

エンシレージの成分と品質に関する研究

(第4報) アンモニヤ態窒素含量と品質について

須藤 浩・内田 仙二

Studies on the Chemical Composition and Quality of Silage.

IV. On the Ammoniacal Nitrogen Content and Quality.

Hiroshi SUTOH and Senji UCHIDA

In order to find the relationship between the quality of silage and its constituents, especially ammonia nitrogen content, samples of silage obtained from dairymans at Tsuyama city, Okayama prefecture in Japan, were analyzed.

In each sample, the moisture content, total nitrogen, and ammonia nitrogen as well as pH value were determined by the usual method.

The following are some of the results obtained:

It was found that the mean value of the dry matter of these samples was 21.61 ± 4.90 per cent.

The mean value of ammonia nitrogen content was 334.4 ± 170.5 mg per cent.

A significant negative correlation, $r = -0.615$, was found between the pH value and the lactic acid content ($p < 0.001$).

Significant positive correlations were found between the pH value and the ammonia nitrogen content of the silages; and they are shown in the following table:

	<i>n</i>	<i>r</i>	$ t $	<i>p</i>
pH values and ammonia-N content (Chinese milk-vetch silages)	46	+ 0.564	4.536	$p < 0.001$
pH values and ammonia-N in per cent. of total N (Chinese milk-vetch silages)	46	+ 0.788	8.479	$p < 0.001$

The regression equation was $y = 11.27x - 33.43$, where $x = \text{pH value}$ and $y = \text{ammonia nitrogen in per cent. of total nitrogen}$.

It was found that the ammonia nitrogen in per cent. of the total nitrogen was an important, if not the sole, criterion for deciding the quality of silage.

The results of pH measurements with Tōyōroshi pH-test paper were compared with those obtained with Iio's glass electrode pH-meter. The application of pH-test paper for the estimation of pH value of silage seems to give significantly lower values than that of the pH-meter (Difference 0.1; $p < 0.001$).

The results of estimation of moisture in silages by means of an oven-drying method were compared with those obtained with the distillation method. The results obtained by the former method were always higher than those by the latter method.

緒 言

著者らの一人須藤は、さきにエンシレージのpH値と有機酸含量との関係、一般成分と品質との関係¹⁾²⁾などについて報告したところであるが、本報では、品質に関係深い一因子と考えられているアンモニヤ態窒素含量と品質との関係、エンシレージのpH値測定における電氣的測定(ガラス電極)とpH試験紙による測定との比較、水分定量における蒸溜法と乾燥法の比較を行つた実験結果について述べる。

I. 実験材料及び方法

材料は昭和32年(1957年)岡山県津山市の酪農家が生産したもので、1958年1月28日なるべく空気に触れない部分を注意深く採取し、ポリエチレンの袋に密封し(約1kg)、これを冷蔵庫内に格納し、可及的変化しないように注意し、分析用に供した。

pH値の測定は、100gのエンシレージ試料をとり、100mlの蒸溜水を加え³⁾、よく攪拌し、12時間以上放置し、これを乾燥濾紙で濾過し、pHメーター(ガラス電極)をもつて測定した。なお同時にpH試験紙(東洋濾紙会社製)をもつて、測定し、その差を考察するための資に供した。

水分はトルオール蒸溜法により⁴⁾、全窒素の定量はキールダール法、アンモニヤ態窒素は酸化マグネシウム法⁵⁾によつた。なお一部の試料については、有機酸の定量⁶⁾ならびに、乾燥法による水分の定量法を行つた。

品質はアメリカ酪農科学協会委員会の標準⁷⁾のpH値及びアンモニヤ態窒素の比率を対照して評価した。また一方 ARCHIBALD 氏等⁸⁾の良質エンシレージの条件のうち、アンモニヤ態窒素含量のみを対象に考察した。

II. 実験結果及び考察

分析の結果を示せば Table 1~6 のとおりである。

Table 1. Silages of Chinese Milk-Vetch.

No.	Dry Matter	pH		Total Nitrogen	Crude Protein	NH ₃ -N	NH ₃ -N (On the Dry Basis)	NH ₃ -N T.N. 100	Date of Ensiling	Silos	Subsidence of Silage Mass in Silo	Observation	
		pH-Meter	pH Test Paper									mg%	%
434	21.0	3.74	3.6	530.8	3.32	33.6	160.0	6.3	May 18 21	5×8.7	33	a	
401	21.6	3.79		652.1	4.08	61.7	285.6	9.5	"	5.3×7.5	30	a	d
487	25.6	3.80	3.7	740.0	4.63	74.5	293.3	10.0	" 23	6×10	46	a	d
417	14.8	3.82	3.8	557.8	3.49	59.6	402.8	10.7	Apr. 29	5×8	31		w
416	15.0	3.85	3.8	493.1	3.08	59.3	395.3	12.0	May 10 15	6×12	33	m	d
486	24.0	3.85	3.8	415.0	2.59	49.5	206.3	11.9				a	d
454	23.6	3.85	3.8	643.3	4.02	120.5	510.5	18.7	June 6	6×8	31		d
406	20.0	3.88	3.8	792.0	4.95	108.1	540.5	13.6	" 10	7×6.5	28		w
489	16.0	3.88	3.8	405.3	2.53	45.7	285.6	11.3	" 2	5×10	43	a	c
414	27.0	3.89	3.8	741.5	4.63	89.6	331.9	12.1	May 16	5×6	33	s	d
405	20.6	3.89	3.8	551.8	3.45	90.0	403.7	16.3	" 25	5×9	31	s	w

421	21.0	3.89	3.6	551.5	3.45	51.1	243.3	9.3	//	15, 19 25, 30	5×6	25	<i>a</i>	
418	17.0	3.90	3.8	545.9	3.41	57.1	335.9	10.5	Apr.		5×8	28		
410	22.0	3.95	3.9	431.3	2.70	50.7	230.5	11.8	May	15	5×9.5	21	<i>w</i>	
456	17.0	3.95	3.6	475.3	2.97	39.6	232.9	8.3	//	20	5×9	22	<i>s</i>	<i>d</i>
467	27.6	3.98	3.9	502.0	3.14	79.2	287.0	15.8	//	20	5×7.5	28		
504	28.0	3.98	4.0	787.6	4.92	83.7	298.9	10.6	//	7	5×8	38	<i>s</i>	<i>d</i>
407	21.8	3.99	3.9	634.4	3.97	86.7	397.7	13.7	//		5×8	39	<i>a</i>	
483	24.0	3.99	3.9	907.3	5.67	101.5	422.9	11.2	//	10	5×8	31		<i>d</i>
464	23.0	3.99	4.0	599.4	3.75	79.9	347.4	13.3	//	25	5×10	30	<i>a</i>	<i>d</i>
409	20.4	4.01	3.9	628.4	3.93	96.7	474.0	15.4	//	10 15 20	5×8	28	<i>a</i>	<i>w</i>
436	23.5	4.02	3.9	710.5	4.44	70.1	298.2	9.9	//	15 24	5×10	10	<i>s</i>	
404	20.0	4.02	—	652.9	4.08	98.2	491.0	15.0	//	15	5×9	18	<i>m</i>	<i>w</i>
437	20.0	4.05	4.0	573.1	3.58	45.4	227.0	7.9	//	5	5×8	39	<i>a</i>	<i>w</i>
438	18.0	4.08	4.0	693.1	4.33	69.2	384.4	10.0	//	26	5×9	41	<i>s</i>	<i>w</i>
449	20.0	4.09	—	566.8	3.54	66.7	333.5	11.8	//	10	5×8	27	<i>s</i>	<i>db</i>
435	24.0	4.10	3.8	677.1	4.23	54.3	226.3	8.0	//	22 24	5×8.5	30	<i>s</i>	<i>d</i>
503	26.6	4.10	4.0	740.3	4.63	83.7	314.7	11.3					<i>s</i>	<i>d</i>
403	20.0	4.10	—	521.0	3.26	82.3	411.5	15.8	May	5	3×9	14	<i>a</i>	<i>w</i>
451	23.8	4.12	3.6	793.7	4.96	93.2	391.6	11.7	//	20	6×6	25		<i>d</i>
448	29.0	4.20	—	903.3	5.65	90.6	312.4	10.0	//	15	5×6	33	<i>s</i>	<i>d</i>
429	23.0	4.25	4.4	664.9	4.16	95.0	413.0	14.3	//	25	6×7	44	<i>a</i>	<i>d</i>
474	16.0	4.37	4.2	460.4	2.88	131.9	824.4	28.7	//	20	5×8	27		<i>w</i>
452	32.0	4.40	4.4	955.7	5.97	152.5	476.5	16.0	//	10 15 21	5×7.7	38		<i>d</i>
462	18.0	4.40	4.3	458.9	2.87	83.7	465.0	18.2	//	10 20 25	5×9	41		<i>w</i> <i>db</i>
420	26.0	4.45	4.0	911.7	5.70	168.3	416.5	11.9	//	20	5×9	46	<i>a</i>	<i>d</i>
430	30.8	4.50	4.2	572.4	3.58	123.2	400.0	21.5	June	1 8	6×6	18	<i>a</i>	<i>d</i>
419	24.8	4.50	4.4	689.4	4.31	119.1	480.3	17.3	May	10	6×8	40	<i>s</i>	<i>db</i>
478	30.4	4.70	4.5	644.0	4.03	127.8	420.4	19.8	//	25	5×8	37	<i>a</i>	<i>d</i>
402	22.0	4.71	4.7	415.0	2.59	99.2	450.9	23.9	//	10 18	6×10	22	<i>am</i>	<i>w</i> <i>db</i>
460	25.0	4.82	4.4	868.6	5.43	139.5	558.0	16.1	//	16	5×7	46	<i>s</i>	<i>w</i> <i>db</i>
425	15.6	4.82	4.8	479.4	3.00	125.6	875.2	26.2	//	12	5×8	56		
423	19.0	4.90	4.6	463.5	2.90	95.9	504.7	20.7	//	15	5×8	56	<i>s</i>	
510	25.0	4.91	4.9	561.5	3.51	101.5	404.2	18.1	//	25	5×8	44	<i>s</i>	<i>db</i>
415	16.0	4.94	4.8	326.5	2.04	94.0	587.5	28.8	//	10	7×9	50	<i>s</i>	<i>w</i>
411	24.0	5.30	5.1	472.2	2.95	92.8	386.7	19.7	//	10~	5×7	56	<i>am</i> <i>of</i>	

Notes. *m*: mild, pleasing, *a*: acid, mild, *am*: ammoniac, *of*: offensive, *ccm*: compost, *d*: dry, *db*: dark brown, *s*: sour, *w*: wettish, *sl*: slimy

Table 2. Silages of Mixtures of Chinese Milk-Vetch and Green Oat.

No.	Dry Matter	pH		Total Nitrogen	Crude Protein	NH ₃ -N	NH ₃ -N (On the Dry Basis)	NH ₃ -N T. N. 100	Date of Ensiling	Silos	Subsidence of Silage Mass in Silo	Observation	
		pH-Meter	pH Test Paper									mg%	%
480	18.0	3.65	3.5	482.7	3.02	40.8	226.7	8.4	May 25	Shaku 5×8	50	s	w
444	22.0	3.69	3.6	546.6	3.42	58.3	265.0	10.7	" 20	5×8	37	s	d db
482	23.6	3.75	3.8	507.2	3.17	58.8	249.2	11.5	" 18 June 6	5×8	25	s	d
497	21.0	3.80	3.7	449.9	2.81	41.8	199.0	9.3	May 19 21	5×10	8	a	d
479	20.0	3.80	3.7	494.6	3.09	45.8	225.0	9.3	" 18 22 25	5×9	28	s	w
506	22.0	3.82	3.8	475.2	2.97	43.2	196.4	9.1	" 17	5×10		s	
471	20.0	3.90	3.8	395.5	2.47	48.0	240.0	12.1	" "	5×8	37	a	d
431	22.0	3.95	4.0	593.2	3.71	75.2	341.8	12.6	" 20	5×8	31	a	d
494	22.4	3.95	3.9	464.8	2.91	39.2	175.0	8.4	" "	5×10	32		w db
432	17.5	3.97	4.0	548.1	3.43	61.0	348.6	11.1	" "	5×9	53	s	w
439	22.0	3.99	4.0	486.5	3.01	33.7	153.2	7.0	" 16 21 24	5×10	12	a	d
441	24.0	3.99	3.8	696.6	4.35	94.4	393.3	13.5	" "	5×8	37	s	db
459	19.0	4.02	3.8	782.6	4.89	61.4	323.1	7.8	" 5 9 13	5×10	30	s	w
485	20.0	4.05	4.0	278.1	1.74	51.8	259.0	18.6	" 20 22	5×10	15	a	
453	19.8	4.09	4.2	510.6	3.19	46.6	235.3	9.1	" 14 20 23	5×10	30		w
495	18.2	4.15	4.1	220.1	1.38	32.7	179.7	14.9	" 15	5×8	31		w
496	38.0	4.25	4.1	1174.3	7.34	58.5	127.6	5.0	" 12	5×9	16	a	d
450	26.0	4.26	3.8	799.3	5.00	74.6	286.9	9.3	" 10	5×8	44	s	w
426	21.0	4.26	4.2	557.1	3.48	62.7	298.6	11.3	" 18	5×8	39		
481	18.4	4.30	4.2	484.2	3.03	80.2	435.9	11.6	" 17 24	5×10	31		w
493	17.6	4.30	4.0	424.7	2.65	38.2	217.0	9.0	" 15	5×9	22		
463	13.0	4.32	4.3	586.0	3.66	110.2	847.7	18.8	" 20 30	5×7	36	s	w db
433	15.2	4.77	4.6	316.4	1.98	57.7	379.6	18.2	" 18	5×8	25	com	
484	14.0	4.82	4.8	484.9	3.03	94.0	671.4	19.4	" 20	5×8	56		w db
507	17.2	4.88	4.7	409.8	2.56	62.5	363.4	15.2	" 19 21	5×10	13	s	w
446	20.0	4.99	—	292.1	1.83	41.7	208.5	14.3	" 16	6×6	37	am	
413	17.0	5.00	5.0	551.8	3.45	119.2	701.2	21.6	" 15	5×5.5	18	a	
447	16.0	5.07	—	263.0	1.64	103.2	645.0	39.2	May 10 July "	5×10	25	s	db
443	21.6	5.52	—	544.6	3.40	146.0	675.9	26.8	May 10	5×10	30	s	w db

Table 3. Silages of Green Oat.

No.	Dry Matter	pH		Total Nitrogen	Crude Protein	NH ₃ -N	NH ₃ -N (On the Dry Basis)	NH ₃ -N T.N. 100	Date of Ensiling	Silo	Subsidence of Silage Mass in Silo	Observation	
		pH-Meter	pH Test Paper									mg%	mg%
476	19.0	3.75	3.6	290.0	1.81	18.8	98.9	6.5	May 20	5 × 8	50	a	d
501	22.5	3.82	3.8	535.6	3.35	34.1	151.6	6.4	" 15	5 × 10	43	a	
491	23.1	3.95	3.8	333.9	2.09	55.3	239.4	16.6	" 20			a	w
473	22.0	3.97	3.8	335.4	2.10	41.6	189.1	12.4	" 30	5 × 3	36	a	w db
466	26.0	3.97	3.8	307.9	1.92	20.5	78.9	6.6	" 23	5 × 7.5			d
469	19.6	4.08	4.0	397.1	2.48	57.5	293.4	14.5	"	5 × 9	25	a	
472	20.0	4.10	4.0	274.4	1.72	24.8	124.0	9.0	" 24	5 × 8	19	a	db
458	16.0	4.22	4.0	382.3	2.39	25.8	161.2	6.8	" 10	5 × 9	22	com	w
428	17.0	4.28	4.2	283.8	1.77	38.6	227.1	13.6	" 19	5 × 9.5	22	a	d
412	19.0	4.69	4.6	301.9	1.80	58.8	309.5	19.5	" 25	5 × 6.5	63	s	
455	15.0	4.75	4.7	298.2	1.86	87.7	584.6	29.4	" 13	4 × 8	25	com	w
408	16.4	4.89	4.8	382.2	2.39	109.5	682.6	28.7	" 28 29	6 × 8	55	com	sl w db

Table 4. Various Silages.

No.	Material	Dry Matter	pH		Total Nitrogen	Crude Protein	NH ₃ -N	NH ₃ -N (On the Dry Basis)	NH ₃ -N T.N. 100	Date of Ensiling	Silo	Subsidence of Silage Mass in Silo	Observation	
			pH-Meter	pH Test Paper									mg%	mg%
490	Chinese Milk-Vetch, and Green Maize	20.5	3.92	3.8	535.5	3.35	70.8	345.4	13.2	May 20	5 × 10	10		d
511	Sweet Potato Vine	16.0	3.95	3.9	296.0	1.85	19.0	118.7	6.4	Oct. 15	5 × 9	28		
500	Green Oat, Chinese Milk Vetch, and Green Maize	26.5	3.96	3.8	556.4	3.48	74.4	280.7	13.4	May 18 22 Aug. 20	5 × 10	5	a	d
488	Chinese Milk Vetch, Green Oat, and Italian Rye grass	21.0	4.20	4.0	267.8	1.67	25.9	123.3	9.7	May 25	5 × 10	22		
505	Chinese Milk-Vetch, and Green Maize	23.9	4.30	4.2	710.2	4.44	69.6	291.2	9.8	May 24	5 × 7.8	36		
498	Green Maize and Green Oat	18.0	4.50	4.3	272.9	1.71	147.7	280.7	17.5	May 10 Aug. 15	5 × 8	21		d
470	Green Oat, Chinese Milk-Vetch and Wild Plants	20.0	4.87	4.8	549.5	3.43	117.8	589.0	21.4	June 10	5 × 8	44		
509	Chinese Milk-Vetch and Green Wheat	14.0	4.90	4.8	373.3	2.33	97.5	696.4	26.1	May 15	5 × 8	25	s	am w
457	Chinese Milk-Vetch, Green Oat and Others	18.0	5.40	5.2	322.6	2.02	92.6	514.4	28.7	May 18 21 26	5 × 9	31	s	w

Table 8. Ammonia Nitrogen Content of Silages (mg%).

Silages	<i>n</i>	Notes	Maximum	Minimum	Mean	S. D.
Chinese Milk-Vetch	46	{ Fresh	152.5	33.6	87.0	27.1
		{ Dry	824.4	160.0	395.0	133.6
Chinese Milk-Vetch and Green Oat	29	{ Fresh	146.0	32.7	64.3	28.7
		{ Dry	847.7	127.6	341.4	195.5
Green Oat	12	{ Fresh	109.5	18.8	43.8	28.9
		{ Dry	682.6	78.9	237.6	189.3
Various Silages	9	Fresh	117.8	19.0	67.4	10.0
Wild Plants and Others	8	Fresh	116.1	42.3	80.0	27.4
Green Maize	6	{ Fresh	76.5	9.5	43.9	24.9
		{ Dry	450.0	41.4	239.5	141.8

Table 8 からレンゲソウエンシレージと、そのエンバクとの混合エンシレージ、ならびにエンバクエンシレージの比較を行えば、Table 9 のとおりである。

Table 9. A Comparison of Ammonia Nitrogen Content (On the dry matter basis).

Silages	<i>n</i>	Mean	S. D.	Difference	<i>t</i>	<i>p</i>
Chinese Milk-Vetch	46	mg% 395.0	mg% 133.6	mg% 53.6	1.388	<i>p</i> > 0.05
Chinese Milk-Vetch and Green Oat	29	341.4	195.5			
Chinese Milk-Vetch	46	395.0	133.6	157.4	3.247	<i>p</i> < 0.01
Green Oat	12	237.6	189.3			
Chinese Milk-Vetch and Green Oat	29	341.4	195.5	103.8	1.522	<i>p</i> > 0.05
Green Oat	12	237.6	189.3			

この結果は一般的には、レンゲエンシレージは、青刈エンバクエンシレージに比較してアンモニア態窒素含量の多いことを示すものであるが、レンゲにエンバクを混合した場合には、その差が、はつきりしない。

これらの試料についての、pH値の平均と分布はTable 10 のとおりである。

Table 10. Means of pH Values.

Silages	<i>n</i>	Maximum	Minimum	Mean	S. D.
Chinese Milk-Vetch	46	5.30	3.74	4.15	0.38
Chinese Milk-Vetch and Green Oat	29	5.52	3.65	4.43	0.49
Green Oat	12	4.89	3.75	4.21	0.37
Various	9	5.40	3.92	4.43	0.51

Wild Plants and Others	8	5.30	4.08	4.66	0.35
Green Maize	6	5.04	3.70	4.60	0.16
Total	110	5.52	3.65	4.28	0.43

今前3種についてその値の比較を行えば Table 11 のとおりである。

Table 11. A Comparison of pH Values of Silages.

Silages	<i>n</i>	Mean	S. D.	Difference	<i>t</i>	<i>p</i>
Chinese Milk-Vetch	46	4.15	0.43	-0.28	2.565	<i>p</i> < 0.02
Chinese Milk-Vetch and Green Oat	29	4.43	0.49			
Chinese Milk-Vetch	46	4.15	0.43	-0.06	0.435	<i>p</i> > 0.05
Green Oat	12	4.21	0.37			
Chinese Milk-Vetch and Green Oat	29	4.43	0.49	0.22	1.364	<i>p</i> > 0.05
Green Oat	12	4.21	0.37			

この結果はレンゲに青刈エンバクを混合することは、積極的に常に品質をよくするものであることを意味しないことを示している。

さきに全国より、各種エンシレージ試料を集めて分析し、pH 値と乳酸含量（遊離）、pH 値と酪酸含量（遊離+結合）との関係を求めた結果は、それぞれ有意な負の相関ならびに、正の相関の存在することを報告したが、本実験試料中、無作為的に抽出した試料54点について分析した結果は Table 12 のとおりであつた。

Table 12. Correlations between the pH Value and Contents of Organic Acids of Silages.

	<i>n</i>	Range		<i>r</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
		pH Value	Acid			
pH Value and Total Lactic Acid Content (On the dry basis)	54	3.65~5.40	0.78~20.13	-0.615	5.623	<i>p</i> < 0.001
pH Value and Total Butyric Acid Content (On the dry basis)	54	"	0~12.71	+0.688	6.836	<i>p</i> < 0.001

この結果は前に述べたところと一致する。

次にpH値とアンモニヤ態窒素含量間の関係を求めた結果は Table 13 のとおりである。

Table 13. Correlations between the pH Values and the Ammonia Nitrogen Contents of Silages.

Silages	n	Notes	Range		r	t	p
			pH	NH ₃ -N			
Chinese Milk-Vetch	46	Fresh On the Dry Matter Basis	3.74~5.30	mg% 33.6~152.5	+0.638	5.313	p<0.001
				160~824.4	+0.564	4.536	p<0.001
Chinese Milk-Vetch and Green Oat	29	Fresh On the Dry Matter Basis	3.65~5.52	32.7~146.0	+0.666	4.518	p<0.001
				127.6~847.7	+0.661	4.580	p<0.001
Green Oat	12	Fresh On the Dry Matter Basis	3.75~4.89	18.8~109.5	+0.821	4.547	p<0.001
				78.9~682.6	+0.843	4.953	p<0.001
Total	110	Fresh On the Dry Matter Basis	3.65~5.52	18.8~152.5	+0.510	6.162	p<0.001
				78.9~847.7	+0.478	5.659	p<0.001

Table 14. Correlations between the pH Values and the Rates of Ammonia Nitrogen Content to the Total Nitrogen Content.

Silages	n	pH	$\frac{NH_3-N}{T.N.} \cdot 100$	r	t	p	Regression Equations
Chinese Milk-Vetch	46	3.74~5.30	6.3~23.8	+0.778	8.479	p<0.001	y=11.27x-33.43
Chinese Milk-Vetch and Green Oat	29	3.65~5.52	5.0~39.2	+0.642	4.350	p<0.001	y=9.19x-25.69
Total	110	3.65~5.52	4.0~49.4	+0.699	10.194	p<0.001	y=11.33x-33.67

これらの結果は、pH 値とアンモニア態窒素含量との間、並びに、pH 値と全窒素中のアンモニア態窒素率間には、何れも有意な正の相関のあることを示すものである。すなわち、乾物含量が甚だしく大きくない範囲においては、pH 値が小さい程、換言すれば、活性酸度が強いほど、蛋白質の分解が少ないことを意味するものである。なお回帰方程式を求めた結果は NORDFELDT 氏¹⁰⁾ がグラス及びクローバーエンシレージ（無添加）で得たそれに近いことを示した。

このことは、製造技術の上にも、エンシ

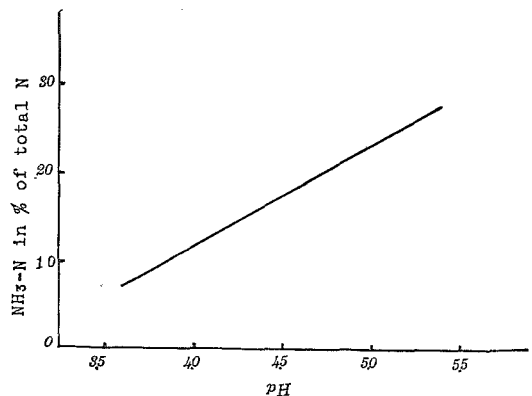


Figure 1. Ammonia nitrogen in per cent of total nitrogen in silage prepared from chinese milk-vetch (No preservative).

レージ品質鑑定の上にも重要なことで、特に品質鑑定の上に大切な一因子となることを示すものである。

FLIEG氏¹¹⁾はエンシレージの品質鑑定法は、今日までのところ、酸の比率(当量比)に基づいて行うよりまさる方法はないが、MgO-N値は乾物の損失や、酸の比率にも平行することを認めている(9%以下優, 18%以上劣, 10~15%の値のものは、すべての品質の段階のものに分布しているという)。

またアメリカ酪農科学協会委員会⁷⁾は、品質鑑定の標準として、次の表aのように、全窒素中のアンモニヤ態窒素%をとり入れている。

表a. アメリカ酪農科学協会委員会のエンシレージ品質に対する標準

pH	全窒素に対するアンモニヤ態窒素	条件(官能的観察を含む)	標準(等級)
3.5~4.2	10%以下	さつぱりとして、酸臭、酸味があり、酪酸、カビがなく、ネバネバせず、蛋白質の分解がない。	優 (極上)
4.2~4.5	10~15%	酸臭、酸味があり、酪酸は痕跡程度。	良 (上)
4.5~4.8	15~20%	酪酸が多少ある、蛋白質の分解がわずかで、カビが多少ある。	可 (中)
4.5~4.8	20%~(約)	酪酸が多く、蛋白質の分解も多いネバネバしているか、ないしはカビがある。	劣 (下)

次にARCHIBALD氏等⁸⁾が、良質エンシレージの具備していた特性を示しているが、表bのようなものである。

表b. 良質テンシレージの具備する条件

項目	条件	備考
pH	4.5ないしそれ以下	4.0附近良, pH5以上不快臭あり, 乾物対
揮発性塩基	0.5%~以下 (アンモニヤ)	
乳酸	3~5%以上	//
酪酸	2%以下	//

これも亦アンモニヤ態窒素を規制するものである。

LIND氏¹²⁾によると良質エンシレージは、全窒素に対し、アンモニヤ態窒素が、6%以下であると述べている。

今アメリカ酪農科学協会委員会の標準中、pH値とアンモニヤ態窒素比率をとり上げ、この規格を以て、本実験試料にあてはめ、評価した結果は、Table15のとおりである。

Table 15. The Evaluation by means of the Standards of A. D. S. A. Committes (Ammonia Nitrogen).

Very good (NH ₃ -N less than 10% of T.N.)		Good (NH ₃ -N 10 to 15% of T.N.)		Fair (NH ₃ -N 15 to 20% of T.N.)		Poor (NH ₃ -N about 20% of T.N.)		Others
Acid pH 3.5~4.2	Not Agreeable	Acid pH 4.2~4.5	Not Agreeable	Acid pH 4.5~4.8	Not Agreeable	Acid pH	Not Agreeable	
26	6	6	28	5	19	4	4	12
29%		31%		22%		18%		

アンモニヤ態窒素比率を主として框にあてはめたととき、pH値の框をも満足し完全にあてはまつたものは41%で、他は大小の差はあつたが、一致しなかつた。その他の因子を加味することによつて、その評価はなされるが、エンシレージの品質は、製造上の多くの因子によつて支配されるので、簡単にして、完全な鑑定法を見出すことの困難性を物語るものである。

なお0.5%以上のアンモニヤ態窒素を含有するものは試料の15%で、これはこれのみで、良質エンシレージの框から外れているものである。

Ⅲ. pHメーターによるpHの測定とpH試験紙によるpH測定の比較

著者らの1人は、さきに迅速水素イオン計(アンチモン電極)によるエンシレージのpHの測定と、pH試験紙(東洋濾紙株式会社製)による測定の比較を行い、かなりよく一致することを述べたが¹³⁾、精確な測定は、電氣的に¹⁴⁾またガラス電極によるのがよいとされている³⁾。

しかしpHの測定は、品質を鑑定するための有力な指標となるものであり、かつ一般の農家がpHメーターを使用することは、経済的な面からも甚だ困難であるので、実用上には試験紙をもつて、測定することは意義あることである。

それでこれを応用する際、どれ程の差があるかを知るため測定した結果は、Table 1~6に示したとおりであるが、総合的に比較すれば、Table 16のとおりである。

Table 16. A Comparison of the Results of Determination of pH Values.

Methods of Determination	<i>n</i>	Range	Mean	S. D.	Difference	<i>t</i>	<i>p</i>
pH-Meter (With the Glass Electrode)	100	3.65~5.52	4.24	0.41	0.10	5.271	<i>p</i> <0.001
pH Test Paper	//		4.14	0.42			

この結果から一般的にいえば、pH試験紙で、測定した場合は、電氣的に測定した場合よりも、pH値が0.1程度小さく表われ、従つて品質が一般に実際よりも、よりよいものと判断される結果になる。なお両者の測定結果中、約30%が殆ど一致したものと考えられた。

Ⅳ. 蒸溜法と乾燥法による水分定量の比較

エンシレージには色々な揮発性成分の含まれていることは以前から知られている。従つて、水分を定量する場合、乾燥法による場合は、揮発性成分が失われ、蒸溜法の直接法による場合よりも、その値が大きくなると考えられる¹⁵⁾。

それで乾燥法は、一般に製造中の乾物の損失を、過大に算定することになり、分析によるエンシレージの飼料的価値を少ないものにする結果となる。

著者らは、これらの事実をたしかめ、かつ如何程の差を生ずるかを知るために、トルオール蒸溜法による定量に併せて、2, 3の試料について、乾燥法を行い、比較した。

すなわち大型秤量管に細切生試料を直接秤量し(約30g)、100°Cの電気定温乾燥器内にて、恒量に達するまで乾燥し、減量をもつて水分量となした。その結果の2, 3を示せばTable 17のとおりである。

なお酸定量の結果、アンモニヤ態窒素含量、FLIEG氏¹⁷⁾による評価点数をも併せて示した。

Table 17. A Comparison of the Results between the Distillation Method and the Oven Drying Method for the Determination of Moisture Content of Silage.

No.	Silages	pH	Lactic Acid	Acetic Acid + Butyric Acid	NH ₃ -N	Moisture			Mark
						Oven Drying Method	Distillation Method	Difference	
417	Chinese Milk-Vetch	3.80	2.77	0.67	59.6	86.0	85.2	0.8	34
405	"	3.89	2.38	1.03	90.0	81.5	80.0	1.5	27
462	"	4.40	1.04	1.63	83.7	84.0	82.0	2.0	12
460	"	4.82	4.56	1.47	139.5	76.4	75.0	1.4	29
471	Chinese Milk-Vetch and Green Oat	3.90	1.46	1.05	48.0	81.1	80.0	1.5	24
459	"	4.02	2.89	0.45	61.4	81.7	81.0	0.7	40
496	"	4.25	5.89	1.40	58.5	63.2	62.0	1.2	38
413	"	5.00	0.69	1.90	119.2	85.1	83.0	2.1	10
498	Green Maize and Green Oat	4.50	0.31	2.88	47.7	83.7	82.0	1.7	4
442	Wild Plants	4.62	0.30	1.67	85.3	76.1	75.0	1.1	4
511	Sweet Potato Vines	3.95	0.94	0.29	19.0	84.4	84.0	0.3	35

両方法による定量結果の差と、成分との間に、一定の関係を見出すに至らなかつたが、乾燥法によるときは、その値が大になることは明らかである。更に試料を追加して研究するを要する。

トレーに約 200g をとり、80°C に 18 時間乾燥する方法及びその他¹⁶⁾については更めて、研究を要する。

埋蔵後、サイロを開くまでの沈下率の平均をみるに、32.0±12.3%で、レンジエンシレージでは、33.5±10.8%であつた。すなわち、埋蔵後の容積は、約 30%になることがわかり、また一方、埋蔵方法、材料の如何によつては、40%程度に減ずることもあるが、本実験結果の例から観測されるように、そのような埋蔵条件下では、一般に品質の劣ることが知られるのである。

V. エンシレージ浸出液の色と品質

さきに著者らの一人⁹⁾は浸出液の色相と pH 値との間には有意な相関のあることを報じたが、こゝでは、その分析の例を示す。

Table 18. The Relation between Colour of Extract and Quality of Silage (1).

Silage	Colour	Dry Matter	pH	Lactic Acid	Acetic Acid	Butyric Acid	Total	NH ₃ -N		Appraisal	
								Content	in Percent of Total N.	Mark	Class
Chinese Milk-Vetch	7-19-4	14.8	3.80	2.77	0.62	0.05	3.44	59.6	10.7	34	Very Good
"	7-19-5	22.0	3.95	1.69	0.63	0.21	2.53	50.7	11.8	26	Good
"	6-17-5	30.4	4.70	2.63	0.24	1.52	4.39	127.8	19.8	20	Satisfactory

Table 19. The Relation between Colour of Extract and Quality of Silage (2).

Silage	Colour	Dry Matter	pH	Lactic Acid	Acetic Acid	Butyric Acid	Total	NH ₃ -N		Appraisal	
								Content	in Percent of total N.	Mark	Class
Chinese Milk-Vetch	7-19-5	20.6	3.89	2.38	0.78	0.25	3.41	90.0	16.3	27	Good
"	6-18-4	18.0	4.40	1.04	0.98	0.65	2.67	83.7	18.2	12	Medium

これらの結果は、浸出液の淡色なるほど品質がよく、濃色にむかう程品質が劣る傾向を示すものといえる。従つて少なくとも同種材料のエンシレージを比較する場合には、鑑定補助手段として役立つものと考えられるのである。

VI. 総 括

エンシレージの成分と品質との関係、特にアンモニヤ態窒素含量との関係を知るため、酪農家生産のエンシレージ110点(レンゲ42%, レンゲとエンバクの混合26%, エンバク11%, 他野草, 青刈りトウモロコシを含む)を分析して次の結果を得た。

- (1) 乾物の平均含量は21.61% (S. D. 4.90%) で、かなり低い値のものが含まれた。
- (2) アンモニヤ態窒素含量は、乾物中の平均334.4mg% (S. D. 170.5mg%) であつた。レンゲエンシレージと青刈エンバクエンシレージのアンモニヤ態窒素含量間には、有意な差が認められた ($p < 0.01$)。
- (3) pH 値と総乳酸含量間には、有意な負の相関 ($r = -0.615$, $|t| = 5.625$, $p < 0.001$, $n = 54$) が見出された。
- (4) pH 値とアンモニヤ態窒素含量間には有意な正の相関が見出された。(レンゲエンシレージの例。 $r = +0.564$, $|t| = 4.536$, $p < 0.001$, $n = 46$)。
- (5) pH 値と全窒素に対するアンモニヤ態窒素の比率間には、有意な正の相関が見出された。レンゲエンシレージでは、 $r = +0.788$ ($|t| = 8.479$, $p < 0.001$, $n = 46$) で、その回帰方程式は $y = 11.27x - 33.43$ であつた。品質鑑定上の1因子となることが認められた。
- (6) エンシレージ試料のpH値を、ガラス電極、pH試験紙の両者で測定比較した結果、pH試験紙による方が一般に小さい値を示し、その差は平均0.1で、有意であつた。
- (7) 水分の定量を、直接蒸溜法と、間接乾燥法により行い、比較した結果、乾燥法では揮発性成分が、かなり失われることを知つた。
- (8) 浸出液の色と、エンシレージの品質との関係について例を示した。

試料利用について御厚情をいたゞいた岡山県酪農試験場長藏知毅氏、三秋尙技師他の各位、ならびに試料を提供された各位に感謝の意をあらわす。

引用文献

- 1) 須藤 浩 (1956): 日本農化, 30, 259~263.
- 2) 須藤 浩 (1958): 日本農化, 32, 14~19.
- 3) BARNETT, A. J. G. (1954): Silage Fermentation, 128.
- 4) 永原太郎, 岩尾裕之 (1955): 食品分析法, 81.

- 5) 東大農化 (1952): 実験農芸化学, 106~8.
- 6) FLIEG, O. (1937): Biedermanns Ztb. B. Tierern. **9** (2), 178~183.
- 7) American Dairy Science Association Committee: [SEIDEN, R. : The Handbook of Feedstuffs cit. 430, (1957)].
- 8) ARCHIBALD, J. G. et al. (1954): Massachusetts Agr. Exp. Stat. Bull. **477**, 5.
- 9) 須藤 浩 (1956): 日畜会報, **27**, 101.
- 10) NORDFELDT, S. (1955): Kungl Lantbuks. Annaler **22**, 33.
- 11) FLIEG, O. (1951): Landw. Forsch. **3** (3), 7~8.
- 12) LIND, C. (1953): Proc. 13th Intern. Dairy Congr., **2**, 47.
- 13) 須藤 浩 (1953): 鹿大教. 研究紀要, **5**, 170.
- 14) GNEIST, K. (1937): Landw. Versuch. Stat., **128**, 258~66.
- 15) PERKINS, A. E. (1943): J. Dairy Sci. **26**, 545~51.
- 16) BARNETT, A. J. G. (1954): Silage Fermentation, 130.
- 17) FLIEG, O. (1938): Futterbau u. Gärfutterbereitung, **1** (2), 12~8.