果를 시험하기 위하여 소에게 사양시험을 실시하였는 데 formic acid를 첨가하므로서 silage의 品質은 물론 飼料效率를 改善하였다고 발표한 論文이 뒷받침 해주고 있다.

silage 제조에 있어서 WSC의 중요성은 널리 인정되고 있다. 즉, Gordon 등(1964)은 原料中에 全糖이 2% 이하로서 全糖과 粗蛋白質의 比가 0.5 이하인 경우 양질의 silage를 만들기 곤란하다고 報告하였고 Zimmer(1971)는 乳酸酸酵를 촉진하고 養分損失을 최소한으로 줄이려면 原料中 2~3%의 WSC가 필요하다고 하였다. 本試驗成績으로 보아 WSC함량은 穗孕期가 비교적 낮은 편이나 그 외의 시기에는 안전한 silage가 되었고 특히 formic acid를 0.6% 정도 첨가하므로서 效果가 높은 結果를 나타내었다.

3. silage의 醱酵品質

보리의 生育時期別 및 formic acid를 첨가하였을 때 silage의 品質을 評價하기 위하여 pH 및 有機酸을 分析한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4에서 보면 pH는 生育이 진행됨에 따라 약간 증가하는 경향이었으며 formic acid의 첨가수준이 높아짐에 따라 pH는 약간 낮아지는 경향이었다. 生育이 진행됨에 따라 pH가 증가하는 것은 Edwards(1967)의 成績과 一致된다. formic acid 添加에 對한 效果는 Devuyst 등(1972, 1973)과 Yahara

Table 3. Chemical composition of barley silage by the stage of maturity DM basis (%)

Stage	Treatment	Mois.	C. P	E. E	C. F	NFE	Ash	NDF	ADF	WSC	Cellulose
Boot	Control	85.5	19.3	6.9	28.3	38.0	7.5	54.5	40.3	3.9	29.9
	Formic 0.2%	85.8	19.5	5.4	28.5	39.8	6.8	57.3	31.2	7.7	25.2
	Formic 0.4%	85.4	19.0	4.1	21.2	48.4	7.3	46.8	28.3	9.2	20.9
	Formic 0.6%	85.2	19.4	4.5	20.8	47.9	7.4	50.6	25.2	11.9	17.9
	Wilt	79.9	20.7	5.4	21.3	44.9	7.7	51.6	29.1	12.3	21.0
Heading	Control	84.6	14.5	6.1	30.3	43.1	6.0	63.1	33.0	9.4	26.4
	Formic 0.2%	84.4	14.8	5.6	27.7	45.9	6.0	64.7	34.9	12.3	26.1
	Formic 0.4%	83.8	14.2	4.8	26.3	48.3	6.4	61.4	31.1	12.9	23.7
	Formic 0.6%	85.5	14.0	4.3	26.6	48.4	6.7	61.0	26.8	12.9	19.8
	Wilt	78.6	14.0	5.4	29.8	44.8	6.0	66.3	34.1	6.1	26.3
Milky	Control	73.3	10.7	4.9	24.2	52.4	7.8	68.3	35.3	10.1	26.9
	Formic 0.2%	74.3	11.0	5.1	25.5	51.9	6.5	63.5	32.4	5.6	27.4
	Formic 0.4%	74.9	11.6	4.7	23.9	53.3	6.5	59.9	32.3	5.9	25.8
	Formic 0.6%	77.1	11.1	5.3	24.6	53.3	5.7	59.8	31.5	6.2	24.0
	Wilt	73.2	10.7	4.0	24.5	53.5	7.3	73.1	37.1	4.1	25.3
Dough	Control	73.3	9.9	3.8	22.2	57.0	7.1	63.2	42.6	6.7	33.2
	Formic 0.2%	68.6	9.8	3.4	28.1	52.2	6.5	66.8	36.0	5.2	24.8
	Formic 0.4%	70.4	8.6	2.0	20.6	64.0	4.8	69.3	34.9	7.3	28.1
	Formic 0.6%	68.9	8.8	2.7	35.4	48.2	4.9	70.0	32.5	8.6	21.5
	Wilt	67.7	9.6	2.3	38.0	44.2	5.9	73.8	41.2	9.0	30.1

와 Nishibe (1975), Takano (1973) 등의 報告와 일치되고 있다.

有機酸함량에 있어서 乳酸含量은 生育時期가 진행함에 따라 증가하였으며 穗孕期에 1.08%에서 出穗期는 1.51%, 乳熟期, 糊熟期에는 각각 1.41%, 1.43%였다. 이와 같은 결과는 보리의 生育이 진행됨에 따라 乾物含量이 증가되며 또 乳酸醱酵도 잘 되었기 때문이라 思料된다.

보리의 豫乾에 對한 效果는 다른 作物에서와 같이 현저하게 나타났는데 이와 같은 效果는 豫乾을 하므로서 滲透壓이 증가되고 발효에 有效한 당분이 상대적으로 농축되기 때문이다. (Weise : 1967) 또한 적당히 豫乾한 silage는 유기산조성이 良好하여 營養素의 손실도 적고 乳酸이 增加되어 品質도 개선된다고 하였다. (Yamada; 1964, Weise; 1967, 高; 1966, 1967)

有機酸含量을 綜合評價한 Flieg's의 評點에서 보면 穗孕期와 出穗期가 가장 우수하며 糊熟期은 “良”

정도로 silage의 발효품질이 떨어졌다. 이와 같은 품질의 차이는 WSC함량과 水分함량에 基因되는 것으로서 그 含量의 多少가 品質에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 그러나 乳熟期과 糊熟期에도 formic acid를 添加하므로서 모두 良質의 silage를 만들 수 있다는 것을 本試驗을 통하여 알 수 있다.

이와 같은 결과는 formic acid를 添加하므로서 pH를 낮추고 細胞呼吸과 不良 Bacteria의 活動을 억제하므로서 이루어진다고 思料된다. 보리 silage 製造時 formic acid의 添加量도 0.2%~0.4% 정도가 適量의 結果로 나타났다.

IV. 摘 要

本試驗은 보리를 生育 段階別로 刈取하여 formic acid를 0.2%~0.6% 까지 3개 水準으로 添加하고 또 豫乾하였을 때 silage의 品質에 미치는 영향을 究明하고자 原料의 一般成分, 植物細胞構成物을 分析하였다.

Table 4. pH and organic acid composition of silages

Stage	Treatment	pH	Organic acid(%)				Flieg's score
			Acetic	Butyric	Lactic	Total	
Boot	Control	4.4	0.32	-	1.08	1.40	95
	Formic 0.2%	4.1	0.49	-	1.46	1.95	95
	Formic 0.4%	4.1	0.75	-	1.44	2.19	88
	Formic 0.6%	3.9	1.08	-	1.67	2.75	88
	Wilted	4.2	0.64	-	1.08	1.72	88
Heading	Control	4.9	0.57	-	1.51	2.08	95
	Formic 0.2%	3.1	0.50	-	1.66	2.16	95
	Formic 0.4%	4.1	0.50	-	1.25	1.75	95
	Formic 0.6%	4.1	1.25	-	1.08	2.33	70
	Wilted	4.8	0.49	-	1.09	1.58	88
Milky	Control	5.1	0.30	0.12	1.41	1.83	80
	Formic 0.2%	4.4	0.35	0.02	1.74	2.11	100
	Formic 0.4%	4.7	0.42	-	1.88	2.30	100
	Formic 0.6%	4.5	0.56	-	2.23	2.79	95
	Wilted	5.1	0.22	-	1.23	1.45	100
Dough	Control	5.1	0.40	0.12	1.43	1.95	75
	Formic 0.2%	4.9	0.26	0.14	1.27	1.67	80
	Formic 0.4%	4.7	0.71	-	1.03	1.74	80
	Formic 0.6%	4.6	1.04	-	1.72	2.76	83
	Wilted	5.2	0.34	-	1.71	2.05	100

또한 silage의 品質을 評價하기 위하여 製造하여 約 60일후에 pH 및 有機酸 含量을 分析한 結果로 요약하면 다음과 같다.

1. 보리의 一般成分 含量은 生育이 進行됨에 따라 水分, 粗蛋白質, 粗脂肪 含量은 감소하고 粗纖維, NFE 含量은 增加하였다. 水溶性炭水化合物 含量은 乳熟期가 12.7%로 가장 많았으며 生育이 進行됨에 따라 감소하였다.

2. silage의 粗蛋白質 含量은 formic acid를 添加하므로써 效果가 높았으며 豫乾도 좋았다. ADF와 NDF 含量은 生育이 進行됨에 따라 增加하고 formic acid의 添加量이 增加할수록 ADF는 감소하였다.

3. pH는 生育이 進行됨에 따라 약간 증가하는 경향이며 formic acid의 添加水準이 높아짐에 따라 pH는 약간 낮아졌다. 乳酸 含量은 乳熟期가 가장 많으며 0.6%의 formic acid를 添加하므로써 效果가 높은 結果를 나타내었다.

이상의 結果를 綜合해 보면 보리는 出穗期 부터

乳熟期에 刈取하는 것이 좋으며 formic acid를 添加하는 경우에는 0.4%~0.6%를 添加하므로써 良質의 silage를 生産할 수 있다고 思料된다.

V. 引用 文 献

1. A.O.A.C., 1980. Official Methods of Analysis (12th Ed.) Association of official Agricultural chemist. Washington, D.C.
2. Bolsen, K.K., L.L. Berger, K.L. Conway and J.G. Riley. 1975. Wheat, barley and corn silage for growing steers and lambs. J. Animal Sci. (submitted).
3. Bolsen, K.K. and L.L. Berger, 1976. Effect of type and variety and stage of maturity on feeding values of cereal silage for lambs. J. Animal Sci. 42(1): 168.
4. Devuyt, A., R. Arnould, M. Vanbelle, and A. Moreels. 1972. La valeur de l'acide formique

- comme conservant pour ensilage. *Revue de l'Agriculture* 25: 795.
5. Edwards, R.A., E. Donaldson and A.W. MacGregor. 1968. Ensilage of whole -crop barley. *J. Sci. of Food Agr.* 19: 656.
 6. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis, Agr. Handbook 379. A.R.S., U.S. D.A., Beltsville.
 7. Gordon, C.H., J.C. Derbyshire. H.G. Weiseman and W.C. Jacobson. 1964. Variations in initial compositions of orchardgrass as related to silage composition and feeding value. *J. Dairy Sci.* 46: 987-992.
 8. Hinks, C.E., I.E. Edwards, and A.R. Henderson. 1976. Beef production from formic acid-treated and wilted silage. *Anim. Prod.* 22: 217.
 9. Polan, C.E., T.M. Starling, J.T. Huber, C.N. Miller and R.A. Sandy. 1968. Yields, composition and nutritive evaluation of barley silage at three stages of maturity for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 51: 1801.
 10. Takano, N., S. Inoue, and T. Manda. 1973. Formic acid as an additive of high moisture grass silage. I A necessary amount of formic acid and quality of formic acid silage. *Bull. Natl. Grassl. Res. Inst.* 4: 1.
 11. Waldo, D.R., J.E. Keys, Jr., and C.H. Goldon. 1975. Paraformaldehyde compared with formic acid as a direct-cut silage preservative. *J. Dairy Sci.* 59: 922.
 12. Weise, F., 1967. Charakteristische unterschiede in der Entwicklung der Garfutterflora in Feucht- und Vorwelksilagen. Symposium Rostock. Tagungsberichte Nr. 92 der DAL, Berlin p. 92-102.
 13. Yahara, N., and S. Nishibe. 1975. A comparative effect of four organic acids on the silage fermentation of direct-cut alfalfa. *Res. Bul. Hokkaido Natl. Agric. Exp. Sta.* 111: 103.
 14. Yamado, T. and K. Takagi. 1964. The effects of wilting and sealing in making low moisture grass silage on its quality. *J. Japan Grassl. Science.* 10: 83-89.
 15. Zimmer, E. 1971. Factors affecting fermentation in silo. Technological papers presented at International silage research conference. National silo Association. 58-78.
 16. 高永杜. 1966. 材料의 水分含量이 Silage의 品質에 미치는 影響. *韓畜誌.* 8: 50.
 17. 高永杜. 1967. 青刈麥 Silage에 關한 研究. *韓畜誌.* 9: 72.
 18. 申正男. 1983. 生育時期가 Silage의 飼養價值에 미치는 影響. *韓草誌.* 4(1): 41~60.