

Sorghum-Sudan Hybrid의 生育時期와 切斷길이가 silage의 品質에 미치는 影響

崔洛玟 · 文泳植 · 高永杜

慶尙大學校 農科大學

The Effect of Maturity Stage and Particle Length of Sorghum-Sudan Hybrid on the Quality of Silage

Choe, N. M., Y. S. Moon and Y. D. Ko.

College of Agriculture, Gyeongsang Nat'l. Univ., Jinju 620, Korea.

Summary

The purpose of this study is to examine the effect of maturity stages and particle length on quality of silage made from Sorghum-sudan hybrid (Pioneer 988).

The silage was made at heading, milky, dough and yellow ripe stage and cut 1.0, 2.5, 4.0cm at each stage.

The quality of the silage was evaluated on the bases of the chemical compositions, content of organic acids, pH and $\text{NH}_3\text{-N}$ of the silage, and also the correlation between main compositions of the silage.

The results were summarized as follows;

1. The moisture content was decreased with advancing maturity, but dry matter content was increased. Crude protein was decreased with advancing maturity at the level of 12.55 percent at heading stage. Crude fiber was tended to increase.
2. The moisture content of silage was markedly decreased with advancing maturity ($p < 0.01$).
3. The pH value of silage was the lowest when particle length was 2.5cm, and there was no significant difference between particle lengths. At the yellow ripe stage, the pH value was the lowest (3.53) and at the dough stage, the pH value was the highest (4.59) ($p < 0.01$).
4. The rate of $\text{NH}_3\text{-N}$ to total-N was the highest (16.3%) at heading stage, the lowest (9.2%) at the dough stage.
5. The organic acid contents was not uniformly fixed at the particle length, but the highest quality silage was produced at yellow ripe stage as was not produced butyric acid and plenty of lactic acid was contented.
6. The correlations between pH and lactic acid ($r = -0.719$), pH and total acid ($r = -0.716$), butyric acid and Flieg's score ($r = -0.872$) were negative, respectively ($p < 0.01$). And those between lactic acid and total acid ($r = 0.990$), moisture and $\text{NH}_3\text{-N}$ ($r = 0.767$) were positive, respectively ($p < 0.01$).

I. 緒論

Sorghum-Sudan hybrid (Pioneer 988)는 Whole crops 夏季作物로서 收量性이 우수하고 silage 제조시에 水溶性 糖含量이 높아 醱酵品質에 안정을 기할 수 있으며 種實과 함께 제조할 수 있으므로 家畜에

대해 嗜好性を 높일 수 있는 利點을 가지고 있다. 그러나 Sorghum-Sudan hybrid는 기계 절단이라는 측면에서 보면 草長이 길고 줄기가 두터운 飼料作物로서 짧게 切斷하여 silage로 제조하는 것은 그렇게 용이한 것이 아니다.

그러므로, 길고 粗惡하게 切斷함으로써 埋藏密度

*慶尙大學校 大學院 畜産學科, Dept. of Animal Sci.,
**慶尙大學校 農科大學 Graduate school, Gyeongsang Natl. Univ.

가 낮게되고 공기의 배제가 어려워 良質의 silage 제조에 어려움이 뒤따르게 된다. 뿐만 아니라, 生育時期別로 水分含量 및 營養素含量에 차이가 있기 때문에 silage의 品質에 미치는 영향이 크다.

本 試驗은 生育時期別로 切斷길이를 달리하여 silage를 제조하였을 때 silage 品質에 미치는 영향을 究明하고자 silage의 水分, pH, 有機酸, ammonia 態, 窒素를 分析하여 silage의 品質을 評價하고, 이들의 相關 및 回歸關係를 考察하였다.

II. 材料 및 方法

1. Silage의 材料

本 試驗에 사용된 silage 材料는 1983年 5月 18日에 10a 당 6kg을 출뿌림한 Sorghum-Sudan hybrid (Pioneer 988)를 生育時期別로 出穗期(7/28), 乳熟期(8/8), 糊熟期(8/18) 및 黃熟期(8/28)에 刈取하여 사용하였다.

2. Silage 製造

生育時期別로 刈取한 silage 材料를 각각 1.0, 2.5, 4.0cm로 切斷길이를 달리하여 vinyl bag silo에 50kg씩 넣은 다음 진공펌프로 내부공기를 배제하고 밀폐한 후 分析時까지 室内에서 보관하였다.

3. 分析方法

試驗材料 및 silage의 一般成分은 A. O. A. C. (1980) 方法에 準하여 分析하였고, Ammonia 態 N은 森本 등(1971)의 方法, 有機酸分析은 Flieg's 法(1940)에 의해 分析하여 評價하였다.

III. 結果 및 考察

1. Sorghum-Sudan hybrid(Pioneer 988)의 生育段階別 一般成分

Sorghum-Sudan hybrid를 生育段階別로 成分을 分析한 結果는 Table 1과 같다.

生育段階가 進行됨에 따라 水分, 料蛋白質, 粗脂肪, 粗灰分함량은 현저히 감소하였으나 粗纖維함량은 出穗期에 24.7%였으나 점차 증가되어 黃熟期에는 34.8%로 약 10%가 增加되었다. 그러나 NFE함량은 生育時期에 큰 변화를 가져오지 않았다. 이와 같은 현상은 植物의 生育이 進行됨에 따라 水分과 重要 영양소 함량은 감소하고 粗纖維含量은 增加되는 것으로 Bolson 등(1976)은 밀에 대하여, 申 등(1983)과 朴 등(1984)은 보리에 대하여 生育段階別로 分析한 成績과 一致하는 傾向이었다.

Table 1. Chemical composition of grass by stage of maturity

Stage of maturity	Cutting date	Moisture (%)	DM basis(%)				
			C. Protein	E. E ²⁾	C. Fiber	Ash	NFE ³⁾
Heading	7.28	81.5	9.8	3.0	24.7	11.4	51.1
Milky	8.80	77.0	9.1	2.2	28.5	7.7	53.5
Dough	8.18	73.0	6.8	1.9	32.2	6.8	52.3
Yellow ripe	8.28	71.7	6.4	1.7	34.8	6.3	50.8

1) sorghum Sudan hybrid(Pioneer 988).

2) Crude fat.

3) Nitrgen free extract.

2. Silage의 醱酵品質

生育時期와 切斷길이를 別로 제조한 Sorghum-Sudan hybrid silage의 水分, pH, 總窒素와 Ammonia 態窒素의 含量을 分析한 結果는 다음 Table 2와 같다.

Table 2를 보면 silage의 水分含量은 生育時期別로는 生育이 進行됨에 따라 水分이 현저히 감소되었고(P<0.01), 切斷길이간에는 길이가 길수록 다소

증가하는 傾向이었다. 이와 같은 결과는 Sudweek 등(1979)이 옥수수를 切斷길이를 別로 silage를 제조하여 分析한 結果와 一致되며 生育時期別 水分함량은 申 등(1983)이 飼料作物을 刈取時期別로 제조한 시험보고와 一致하고 있다. 따라서 水分含量으로 보아서는 糊熟期와 黃熟期가 silage 製造에 알맞은 時期라고 思料된다. pH는 切斷길이를 別로는 2.5cm 切斷區가 가장 낮았으나 處理區間에 有意差는 없었다. 이

Table 2. Chemical compositions of silage by stage of maturity and particle length

Stage of Maturity Particle length (cm)	Heading				Milky				Dough				Yellow ripe			
	1.0	2.5	4.0	Mean	1.0	2.5	4.0	Mean	1.0	2.5	4.0	Mean	1.0	2.5	4.0	Mean
				a				b				c				d
Moisture(%)	80.34	81.55	81.90	81.26	75.67	76.80	77.24	76.60	72.22	73.43	73.78	73.14	69.97	71.18	71.53	70.89
				BCb				Bb				Cb				Aa
pH	4.49	4.47	4.60	4.52	44.25	4.23	4.36	4.28	4.56	4.54	4.67	4.59	3.51	3.48	3.61	3.53
				a				a				a				b
Total-N ¹⁾	372.2	369.8	369.8	370.6	375.6	373.2	376.2	375.2	373.2	376.9	374.4	374.8	367.9	365.6	365.5	366.3
				Cb				Ba				Aa				ABa
NH ₃ -N ²⁾	6.4	62.4	58.8	60.5	44.1	46.1	38.4	42.9	35.8	37.8	30.1	34.6	41.0	43.0	35.3	39.7
2)/1)×100	16.2	16.9	15.9	16.3	11.7	12.3	10.3	11.4	9.5	10.1	8.0	9.2	11.1	11.8	9.7	18.8

* There are no significant differences between the means the capital letters(P<0.05) and the same small letters(P<0.01).

1) mg per fresh matter of 100g.

2) mg per fresh matter of 100g.

러한 경향은 Takano 등(1982)이 옥수수과 수수를 재료로 하여 0.5, 1.0, 2.0cm로 각각 切斷하여 silage로 제조하였을 때의 報告와 Uchida 등(1971)이 Italian ryegrass를 1, 2, 3, 5, 10cm와 無切斷으로 각각 silage를 제조하였을 때 silage의 pH와 같은 경향이였다. 그러나 Uchida 등(1980)이 재료를 6.0cm, 1.5cm 그리고 1.5cm로 切斷한 재료를 파쇄하여 silage를 제조했을 때의 pH는 각각 5.60, 4.41, 3.92로 나타났다는 報告와는 상당한 차이가 있었다.

生育段階別로 silage의 pH를 살펴보면 黃熟期가 3.53으로 가장 낮게 나타났으며, 乳熟期, 出穗期, 糊熟期の 順으로 높아졌으나 出穗期와 乳熟期, 糊熟期間, 乳熟期와 糊熟期間에는 有意差가 없었고, 黃熟期와 他熟期들 간에만 有意差가 있었다 (P<0.01). 이와 같은 結果는 Sutoh 등(1972)이 靑새귀리를 生育時期別로 silage를 제조 시험한 結果와 一致되나 (1966), Ebdwards (1967), Takano 등(1970), 申 등(1983), 朴 등(1984)이 silage 재료의 生育이 進行됨에 따라 silage의 pH가 높아졌다는 報告와는 상당한 차이가 있었다. 이것은 silage의 재료에 따라 발효에 차이가 있을 뿐 아니라 pH의 변화도 相異하다고 생각된다. Breirem 등(1954)은 良質의 silage를 pH로 評價할 때 4.2 이하라고 하였는데 본 시험성적으로 볼 때 切斷길이에 관계없이 黃熟期가 良質의 silage로 評價되었다.

Silage의 新鮮物中 Total-N含量은 切斷길이別로

는 크게 差가 없었으며 生育時期別로는 黃熟期가 366.3mg으로 他熟期에 比하여 가장 높았다 (p<0.01)

이와 같은 結果는 Uchida 등(1971)이 Italian ryegrass를 切斷길이別로 시험한 성적과 비슷한 경향이였다.

Ammonia 態 N의 含量은 糊熟期에 30~38mg으로 가장 낮게 나타났고 出穗期는 59~62mg으로 가장 높게 나타났으며 (P<0.01), 切斷길이別로는 2.5cm로 切斷한 것이 제일 많고 4.0cm로 절단한 것이 가장 낮았으나 有意差는 없었다.

Total-N에 대한 Ammonia 態 N의 비율은 生育이 進行됨에 따라 점차 감소하는 경향을 보이고 있으며 특히 糊熟期가 8~10%로 가장 낮게 나타났고 出穗期가 16~17% 정도로 가장 높게 나타났다. 따라서 이들 비율로 볼 때에 切斷길이에 관계없이 糊熟期에 제조하는 것이 좋은 品質의 Silage로 높게 評價되었다(Nilsson, 1956).

3. Silage의 有機酸含量

Flieg法으로 分析한 silage의 有機酸含量과 品質을 評價한 結果는 Table 3과 같다.

Table 3에서 보면 silage의 有機酸含量은 黃熟期가 乳酸과 總酸의 含量이 각각 평균 1.97과 2.23%로 가장 많고 酪酸은 전혀없어 切斷길이에 관계없이 가장 좋은 品質로 評價되었다. 그러나 生育時期와 切斷길이가 有機酸조성에 미치는 영향에 대하여

는 일관성 있는 성적이 아니었다.
이와 같은 결과는 Zimmer (1962), Baxter 등 (19

66), 朴 등(1984)의 報告와는 상당한 차이를 보이고 있다.

Table 3. Organic acid of silage by stage of maturity and particle length

Stage of maturity	Particle length (cm)	Organic acid*				Flieg's score	Remark
		Acetic	Butyric	Lactic	Total		
Heading	1.0	0.25	0.02	1.27	1.54	85	Very good
	2.5	0.17	-	0.50	0.67	95	Excellent
	4.0	0.28	-	1.06	1.34	95	Excellent
Milky	1.0	0.28	0.09	1.80	2.12	85	Very good
	2.5	0.14	-	1.73	1.87	100	Excellent
	4.0	0.09	0.17	0.77	1.03	70	Good
Dough	1.0	0.09	-	1.98	2.07	100	Excellent
	2.5	0.12	0.06	0.79	0.97	80	Very good
	4.0	0.05	0.04	0.60	0.69	80	Very good
Yellow ripe	1.0	0.21	-	1.80	2.01	100	Excellent
	2.5	0.43	-	2.52	2.95	100	Excellent
	4.0	0.14	-	1.58	1.72	100	Excellent

* % of fresh silage.

4. Silage 主要成分内の 相關關係

Silage 品質에 影響이 큰 主要成分을 分析하여 그 成分間의 相關關係를 求한 結果는 Table 4와 같다.

Table 4에서 보는 바와 같이 silage의 水分含量과 Ammonia 態-N間, 乳酸과 總酸間에는 正의 相關($r = 0.767 \sim 0.990$)이 있었고($P < 0.01$), pH와 乳酸, 總酸間, 酪酸과 Flieg's score 사이에는 負의 相關($r = -0.872 \sim -0.716$)이 있었다($P < 0.01$).

이러한 結果는 Ataku(1982)의 報告와 一致된다.

또한 水分과 pH, 總酸과 酪酸, 乳酸과 Flieg's score, 總酸과 Flieg's score 사이에 正의 相關이 있었고($P < 0.05$), 水分과 乳酸, pH와 Flieg's score 間에는 負의 相關이 있었다($P < 0.05$).

5. Silage 의 主要成分間的 回歸關係

Sorghum-Sudan hybrid silage 의 品質에 影響이 큰 主要成分間의 相關關係에서 有意差가 인정된 相關關係機에 對하여 回歸方程式을 求한 結果는 Table 5 와 같다.

Table 4. Correlation coefficients between the physiochemical properties of silage

	A	B	C	D	E	F	G	H
A. Moisture	-							
B. pH	0.609*	-						
C. Acetic acid	-0.047	-0.491	-					
D. Butyric acid	0.0982	0.398	-0.320	-				
E. Lactic acid	-0.614*	-0.719**	0.554	-0.353	-			
F. Total acid	-0.572	-0.716**	0.647*	-0.301	0.990**	-		
G. Flieg's	-0.243	-0.635*	0.384	-0.872**	0.630*	0.579*	-	
H. Total-N	0.082	0.624*	-0.354	0.382	-0.112	-0.130	-0.462	-
I. NH ₃ -N	0.767**	0.216	0.375	-0.205	-0.199	-0.143	0.184	-0.212

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

Table 5에서 보면 pH, Butyric acid, Lactic acid와 Total acid 중 한 성분만 알게되면 Flieg's 의

評點을 알 수 있어 silage의 品質을 推定할 수 있다.

Table 5. Regression equation between the main properties of silage

Independent variable (X)	Dependent variable (Y)	Regression equation
1. Moisture	pH	$Y = 0.066 * X - 0.801$
2. Moisture	Lactic acid	$Y = 8.30 - 0.091 * X$
3. Moisture	NH ₃ - N	$Y = 1.960 ** X - 103.8$
4. pH	Lactic acid	$Y = 5.530 - 0.983 ** X$
5. pH	Total acid	$Y = 6.024 - 1.049 ** X$
6. pH	Flieg's score	$Y = 151.3 - 14.3 * X$
7. pH	Total - N	$Y = 152.5 + 55.0 * X$
8. Acetic acid	Total acid	$Y = 0.814 + 4.186 * X$
9. Butyric acid	Flieg's score	$Y = 96.2 - 172.3 ** X$
10. Lactic acid	Total acid	$Y = 0.129 + 1.062 ** X$
11. Lactic acid	Flieg's score	$Y = 0.129 + 1.062 ** X$
12. Total acid	Flieg's score	$Y = 76.7 + 8.89 * X$

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

IV. 摘要

本研究은 Sorghum-Sudan hybrid를 生育時期別로 切斷길이를 달리하여 silage를 제조하였을 때 이들이 silage의 品質에 미치는 영향을 究明하고자 실시되었다. 出穗期, 乳熟期, 糊熟期, 黃熟期에 刈取하여 各 生育時期別로 切斷길이를 1.0, 2.5, 4.0cm로 하여 silage를 제조한 후 silage의 一般成分, 有機酸含量, pH 및 Ammonia態 N를 分析하여 silage의 品質을 評價하고, 主要成分間의 相互關係를 分析한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 生育이 進行됨에 따라 水分含量은 감소되어 乾物含量이 增加되었다. 粗蛋白質含量은 出穗期에 12.55%에서 生育이 進行됨에 따라 감소하였고, 粗纖維는 增加하는 現象이었다.

2. Silage의 水分含量은 生育이 進行됨에 따라 현저히 감소되었다 ($P < 0.01$).

3. Silage의 pH는 2.5cm로 切斷한 것이 가장 낮게 나타났으나 有意差는 없었고 黃熟期가 3.53으로 가장 낮았으며 糊熟期가 4.59로 가장 높았다 ($P < 0.01$).

4. Total-N에 對한 Ammonia態 N의 비율은 出穗期가 16.3%로 가장 많고 糊熟期는 9.2%로 가장 적었다.

5. 有機酸含量은 切斷길이別로는 일정치 않으나 黃熟期가 乳酸은 많고 酪酸이 없어 가장 良質의 silage를 만들 수 있는 것으로 나타났다.

6. pH와 乳酸 ($r = -0.719$), 總酸 ($r = -0.716$)間과 酪酸과 Flieg's score ($r = -0.872$)間에는 負의 相關이 있었고 ($P < 0.01$), 乳酸과 總酸 ($r = 0.990$), 水分과 ammonia態 N ($r = 0.767$)間에는 正의 相關이 있었다 ($P < 0.01$).

V. 引用文献

1. A.O.A.C. 1980. Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C.
2. Ataku, K. 1982. The role of Nitrate in silage fermentation and its significance. J. Coll. Dairying, 9: 209-319.
3. Baxter, H.D., J.R. Owen and D.R. Waldo. 1966. Effect of laceration of chopped forage on preservation and feeding value of alfalfa orchardgrass silage. J. Dairy Sci. 49: 1441-1445.
4. Bolson, 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.

5. Breirem, K. and Ola Ulvesli. 1954. Meld. Norg. LandhrHogsk 34: 373-479.
6. Edwards, R.A., B. Donaldson and A.W. MacGregor. 1967. Ensilage of whole crop barley. J. Sci. of Food Agri. 19: 656.
7. Flieg, O. 1940. Ztschr. F, Tierern. J. Futtermittelk. 3: 53.
8. Nilsson, R. 1956. (Quoted in) Herbage Abstracts. 30: 1-8.
9. Sudweek, E.H., L.D. Ely, and L.R. Sisk. 1979. Effect of particle size of corn silage on digestibility and rumen fermentation. J. Dairy Sci. 62: 292-296.
10. Sutoh, H., S. Uchida, and K. Miyake. 1972. Studies on silage-making. The Sci. Reports of the Faculty of Agri. Okayama Univ. 40: 25-33.
11. Takano, N. and I. Masuda. 1982. Studies on the preservation of whole-crop silage. II. Effect of the harvesting method and cutting length with corn and sorghum on silage quality. Bull. Natl. Grassl. Res. Inst. 22: 69-73.
12. Takano, N. and Y. Yamashita. 1970. Studies on the various affecting the qualities of grass silage. II. Effects of growth stage on the silage quality, digestibility and nutrients intake. J. Japan Grassl. Sci. 16: 22-28.
13. Uchida, S., H. Sutton, and K. Shibata. 1971. Studies on silage-making. The Sci. Reports of the Faculty of Agri. Okayama Univ. 61-73.
14. Uchida, S., M. Uchida, and T. Horigome. 1980. The changes of nitrate nitrogen in silage-making. The Sci. Reports of the Faculty of Agri. Okayama Univ. 55: 1-6.
15. Zimmer, E. 1962. Garfutter bereitung in Futterbauebetrieb Landbauforschung Volkenrode. 12: 80-82.
16. 森木宏監修. 1971. 動物營養試驗法. 養賢堂.
17. 高永柱. 1966. 材料의 水分含量이 silage品質에 미치는 影響. 韓畜誌. 8: 50.
18. 朴南培, 郭鍾滢, 高永柱. 1984. Formic acid添加가 보리의 生育段階別 silage 品質에 미치는 影響. 韓畜誌. 4(3): 214~219.
19. 朴聖炫. 1984. 現代試驗計劃法. 大英社.
20. 申正男, 尹益錫. 1983. 生育時期가 silage의 飼養價値에 미치는 影響. 韓草誌. 4(1): 41~60.