

*Lyophyllum decastes*를 이용한 볏짚의 醱酵飼料에 관한 研究
- II. 過酸化水素 및 過炭酸소다 處理의 影響 -

洪載植·金東翰·李克魯·金明坤·金英秀·呂圭榮

全北大學校 食品加工學科

Studies on Improving the nutritive value of Rice straw
by Fermentation with *Lyophyllum decastes*
- II. Effect of H₂O₂ and 2Na₂CO₃·3H₂O₂ treatments -

Jae Sik Hong, Dong Han Kim, Keug Ro Lee, Myung Kon Kim,
Young Soo Kim and Kyu Young Yeo

Department of Food Science Technology, Chunbuk National University, Chonju 560-756, Korea

ABSTRACT: The treatments of H₂O₂ were more effective on the degradation of difficult digestible materials by increasing the treatment concentration and adjusting the pH to alkaline. The smaller particle size of rice straw was, the more these effect. 2Na₂CO₃·3H₂O₂ didn't need to adjust on pH, but the effect of treatment was lower than H₂O₂(pH 11.5) treatment. Lignin and hemicellulose content were decreased by the alkaline peroxide treatments. The fermentation of rice straw which pretreated with alkaline peroxide, the content of total nitrogen and ash increased. And NDF, hemicellulose and lignin were decreased, and ADF and cellulose decreased as the lower concentration of treatment. The digestibility of rice straw which treated alkaline peroxide was increased with increasing the treatment concentration. The treatment of 12% H₂O₂(pH 11.5) and 12% 2Na₂CO₃·3H₂O₂ increased the digestibility from 31.1% to 89.4% and 76.8% compared with nontreated rice straw, respectively. The digestibility of fermented rice straw which pretreated with alkaline peroxide was effectively increased as the pretreatment concentration was low. Semi-dry treatment of H₂O₂ decreased the ADF and cellulose, and exhibited the 57.5% of digestibility. Fermentation of rice straw which semi-dry treated with 4% H₂O₂ increased the digestibility from 33.4% to 63.4% compared with control.

KEYWORDS: Rice straw, Alkaline peroxide treatment, Digestibility.

볍짚의 사료가치 증진을 위한 물리화학적 처리에 대한 연구는 물리적인 처리로 milling 처리 (Millett 등, 1970)나 steam explosion (Chahal 등, 1981; Playne, 1984), 전자선 조사 (Millett 등, 1976)를 실시하여 섬유소의 결정성 붕괴로 효소에 의한 분해율을 증가시키는 방법과 화학적인 처리방법으로 NaOH 등 알칼리처리 (Hartley 등, 1974; Pavlostathis 등, 1984; Kang 등, 1985; 高 등, 1985)와

암모니아처리 (孟 등, 1984, 1985; 金 등, 1986; 姜 등, 1987)를 하여 섬유소의 팽윤화 및 lignin을 분해시켜 소화율을 증가시킴으로서 사료가치를 개선시키는 연구보고들이 있다.

그러나 NaOH 처리는 지나친 물의 섭취량 증가와 Na의 배설을 초래하고 (Maeng 등, 1971) 암모니아 처리는 신경과민 증상의 우려가 있다고 보고 (Perdork 등, 1985) 되어진 바 있으며 Ozone (Puri,

본 논문은 동양화학공업주식회사의 지원에 의하여 연구되었음.

1983), NaClO₂ (高 등, 1985), H₂O₂ (Agnemo 등, 1979; Gould, 1984, 1985; Vallander 등, 1985) 등 산화제는 lignocellulose로부터 lignin을 분해 제거하여 섬유소의 분해를 원활하게 하는 것으로 보고 되어진 바 있어 본 연구에서는 볏짚에 과산화수소 및 과탄산소다를 농도와 pH, 첨가비율을 달리하여 처리하고 전보 (洪 등, 1988)에 이어 *Lyophyllum decastes*에 의한 발효를 병용하여 볏짚의 화학성분 변화와 소화율에 미치는 효과를 검토하였다.

材料 및 方法

볏짚의 處理

일반계의 이끼바래 품종의 볏짚을 20 mm로 절단한 후 사료분쇄기를 이용하여 2 mm, 1 mm, 0.85 mm, 0.355 mm로 구분하여 분쇄하고, 입자크기 비교실험을 제외하고는 0.85 mm 크기의 볏짚을 사용하였다. H₂O₂와 2Na₂CO₃·3H₂O₂ 처리는 H₂O₂ 농도로 환산하여 1~12% 용액으로, pH를 10~13으로 조절하거나 첨가비율을 볏짚에 대하여 2~10배로 조정하여 실온에서 24시간 개방상태로 처리하고 수세하여 중화하였다. 반건식처리 방법은 1.5~4%의 H₂O₂용액을 볏짚에 2배량 가하여 24시간 처리한 후 수세조작을 생략하였다.

前處理 볏짚의 醱酵

과산화수소 제제 전처리 볏짚을 pH 6.0, 수분 60%로 조정하고 30°C에서 20일간 전보 (洪 등, 1988)와 같은 방법으로 배양하였다.

化學成分 分析 및 in vitro dry matter 消化率

볏짚의 화학성분 및 in vitro dry matter 消化率は 전보 (洪 등, 1988)와 동일한 방법으로 분석하였다.

結果 및 考察

습식처리에 의한 성분변화

1) 농도의 영향

H₂O₂를 1~12%로 조정하여 볏짚에 4배량 처리하고 처리농도에 따른 볏짚의 화학성분변화를 검토한 결과는 Table I과 같이 H₂O₂ 농도가 증가함에 따라 일정하지는 않으나 ADF와 cellulose는 증가하였고 hemicellulose는 감소하였으며 NDF와 lignin은 4~6% 처리농도까지는 감소하다가 그 이상의 농도에서는 약간 증가하였고 처리후 잔류량은 처리농도가 증가함에 따라 점점 감소하였다.

한편 H₂O₂ 처리시 NaOH를 이용하여 pH를 11.5로 조정하거나 H₂O₂ 제제인 2Na₂CO₃·3H₂O₂를 농도별로 처리한 결과는 Table II와 같이 처리농도에 따른 성분의 변화는 심하여 H₂O₂ 처리시 볏짚의 잔류량은 12% 처리시 44.67%로 0% 대조군에 비하여 52.6%로 감소하였으며 NDF, hemicellulose, lignin, 총질소와 회분은 감소한 반면 ADF와 cellulose는 증가하였고 특히 cellulose는 대조구의 43.68%에서 12% 처리시 54.36%로 10.68% 증가하였다. 2Na₂CO₃·3H₂O₂ 처리의 경우 ADF와 cellulose는 4% 처리까지는 감소하나 그 이상의 처리농도에서는 증가하였고 NDF와 hemicellulose, lignin, 총질소, 회분은 처리농도가 증가함에 따라 감소하였다. 양처리구를 비교하여 볼 때 2Na₂CO₃·3H₂O₂ 처리는 pH를 조정하지 않을 Table I에 비하여 성분의 변화는 심하지만 pH를 11.5로 조정한 H₂O₂ 처리에 비하여 총질소를 제외하고는 변화가 적었고 처리후 잔류량과 cellulose의 변화는 상당한 차이가 있었는데 2Na₂CO₃·3H₂O₂는 자체가 알칼리성이기는 하지만 비교적 안정하여 볏짚처리시 알칼리성

Table I. Influence of H₂O₂ concentration on the chemical composition of rice straw treated at room temperature for 24 hours. (unit : %)

H ₂ O ₂ conc. (%)	Residue	NDF	ADF	Hemi-cellulose	Cellulose	Lignin	Ash
1	84.45	89.97	58.08	31.89	41.64	18.48	8.67
2	83.67	88.89	61.40	27.49	39.28	17.97	8.14
4	82.14	88.63	63.34	25.27	40.23	17.12	8.40
6	81.91	86.69	63.44	23.25	42.35	17.43	8.67
8	80.92	86.89	63.97	22.92	43.18	17.71	8.55
12	78.20	87.85	64.48	23.37	43.54	17.88	8.38

Table II. Influence of alkaline peroxide concentration on the chemical composition of rice straw treated at room temperature for 24 hours. (unit : %)

Conc. (%)	Residue	NDF	ADF	Hemi-cellulose	cellulose	Lignin	Total nitrogen	Ash	
H ₂ O ₂ (pH 11.5)	0	84.93	87.28	59.95	27.33	43.68	19.05	0.70	8.59
	1	81.10	86.26	57.91	28.35	43.72	18.26	0.69	7.68
	2	79.70	85.39	58.69	26.70	44.65	18.20	0.69	7.28
	4	77.04	84.41	59.47	24.97	46.36	17.75	0.63	7.73
	6	69.05	83.61	60.54	23.07	48.23	17.28	0.57	7.09
	8	57.20	84.17	62.20	21.95	50.53	17.16	0.53	6.93
	12	44.67	84.06	66.10	17.96	54.36	16.08	0.36	4.08
2Na ₂ CO ₃ ·3H ₂ O ₂	1	80.69	89.46	59.03	30.43	43.33	18.27	0.50	9.14
	2	79.38	88.38	58.89	29.49	42.73	18.19	0.48	8.15
	4	77.26	86.49	58.59	27.90	42.15	17.80	0.47	7.59
	6	76.94	85.93	60.19	25.74	44.05	17.43	0.46	7.78
	8	74.93	85.25	62.15	23.10	45.49	17.02	0.42	7.66
	12	70.75	85.32	64.48	20.84	48.94	16.65	0.38	5.82

으로 인한 급격한 분해가 적은 관제로 생각된다. 또한 NaOH 처리시 NaOH 농도가 증가할수록 ADF와 cellulose도 감소하였던 *孟 등(1979)*의 보고와 비교하여 불 때 산화제 처리는 알칼리 처리에 비하여 섬유소의 분해는 적어 수세기 다른 성분이 분해 용출에 비하여 용출은 적어 상대적으로 증가된 것으로 사료되며 *Gould(1984)*의 H₂O₂ 처리시 섬유소에 비하여 lignin과 hemicellulose의 분해용출이 심하였던 보고와 유사하였다.

2) pH의 영향

H₂O₂ 처리시 pH를 달리하여 볏짚의 화학성분변화를 검토한 결과 Table III과 같이 같은 4% H₂O₂ 처리이지만 pH가 증가함에 따라 hemicellulose,

lignin, 회분은 현저히 감소하였고 ADF와 cellulose는 증가하였으며 NDF도 pH 11 이상에서는 감소하였다. 처리후 볏짚의 잔류량도 pH가 증가함에 따라 급격히 감소하였는데 이는 H₂O₂가 산성에서는 비교적 안정하지만 알칼리성에서는 불안정하여 pH가 증가할수록 급격히 분해하여 일시에 발생기 상태의 산소를 발생하고 발열하기 때문에 볏짚은 쉽게 분해되고 pH조정에 사용되는 NaOH에 의하여 알칼리처리 효과도 나타나기 때문인 것으로 생각된다. H₂O₂에 의한 lignin의 분해는 H₂O₂의 pH가 11.5에서 제일 높았다는 *Agnemo와 Gellerstedt(1979)* 및 *Gould(1985)*의 보고와는 차이가 있었으나 H₂O₂ 처리는 H₂O₂ 농도를 높이는 것보다 처리 pH를 조정하는

Table III. Influence of pH on the chemical composition of rice straw treated with 4% H₂O₂ at room temperature for 24 hours. (unit : %)

pH	Residue	NDF	ADF	Hemi-cellulose	Cellulose	lignin	Ash
10	82.73	84.05	57.88	26.17	44.63	18.54	8.26
10.5	82.50	84.32	58.19	26.13	45.20	18.00	8.15
11	77.65	84.75	58.56	26.19	45.69	17.85	8.60
11.5	76.08	84.21	59.73	24.48	47.13	17.33	8.15
12	71.87	84.06	60.96	23.10	48.07	17.01	7.59
12.5	65.50	83.24	63.48	19.76	50.69	16.57	5.76
13	51.90	82.38	66.75	15.63	52.46	15.79	4.08

Table IV. Influence of 4% alkaline peroxide addition ratio on the chemical composition of rice straw treated at room temperature for 24 hours. (Unit : %)

	Ratio	Residue	NDF	ADF	Hemi-cellulose	Cellulose	Lignin	Ash
H ₂ O ₂ (pH 11.5)	2	84.59	86.42	57.14	29.28	42.11	18.42	8.67
	3	83.63	86.08	57.19	28.89	44.93	18.26	9.00
	4	79.82	84.17	57.79	26.38	45.17	18.17	8.60
	6	79.06	83.82	58.14	25.68	46.31	17.30	8.91
	8	78.72	83.19	58.57	24.62	48.64	17.00	7.81
	10	78.53	82.99	59.03	23.96	49.43	16.75	7.03
2Na ₂ CO ₃ ·3H ₂ O ₂	2	83.58	85.92	58.04	27.88	42.21	17.99	9.55
	3	82.30	85.55	57.71	27.84	44.27	18.13	8.82
	4	79.65	85.33	57.84	27.49	44.35	18.07	8.85
	6	79.44	84.18	57.02	27.16	45.69	17.96	8.56
	8	79.06	83.25	57.88	25.37	46.23	17.87	8.06
	10	78.72	82.68	58.01	24.67	46.40	17.63	7.77

것이 효과적이었다.

3) 첨가비율의 영향

볏짚의 처리에 사용하는 H₂O₂와 2Na₂CO₃·3H₂O₂의 첨가비율에 따른 성분의 변화는 Table IV와 같이 H₂O₂나 2Na₂CO₃·3H₂O₂의 첨가비율이 증가함에 따라 처리후 잔류량, NDF, hemicellulose, lignin과 회분은 감소하나 ADF와 cellulose는 증가하였으며 성분변화의 정도는 2Na₂CO₃·3H₂O₂에 비하여 pH를 11.5로 조정된 H₂O₂ 처리구가 심하였다. 그러나 Table II의 처리농도 증가에 비하여 첨

가비율을 증가시킬 때 성분의 변화는 적어 처리농도 증가보다 첨가비율 증가에 의한 효과는 적었다.

4) 볏짚입자 크기의 영향

볏짚의 alkaline peroxide 처리시 입자크기의 영향을 검토한 결과는 Table V와 같이 볏짚입자가 작을수록 처리후 잔류량, hemicellulose, lignin, 회분은 감소하였고 ADF와 cellulose는 증가하여 처리효과는 증가하였으나 볏짚입자가 큰 경우 처리시 충분히 침지되지 않은 상태에서 H₂O₂가 분해되기 때문에 20 mm 크기의 볏짚에서는 세포벽 구성성분인

Table V. Influence of particle size on the chemical composition of rice straw treated with 4% alkaline peroxide at room temperature for 24 hours. (Unit : %)

	Particle size(mm)	Residue	NDF	ADF	Hemi-cellulose	Cellulose	Lignin	Ash
H ₂ O ₂ (pH 11.5)	20	87.52	84.35	56.24	28.11	45.06	19.22	9.02
	2	85.94	85.10	58.03	27.07	46.18	18.68	8.87
	1	79.21	84.23	58.33	25.90	46.73	18.07	8.55
	0.85	77.16	83.30	58.16	25.14	46.57	17.91	8.16
	0.355	72.15	81.59	59.46	22.13	46.92	15.18	7.96
2Na ₂ CO ₃ ·3H ₂ O ₂	20	87.10	83.91	57.32	26.59	44.80	18.92	9.06
	2	84.50	85.16	58.55	26.61	44.00	18.78	8.88
	1	80.21	85.67	59.11	26.56	44.12	18.25	8.56
	0.85	78.83	85.46	59.84	26.63	45.32	17.56	8.51
	0.355	74.64	84.82	59.32	25.50	46.28	15.82	8.66

NDF는 오히려 조금 감소하는 경향을 보였다. 목재의 milling 처리시 처리시간이 증가함에 따라 용해율이 증가하였던 Millett 등(1970)의 보고와 Pavlostathis 등(1985)의 밀짚을 이용한 알칼리 처리시 입자가 작을수록 성분변화가 심하였던 보고와 유사하였다.

5) Alkaline peroxide 전처리후 발효의 영향

Alkaline peroxide 전처리 벚짚의 *Lyophyllum decastes*에 의한 발효의 영향은 Table VI과 같이 전처리한 alkaline peroxide의 농도가 증가할수록 hemicellulose, lignin, 총질소와 회분은 감소하였으며 ADF와 cellulose는 증가하였다. Table II의 성분변화와 비교하여 볼 때 발효에 의해 대체적으로 NDF, ADF, hemicellulose, cellulose, lignin은 감소하였고 총질소와 회분은 증가하였으며 처리농도 별로 비교하여 볼 때 NDF, ADF, cellulose의 감소는 대체적으로 고농도처리보다 저농도처리에서 심하였다. 이는 alkaline peroxide 처리에 의해 일차적으로 lignin이 분해되고 섬유소가 팽윤화되기 때문에 *Lyophyllum decastes*에 의해 cellulose나 hemicellulose는 쉽게 분해되나 고농도 처리에서는 비교적 분해하기 어려운 결정성 부분이 상대적으로 많아지기 때문인 것으로 사료된다. 양처리구간에는 뚜렷한 차이는 볼 수 없으나 총질소의 경우 alkaline

peroxide 처리만 하였을 경우 $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$ 처리가 H_2O_2 처리에 비하여 상대적인 함량이 적었으나 처리후 발효에 의해서 오히려 증가하였는데 전보(洪 등, 1988)에서 $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$ 처리시 cellulose 생산이 증가하였던 보고와 종합하여 볼 때 균생육은 $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$ 처리가 효과적인 것으로 보인다.

반건식처리에 의한 성분변화

H_2O_2 를 벚짚에 대하여 2배량 가하는 반건식처리를 한 후 수세에 의한 중화를 하지 않고 발효전후의 성분변화를 검토한 결과는 Table VII, VIII와 같이 총질소와 회분을 제외한 NDF, ADF, hemicellulose, cellulose, lignin 모두 정도의 차이는 있지만 처리농도가 증가함에 따라 감소하여 습식처리한 후 수세한 Table I과 비교하여 볼 때 ADF와 cellulose는 수세한 경우에는 증가하였으나 반건식처리에서는 감소하였다. 반건식처리후 *Lyophyllum decastes*를 이용하여 발효시킨 경우에는 Table VIII과 같이 총질소와 회분은 발효전에 비하여 증가하였고 NDF, ADF, hemicellulose, cellulose, lignin은 감소하였다. 감소 정도는 ADF나 cellulose에 비하여 NDF, hemicellulose, lignin에서 심하여 white rot fungi를 이용하여 발효시킬 경우에 초기에는 섬유소의 감소에 비하여 lignin의 분해가 심하였던 Kirk(1973)의 보고

Table VI. Influence of pretreated* concentration of alkaline peroxide on the chemical composition of rice straw fermented by *Lyophyllum decastes* for 20 days.

		(Unit: %)						
Conc. (%)		NDF	ADF	Hemi-cellulose	Cellulose	Lignin	Total nitrogen	Ash
H ₂ O ₂ (pH 11.5)	0	76.07	53.86	22.21	37.03	17.82	0.97	11.84
	1	74.59	56.87	17.71	38.71	17.69	1.04	10.73
	2	71.53	57.35	14.18	39.93	16.58	1.00	10.09
	4	72.31	60.24	12.07	42.12	15.73	0.88	10.00
	6	73.90	62.55	11.35	46.95	15.10	0.82	9.95
	8	76.37	65.17	11.20	50.07	15.03	0.81	5.37
	12	78.01	67.24	10.77	54.33	14.42	0.73	4.28
2Na ₂ CO ₃ ·3H ₂ O ₂	1	74.46	57.74	16.72	36.80	17.38	1.00	11.22
	2	73.93	58.06	15.87	38.58	17.00	1.15	11.06
	4	73.51	58.21	15.30	38.95	16.92	1.01	10.17
	6	73.22	59.06	14.16	42.64	16.20	1.00	9.96
	8	74.85	61.21	13.64	46.56	15.37	0.92	8.84
	12	75.08	63.42	11.66	50.08	14.86	0.89	8.46

*Pretreated with alkaline peroxide at room temperature for 24 hours.

Table VII. Influence of H₂O₂ concentration on the chemical composition of rice straw treated* at room temperature for 24 hours.

(Unit: %)							
H ₂ O ₂ conc.(%)	NDF	ADF	Hemi-cellulose	Cellulose	Lignin	Total nitrogen	Ash
0	76.94	48.89	28.05	36.12	17.48	1.05	12.86
1.5	74.77	47.09	27.68	35.53	17.16	1.05	12.55
2	73.73	46.53	27.20	35.37	16.60	1.05	12.74
3	73.50	45.96	27.54	34.25	16.55	1.05	12.88
4	72.48	45.26	27.22	34.09	16.48	1.05	12.59

*Treated at a liquid to solid ratio of 2 and not washed.

와 유사하였고 이것으로 미루어보아 볏짚을 H₂O₂로 반건식처리한 후 발효시키면 섬유소의 분해를 방해하는 lignin을 줄일 뿐만 아니라 단백질을 증가시킬 수 있음을 알 수 있었다.

In vitro dry matter 소화율

1) 습식처리

볏짚을 H₂O₂로 전처리하여 발효전후의 소화율을 비교 검토한 결과는 Fig. 1과 같이 H₂O₂ 농도가 증가함에 따라 소화율은 현저하게 증가하여 pH를 조정하지 않은 경우에는 대조구의 31.0%에서 12% 처리후에는 69.8%로 38.8% 증가하였으며 pH를 11.5로 조정된 경우에는 대조구의 31.5%에서 12% 처리 후 89.4%로 57.9% 증가하였고, 같은 H₂O₂ 농도에서의 소화율 차이를 비교하여 볼 때 H₂O₂ 농도가 낮은 실험구에서는 pH를 11.5로 조정하더라도 소화율의 상승은 적었던 것에 반하여 H₂O₂ 농도가 증가할수록 pH 조정에 따른 소화율의 상승효과는 증가하였다. 이는 H₂O₂ 농도가 증가할수록 pH를 11.5로

Table VIII. Influence of pretreated* concentration of H₂O₂ on the chemical composition of rice straw fermented by *Lyophyllum decastes* for 20 days.

(Unit: %)							
H ₂ O ₂ conc.(%)	NDF	ADF	Hemi-cellulose	Cellulose	Lignin	Total nitrogen	Ash
0	67.03	49.01	20.02	34.81	15.92	1.23	14.29
1.5	66.64	47.53	19.11	33.85	15.55	1.25	14.13
2	65.84	46.84	19.00	33.01	15.28	1.30	14.29
3	64.77	45.74	19.03	32.76	14.84	1.31	14.93
4	63.69	44.89	18.80	32.64	14.43	1.34	14.95

*Pretreated at a liquid to solid ratio of 2 and not washed.

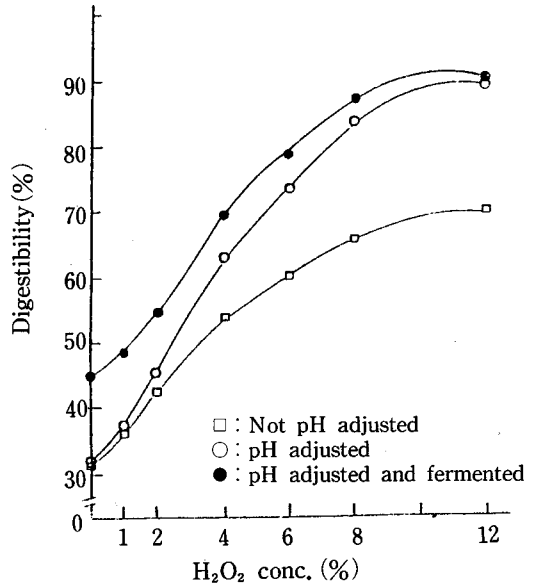


Fig. 1. Influence of H₂O₂ pretreatments on the *in vitro* dry matter digestibility of rice straw fermented by *Lyophyllum decastes*.

조정하는데 필요한 NaOH의 양이 증가하여 알칼리 처리 효과를 기대할 수 있었던 Table II의 성분변화에서와 같은 양상을 보였다. 또한 pH를 11.5로 조정된 H₂O₂로 전처리한 볏짚의 발효시에도 소화율은 상승되나 대조구는 31.5%에서 44.7%로 13.2% 상승하였음에 반하여 H₂O₂ 농도가 증가할수록 발효에 의한 소화율의 상승은 적어 H₂O₂ 농도가 높은 처리구에서는 전처리에 의하여 대부분의 볏짚이 소화될 수 있는 상태로 전환되기 때문에 발효에 의한 소화율 상승효과는 적어짐을 알 수 있었고 金(1987)의 *Phanerochaete chrysosporium*을 이용한 발효사로 제조에서도 알칼리 농도가 증가할수록 발효에 의한 소화율 상승은 적었던 보고와 유사하였다.

2Na₂CO₃·3H₂O₂ 전처리에 의한 볏짚의 소화율은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 처리농도가 증가할수록 소화율은 상승되어 12% 처리시 76.8%로 대조구의 31.5%에 비하여 42.3% 상승되었으며 전처리후 발효시킬 경우에는 대조구는 44.7%로 발효전에 비하여 13.2% 상승되나 처리농도가 증가할수록 발효에 의한 소화율 상승은 적었다. H₂O₂ 처리와 비교하여 볼 때에 pH 미조정인 경우보다는 양호하나 pH를 11.5로 조정된 H₂O₂ 처리에 비하여 2% 이하의 낮은 농도에서는 효과적이나 그 이상의 농도에서는 H₂O₂ 처리에 비하여 소화율이 낮았는데 이는 2Na₂-

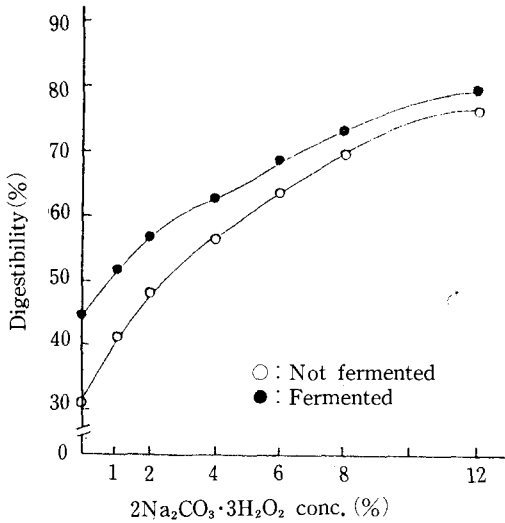


Fig. 2. Influence of 2Na₂CO₃·3H₂O₂ pretreatments on the *in vitro* dry matter digestibility of rice straw fermented by *Lyophyllum decastes*.

CO₃·3H₂O₂가 비교적 쉽게 용해되지 않기 때문에 고농도 처리에서의 분해가 서서히 진행되어 그 효과는 감소하였던 것으로 생각된다.

2) 반건식처리

볏짚에 H₂O₂를 반건식처리하여 발효 전후의 소화율을 비교한 결과는 Fig. 3과 같이 발효전의 소화율

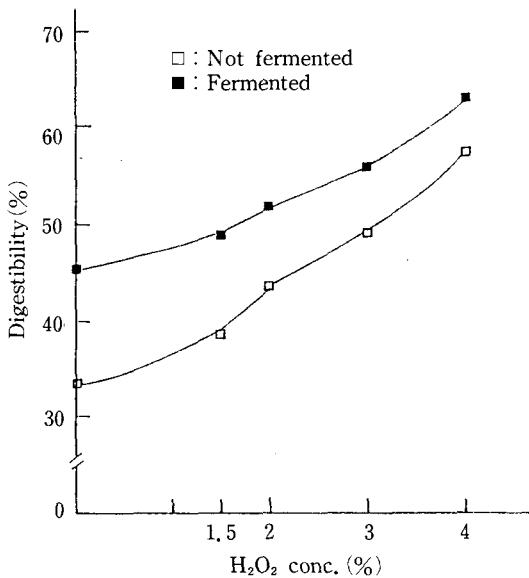


Fig. 3. Influence of H₂O₂ pretreatments on the *in vitro* dry matter digestibility of rice straw fermented by *Lyophyllum decastes*.

* Treated at a liquid to solid ratio of 2 and not washed.

은 대조구 33.4%에서 H₂O₂ 농도가 증가함에 따라 증가하여 4% 처리에서 57.5%로 24.1% 증가하였다. 전처리후 발효한 경우에는 대조구의 45.3%에서 4% 처리시 63.4%로 18% 상승하여 발효전후를 비교하여 볼 때 발효에 의해서 대조구는 11.9% 증가한 반면 4% 처리구에서는 5.9% 증가하여 Fig. 1의 경향과 유사하나 H₂O₂를 볏짚에 2배량 가하여 처리하였고 pH를 11.5로 조정하지 않은 점을 감안한다면 Fig. 1에서의 pH를 조정하지 않은 4배량 처리 시험구보다 소화율은 조금 높았다. 또한 처리시의 H₂O₂량으로 생각할 때 4%의 반건식처리는 습식의 2%에 해당되어 pH를 11.5%로 조정할 경우에도 반건식처리의 4%에 비하여 낮았다. 이는 반건식처리의 경우 수세에 의한 손실이 없기 때문에 처리시 성분의 분해는 적었음에도 불구하고 소화율은 상승하였던 것으로 생각된다. 반건식처리를 알칼리 처리와 비교하여 볼 때 후 등(1980)의 볏짚에 대하여 8% NaOH 처리시 아껴바레 볏짚의 소화율은 52.2%이었던 보고에 비하여 H₂O₂ 처리가 효과적이었으나 金 등(1986)의 4% NaOH 처리시 볏짚의 소화율은 69.5%, 孟 등(1979)은 58.5%이었던 보고에 비하여 저조한 편이었다. 이상의 결과로 보아 볏짚의 H₂O₂ 처리는 습식처리의 경우에는 pH를 조정하여 처리하는 것이 효과적이고 처리후 발효사료를 제조할 경우 반건식처리하여 발효사료를 제조하는 것이 단백질의 증가와 영양분의 손실이 적을 뿐아니라 H₂O₂ 소비량이 적어 효과적이라고 생각된다.

摘 要

볏짚의 H₂O₂ 처리는 첨가농도를 늘리거나 pH를 알칼리로 조정하는 것이 첨가비용을 증가시키는 것보다 비소화성 물질의 분해에 효과적이었고 볏짚입자가 작을수록 이러한 효과는 현저하였다.

2NaCO₃·3H₂O₂는 pH를 조정할 필요는 없으나 처리효과는 pH를 11.5로 조정할 H₂O₂ 처리에 비하여 낮았다. Alkaline peroxide 처리에 의하여 lignin과 hemicellulose의 감소는 현저하였다. Alkaline peroxide 전처리 볏짚의 발효로 총질소와 회분은 증가하였고, NDF, hemicellulose, lignin은 분해되어 감소되었으며, ADF와 cellulose는 저농도 처리에서 감소하였다. 볏짚의 소화율은 alkaline peroxide 처리농도가 증가할수록 향상되어 대조구의 31.0%에 비하여 pH를 11.5로 조정할 12% H₂O₂와

12% $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$ 처리시 각각 89.4%, 76.8%로 상승되었다. Alkaline peroxide 전처리 벚짚의 발효에 의한 소화율의 상승은 저농도 전처리에서 효과적이었다.

4% H_2O_2 반전식처리로 ADF와 cellulose는 감소되어 소화율은 57.5%이었고 전처리 벚짚의 발효로 대조구의 33.4%에 비하여 63.4%로 상승되었다.

參考文獻

Agnemo, R. and Gellerstedt, G.(1979): The reaction of lignin with alkaline hydrogen peroxide. Part II Factors influencing the decomposition of phenolic structures. *Acta. Chem. Scand.* **B33**: 337-342.

Chahal, D.S., M. Moo-Young and Vlach, D.(1981): Effect of physical and physicochemical pretreatments of wood for SCP production with *Chaetomium celluliticum*. *Biotechnol. Bioeng.* **23**: 2417-2420.

Gould, J.M.(1984): Alkaline peroxide delignification of agricultural residues to enhance enzymatic saccharification. *Biotechnol. Bioeng.* **26**: 046-052.

Gould, J.M.(1985): Studies on the mechanism of alkaline peroxide delignification of agricultural residues. *Biotechnol. Bioeng.* **27**: 225-231.

Hartly, R.D., Jones, E.C., King, N.J. and Smith, G. A.(1974): Modified wood waste and straw as potential components of animal feeds. *J. Sci. Fd. Agric.* **25**: 433-437.

Kang, T.H., Lee, S.C., Thak, T.Y., Kim, K.S. and Hwang, I.K.(1985): Effect of sodium hydroxide spray treatment on rice straw on cattle performance and physiological state. *Korean J. Anim. Sci.* **27**(7): 426-430.

Kirk, T.K.(1973): Polysaccharide integrity as related to the degradation of lignin in wood by white-rot fungi. *Phytopathology.* **63**: 1504-1507.

Maeng, W.J., Mowatand, D.N. and Bilanski, W.K. (1971): Digestibility of sodium hydroxide-treated straw fed alone or in combination with alfalfa silage. *Can. J. Animal Sci.* **51**: 743-747.

Millett, M.A., Baker, A.J., Feist, W.C., Mellenberger, R.W. and Satter, L.D.(1980): Modifying wood to increase its *in vitro* digestibility. *J. Anim. Sci.* **31**: 771-788.

Millett, M.A., Baker, A.J. and Satter, L.D. (1976): Physical and chemical pretreatments for enhancing cellulose saccharification. *Biotechnol. Bioeng. Symp.* **6**: 125-153.

Pavlostathis, S.G. and Gossett, J.M.(1985): Alkaline treatment of wheat straw for increasing anaerobic biogradability. *Biotechnol. Bioeng.* **27**: 334-344.

Perdok, H.B. and Leng, R.A.(1985): Hyperexcitability in cattle fed (thermo-) ammoniated rice straw or wheat crop. Proc. Feeding system of animals in temperate areas. *Precongress I of 3rd AAAP Anim. Sci. Cong.:* 357-366.

Playne, M.J.(1984): Increased digestibility of bagasse by pretreatment with alkali and steam explosion. *Biotechnol. Bioeng.* **26**: 426-437.

Puri, V.P.(1983): Ozone pretreatment to increase digestibility of lignocellulose. *Biotechnol. Lett.* **5**(11): 773-776.

Vallarder, L. and Eriksson, K.E.(1985): Enzymatic saccharification of pretreated wheat straw. *Biotechnol. Bioeng.* **27**: 650-659.

姜泰洪, 車英鎬, 李泰宰(1987) : 벚짚의 飼料價値增進을 위한 연구. I. 암모니아 처리시 貯藏方法에 따른 飼料價値 比較. *韓畜誌*, **29**: 78-82.

高泰松, 金海洙, 金成圭(1985) : 가성소다 및 염산용액에서 가열한 벚짚의 家禽에서의 營養素 利用性에 미치는 영향. *韓畜誌*, **27**: 461-467.

高泰松, 金海洙, 金成圭, 羅采永(1985) : 증류수 혹은 0.25 N NaClO_2 에서 加熱한 벚짚의 構成成分의 變化와 家禽에서의 營養素 利用性. *韓畜誌*, **27**: 770-775.

金東翰(1987) : *Phanerochaete chrysosporium*에 의한 cellulose 生産 및 利用에 관한 연구. 전북대학교 대학원 박사학위논문: 1~110.

金井一, 孟元在, 張文伯(1986) : 암모니아 및 苛性소다 處理 벚짚의 飼料價値 向上 比較. *韓畜誌*, **28**: 86-93.

孟元在, 吳世正, 崔秉翼(1979) : 벚짚의 飼料價値 改善에 관한 연구. 1. 알칼리 처리가 통일벚짚의 化學的成分과 *in vitro* 消化率에 미치는 영향. *韓畜誌*, **21**: 343-349.

孟元在, 金東植(1984) : 벚짚의 암모니아 處理가 攝取量 및 飼料價値 向上에 미치는 影響. *韓畜誌*, **26**: 610-615.

孟元在, 丁泰榮, 朴浩成, 趙南基, 金源, 李敏載(1986) : 암모니아 處理가 緬羊에 依한 벚짚의 消化率과 攝取量 그리고 反芻胃內 암모니아 濃度 및

血液中 尿素濃度變化에 미치는 影響, 韓畜誌, 28: 480-483.

洪載植, 金東翰, 金明坤, 李克魯, 金英秀, 金明淑 (1988) : *Lyophyllum decastes*를 利用한 벗짚의

醱酵飼料에 관한 研究. I. Cellulase 生産條件 및 培養期間의 影響, 韓菌誌, 46: 128-134.

Accepted for Publication 26 June