

## 農産廢棄物の 成分分析 및 酵素分解에 關한 研究

禹 昌 命 · 李 瑞 來

放射線農學研究所 食品工學研究室

(1972년 10월 7일 수리)

## A Study on the Composition and Enzymatic Hydrolysis of Some Agricultural Waste Products

by

Chang Myung Woo and Su Rae Lee

Food Technology Division, Radiation Research Institute in Agriculture, Seoul

(Received October 7, 1972)

### Abstract

For the purpose of utilizing agricultural waste products for animal feeds, chemical analysis of some important agricultural wastes in Korea and enzymatic hydrolysis of rice hull were undertaken and summarized as follows:

1) Rice hull and straws of rice, barley and wheat were analyzed for their proximate principles and carbohydrate composition.

2) A strain of *Aspergillus niger* was selected as having the highest productivity of rice hull decomposing activity among many species of molds. The optimum conditions for the culture on washed wheat bran were 3 days of culture period, 55% moisture content and neutral pH and one hour was proper for the extraction of enzymes.

3) The extent of hydrolysis of xylan and rice hull by a crude enzyme preparation from this strain was 63% and 7%, respectively, and the optimum pH for its activity was 4.0 and 4.5, respectively.

4) Enzymatic hydrolysis of rice hull was generally suppressed by gamma-ray irradiation (0.5~5 Mrad, in dry state), but the effect was less by irradiation in wet state.

### 序 論

우리나라 食生活에서 動物性 蛋白質의 不足을 극복하기 위하여 畜産業이 발달되어야 함은 물론이다. 그러나 현재 우리나라의 飼料需給事情은 원활치 못하여 畜産業의 발달에 制限因子가 되고있다. 우리나라의 1966년도 自給飼料 生産實績<sup>(1)</sup>을 보면 乾草 138만톤, 麥초 (ensilage) 13만톤, 農産 부산물 128만톤, 根菜類 8만톤으로 총계 287만톤에 달하고 있다. 그러나 飼料資源이 절대적으로 부족하여 流通飼料 120만톤중 輸入量은 1969년도에 21만톤(1,500만불 상당), 1971년도에 26만톤

으로 증가하고 있다.

연이나 農産廢棄物을 利用하여 飼料의 일부를 대체시킬 수 있다면, 現 飼料需給事情의 展望은 상당히 밝아질 수 있을 것이다. 우선 農産廢棄物의 1970년도 生産量을 推定하여 보면<sup>(2)</sup> 주요한 것으로 왕겨 152만톤, 벳짚 876만톤, 麥類짚(대맥, 과맥, 호맥, 소맥) 353만톤이 된다.

현재까지 각종 農産廢棄物의 成分에 관하여 많은 보고가 있다.<sup>(3-10)</sup> 즉 一般成分은 單行本에 나와 있고, 炭水化合物 組成에 대해서는 Hansen 등<sup>(6)</sup>의 粗飼料 중 炭水化合物 및 lignin 에 대한 총설, Viguera Labo 등<sup>(5)</sup>의 왕겨.

중 각종 糖의 分析, Nikitin 및 Din<sup>(7)</sup>의 芻草 多糖類에 대한 比較檢討, Liu<sup>(8)</sup>에 의한 왕겨의 silicon의 성질에 관한 연구, Nakamura 및 Ichino<sup>(9)</sup>의 왕겨의 糖分등이 보고되고 있다. 그리고 Ko 및 Hilpert<sup>(10)</sup>는 芻草는 cellulose, lignin, xylan의 混合物이 아니고 일종의 complex를 형성하고 있다고 밝혀 農産廢棄物 利用에 있어서 加水分解上의 問題點을 시사하여 주고 있다. 따라서 農産廢棄物중의 炭水化合物을 利用하려면 우선 그의 組成을 分析할 필요가 있는 것이다.

이들 農産廢棄物을 飼料로 利用하는데 있어서는 많은 問題點이 남아있다. 현재까지 각종 廢棄物을 酸處理 혹은 酵素處理에 의하여 直接飼料로서 혹은 廢棄物 自體나 그 分解物에 미생들을 배양하여 醱酵飼料로서 利用하려는 시도는 많이 볼 수 있다. 즉 蔞豆<sup>(11,12)</sup>은 고구마 및 芻草를 原料로, 李冬<sup>(13)</sup>은 大豆皮를 原料로, 仲野 및 權<sup>(2)</sup>과 高田 및 佐佐木<sup>(14)</sup>는 왕겨를 原料로 醱酵飼料를 製造한 報告가 있다. 또한 趙登<sup>(15)</sup>은 각종 農産廢棄物을 *Trichoderma*屬 및 *Aspergillus niger*의 粗 酵素劑로 처리하였는 바 두 가지 酵素劑의 併用으로 粗 纖維 分解能力이 증가하였다고 報告하고 있다.

木材糖化에 대하여는 오래전 부터 그 研究事例가 많아 若澤<sup>(16)</sup>은 cotton linter 및 목재 pulp의 酵素分解의 前處理로서 蒸氣處理, 漂白處理가 큰 效果가 있었음을 보고하였으며, 荻原와 荒井<sup>(17)</sup>은 목재 pulp에 대한 cellulase 작용속도는 일반 酸加水分解 速度式 및 Michaelis-Menton式에 따르지 않는데 이는 섬유구조의 복잡성과 섬유소의 高分子性에 기인하는 것 같다고 하였다. 그의 채소 및 과일,<sup>(18-23)</sup> 양조,<sup>(24)</sup> 海藻,<sup>(25)</sup> 穀類<sup>(26)</sup>등에도 酵素劑의 應用이 시도되고 있으나, 연구조사 하는 農産廢棄物은 오히려 木材쪽에 가까운 성질을 갖지 않았나 생각된다.

農産廢棄物의 酵素分解에 있어서의 큰 阻害要因은 그 成分中의 硅酸質회분과 lignin으로 밝혀져 있으며, cellulase작용을 阻害하는 天然物質로는 주로 phenol性化合物, tannin 그리고 leucoanthocyanin에 속하는 化合物로 밝혀져 있다.<sup>(18)</sup> 또 cellulase의 측정에 있어서 濾紙纖維 및 脫脂綿의 섬유소를 기질로 하여 확인된 酵素活性은 植物組織의 분괴력과는 꼭 일치하지는 않으며, 오히려 植物組織의 崩壞力은 hemicellulose 分解力과 일치하는 경우가 많다<sup>(27)</sup>고 한다.

본 연구에서는 國內에서 주요한 農産廢棄物의 成分 分析을 실시하였고, 경제적으로 중요성을 가질수 있는 왕겨의 加水分解를 目的으로 이를 분해하는 우수菌株를 선정, 酵素劑 生産에 있어서의 몇 가지 特性을 살펴 보았으며, 왕겨의 酵素分解를 시도하였으므로 그 結果를

이에 報告한다.

## 材料 및 方法

### 1. 實驗材料

왕겨, 芻草, 브리짚, 밀짚은 水原 근교에서 구입하여 풍건시킨후 40 mesh로 粉碎하였다. 水洗 왕겨는 헝겍 물질을 제거할 目的으로 2~3회 가볍게 水洗한 후 乾燥시켜 40 mesh로 粉碎하였다. Xylan은 미국 Nutritional Biochemicals Corp. 製品이다.

### 2. 成分分析

#### 가) 一般分析

水分은 Brabender의 semi-rapid moisture detector로 測定하였고, 기타 成分은 常法에 準하였다.

#### 나) 遊離糖

試料 1 g을 20 ml의 80% ethanol로 加熱抽出하고, 全糖은 phenol-sulfuric acid법<sup>(28)</sup>으로, 還元糖은 Somogyi-Nelson비색법<sup>(29,30)</sup>으로 測定하였으며, 全糖에서 還元糖을 뺀 값을 非還元糖으로 표시하였다.

#### 다) 澱粉

McCready의 방법<sup>(31,32)</sup>에 의하여 測定하였다. 즉 80% ethanol로 遊離糖을 제거한 殘渣에서 52% perchloric acid로 澱粉을 抽出하고 iodine-potassium iodide 용액에 의하여 생성된 沈澱을 ethanolic sodium hydroxide로 溶解시켜 phenol-sulfuric acid법<sup>(28)</sup>으로 測定하였다.

#### 라) 纖維素의 分別定量<sup>(33)</sup>

粗纖維를 17.5% NaOH로 45분간 교반한 후 1-G-3 glass filter로 濾過하여 殘留物을  $\alpha$ -cellulose로 하고, 여액에 10% acetic acid를 가하여 pH 4.0으로 할때 생기는 沈澱을  $\beta$ -cellulose로 하였다. 그리고 粗纖維에서  $\alpha$ 와  $\beta$ -cellulose를 뺀 값을  $\gamma$ -cellulose로 하였다.

#### 마) 蛋白質의 定量

Folin-Lowry-Miller法<sup>(34,35)</sup>에 의하여 Beckman DU-2 spectrophotometer로 測定하였으며, egg albumin을 standard로 사용하였다.

### 3. 酵素活性의 測定法

#### 가) Xylanase activity

Xylan 0.625 g을 0.5 N NaOH 20 ml에 녹이고 1 N HCl 10 ml와 0.05 M acetate buffer(pH 4.5) 70 ml를 가하였다. 이 基質溶液 4 ml에 酵素液 1 ml를 가한후 40°C water bath에서 30분간 反應시킨후 Fehling-Lehman-Schoorl變法<sup>(36)</sup>으로 還元力을 測定하였다. 이와같은 條件下에서 1時間當 1 mg의 xylose 當量을 生成하는 酵素活性은 xylanase 1單位로 定義하였다.

나) Rice hull decomposing activity (이하 RHDA로 略함)

水洗왕겨 50 mg에 0.05 M acetate buffer(pH 4.5) 4 ml를 가한후 酵素液 1 ml를 가하여 40°C water bath에서 1~2시간 振盪反應(120 rpm, 진폭거리 4 cm)시킨 후 Fehling-Lehman-Schoorl變法<sup>(36)</sup>으로 還元力을 測定하였다. 이와같은 條件下에서 1時間當 1 mg의 xylose 當量을 생성하는 酵素活性을 RHDA 1單位로 定義하였다.

4. RHDA 生産菌株의 選拔

서울대학교 農科大學에 保存中인 곰팡이 80여 菌株를 대상으로 우수균주 선발을 試圖하였다. 즉 100 ml 삼각 후라스크에 5 g의 밀기울과 水道水 5 ml를 가하여 攪拌 綿絨한 후 15 lbs에서 15분간 加壓殺菌한 것에 菌株를 接種, 28°C에서 3일간 배양한 후 50 ml의 증류수를 넣고 Waring blender로 가볍게 磨碎한 다음 室溫에서 한 시간 抽出한 濾液에 대하여 酵素活性을 測定하였다.

一次 選拔에서 xylanase activity와 RHDA가 상당히 있는 菌株를 얻고 이들을 다시 왕겨粉 10%를 가한 水洗밀기울에 3일 및 6일간 培養하여 우수菌株를 選拔하였다.

5. 酵素劑의 製造

水洗밀기울 100 g에 水道水 100 ml를 加하고 加壓殺菌한 다음 接種하여 28°C에서 3日間 배양하였다. 이와 같이 만든 고오지에 5배의 물을 넣고 가볍게 마쇄한 다음 한시간 抽出, 濾過한 후 원심분리한 上澄液에 황산 암모늄을 0.8포화도로 가할때 나오는 沈澱을 소량의 물에 溶解, 透析시킨 것을 粗酵素液으로 사용하였다.

6. 왕겨 및 xylan의 放射線 照射

왕겨 또는 xylan 일정량을 비닐 容器에 넣고 本研究所에 設置된 20,000큐리 Co-60 BNL's shipboard irradiator에 의하여 距離를 일정하게 하고 時間을 調節하여 線量率 250 rad/sec에서 5 Mrad까지 照射시켰다.

結果 및 考察

1. 農産廢棄物의 化學成分

가) 一般成分

왕겨, 벋짚, 보리짚, 밀짚에 대한 一般成分 分析結果는 Table 1과 같다.

Table 1. Proximate composition of some agricultural waste products (%)

Waste product	Moisture	Ash	Crude fat	Crude protein	Crude fiber	N-free extract
Rice hull	9.02	14.05	0.72	2.63	35.74	37.84
Rice straw	10.85	10.76	2.15	4.38	30.44	41.42
Barley straw	11.12	7.08	2.21	3.94	33.44	42.21
Wheat straw	11.30	5.86	2.12	2.63	31.96	46.13

이에서 보는 바와 같이 우리나라 農産廢棄物은 灰分이 5~14%, 粗脂肪이 0.7~2.2%, 粗蛋白質이 2.6~4.4%정도이며, 粗纖維가 30~36%, 可溶性無窒素物이 38~46%나 함유되어 있다. 여기에서 粗纖維와 可溶性無窒素物을 합하면 72~78%나 되는 것으로 이 다량의

성분을 效果의으로 이용하는 것이 農産廢棄物活用的 關鍵이 되고 있다.

나) 炭水化合物의 組成

農産廢棄物의 主成分은 炭水化合物로서 이중 可溶性無窒素物의 組成을 보던 Table 2와 같다.

Table 2. Composition of nitrogen-free extract in some agricultural waste products (%)

Waste product	N-free extract	Reducing sugars	Non-reducing sugars	Starch	Balance*
Rice hull	37.84	0.28	0.95	1.35	35.26
Rice straw	41.42	1.48	1.70	1.08	37.16
Barley straw	42.21	0.75	1.55	1.08	38.83
Wheat straw	46.13	0.70	1.40	1.82	42.21

\* Balance = N-free extract - (reducing sugars + non-reducing sugars + starch)

一般分析에서 hemicellulose는 그 一部分가 可溶性無窒素物에 들어가고 나머지 一部分는 粗纖維에 들어간다고 알려져 있으므로 두 fraction에서 hemicellulose 함량을 각각 推定하였다.

Table 2에서 보는 바와 같이 有效成分이라 볼수있는 還元糖, 非還元糖, 澱粉의 함량은 매우 소량임을 알 수

있었고, balance로 표시한 것이 可溶性無窒素物에 포함되어 있다고 생각되는 hemicellulose 함량으로서 可溶性無窒素物의 대부분을 차지하고 있다. 여기에서 pectin質도 이 含量에 포함되지만 Ferguson<sup>(37)</sup>에 의하면 粗飼料에서 pectin質은 겨우 1.0~1.5%에 불과하므로 hemicellulose 含量 推定에 큰 誤差는 범하지 않으리라 생각

된다.

Table 3. Composition of crude fiber in some agricultural waste products (%)

Waste product	Crude fiber	$\alpha$ -Cellulose	$\beta$ -Cellulose	$\gamma$ -Cellulose
Rice hull	35.74	35.04	0.28	0.42
Rice straw	30.44	26.34	0.46	3.64
Barley straw	33.44	31.34	0.32	1.78
Wheat straw	31.96	29.26	0.39	2.31

한편 粗纖維를 分別定量한 결과를 보면 Table 3에서와 같이  $\alpha$ -cellulose가 대부분이고 hemicellulose로 看做되는  $\beta$ ,  $\gamma$ -cellulose含量은 비교적 적었다. 그러므로 農産廢棄物의 hemicellulose는 거의가 可溶性無窒素物 fraction에 존재하며 그 대부분을 차지하고 있다. 農産廢棄物의 炭水化合物 組成을 다시 표현하면 Table 4와 같다.

Table 4. Carbohydrate composition of some agricultural waste products (%)

Waste product	$\alpha$ -Cellulose	Sugars & starch	"Hemicellulose"	
			(I)	(II)
Rice hull	35.04	2.58	35.26	35.96
Rice straw	26.34	4.26	37.16	41.26
Barley straw	31.34	3.39	28.83	40.93
Wheat straw	29.26	3.92	42.23	44.93

(I) = N-free extract - (sugars + starch)  
 (II) = (I) +  $\beta$ -cellulose +  $\gamma$ -cellulose

Table 4에서 보는 바와 같이 hemicellulose의 總量은 대략 36~45%로 推定할 수 있다. 그러나 우리가 未定量한 lignin의 함량은 10% 내외로 알려져 있으므로<sup>(6)</sup> 이를 감안하면  $\alpha$ -cellulose와 비슷한 양이 함유되어 있다. 農産廢棄物을 動物飼料 또는 醱酵基質로 應用함에 있어서는 이들 纖維質을 加水分解하여 吸收 또는 醱酵가 가능한 糖類의 상태로 만드는 것이 必須的인 과제로서 이를 성취하기 위하여 物理·化學的인 處理나 生物學的인 方法이 利用될 수 있다.

2. 微生物에 의한 纖維質分解酵素의 生産條件

가) 纖維質 分解酵素 生産菌株의 選拔

保存菌株 80여균주에서 1次 선발 2次 선발을 거쳐 우수균주로 *Aspergillus niger*를 선택하였다. 그리고 培養基로서 밀기울보다 水洗밀기울에서 비교적 높은 活性的 酵素를 생산하였다.

Table 5. Xylanase and rice hull decomposing activity of some selected molds

Microorganism	enzyme	Activity(units/g medium)			
		2 days	3 days	4 days	6 days
<i>Aspergillus niger</i>	Xylanase	184	192	187	184
	RHDA	6	9	7	7
<i>Aspergillus sp.</i>	Xylanase	162	180	172	158
	RHDA	—	—	5	7
<i>Penicillium expansum</i>	Xylanase	70	100	108	120
	RHDA	—	—	—	2
<i>Penicillium notatum</i>	Xylanase	100	172	153	120
	RHDA	—	—	1	3

나) 撒水量의 영향

수세 밀기울 5g에 대하여 水道水 60~140%를 加하고 28°C에서 3일 培養한 結果는 Fig. 1과 같다. 즉 xylanase activity 및 RHDA는 다 같이 100% 撒水量에서 最高 活性的을 나타내었다.

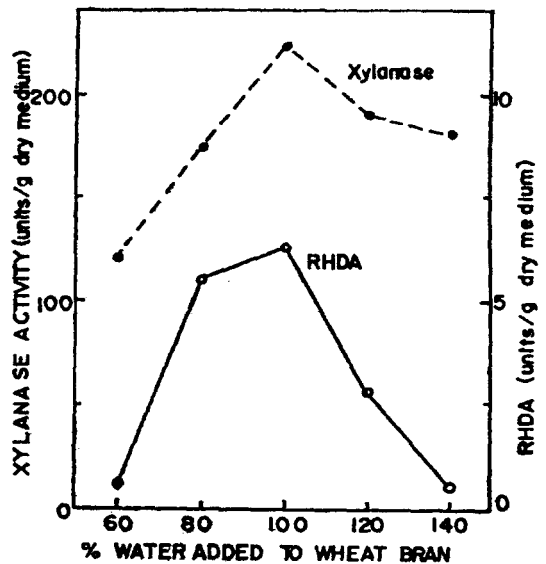


Fig. 1. Effect of the amount of water added to washed wheat bran on the production of xylanase and rice hull decomposing enzymes from *Aspergillus niger*

다) 撒水 pH의 영향

水洗밀기울 5g에 HCl 또는 NaOH 용액에 의하여 각각 다른 pH로 조절한 水道水 5ml를 가하고 上記 方法과 같이 培養하여 두 酵素活性的을 測定한 結果는 Fig. 2와 같다. 즉 xylanase는 pH 3.5~6.0사이에서 높은 活性的을 보이나, RHDA는 中性쪽에서 높은 活性的을 나타내고 있다.

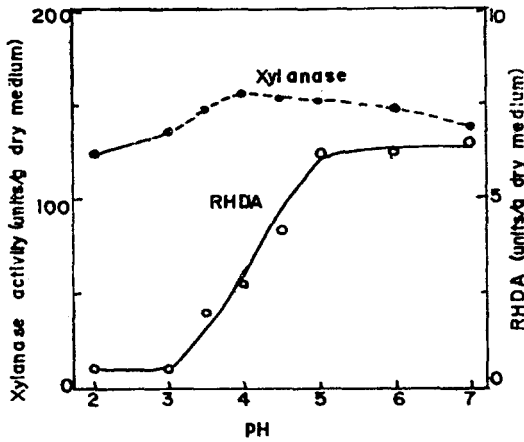


Fig. 2. Effect of pH of water added to washed wheat bran on the production of xylanase and rice hull decomposing enzymes from *Aspergillus niger*

라) 炭素源 添加의 영향

水洗밀기울 5g에 여러가지 炭素源을 3%되도록 가하고 水道水 5ml를 添加하여 上記 方法과 같이 培養한 結果는 Table 6과 같다. 즉 炭素源의 添加에 의하여 두 酵素의 生産은 오히려 抑制되었다.

Table 6. Effect of additional carbon source on the production of xylanase and rice hull decomposing enzymes from washed wheat bran by *Aspergillus niger*

Carbon source	Relative activity	
	Xylanase	RHDA
Control	100	100
Xylose	83	60
Glucose	85	20
Galactose	96	100
Sucrose	91	30
Soluble starch	83	80
Rice hull powder	92	78

마) 窒素源 添加의 영향

水洗밀기울 5g에 대하여 N로 0.5%되도록 각종 窒素源을 가하여 上記方法과 같이 培養한 結果는 Table 7과 같다. 즉 xylanase activity에서는 별로 큰 영향을 미치지 않으나 RHDA에서는 각 窒素源에 대하여 相異한 結果를 나타내었다.

바) 酵素 抽出時間의 영향

水洗밀기울 5g에 同量의 水道水를 가하고 28°C에서 3日間 培養하여 만든 고오지에 50ml의 증류수를 加한

Table 7. Effect of additional nitrogen source on the production of xylanase and rice hull decomposing enzymes from washed wheat bran by *Aspergillus niger*

Nitrogen source	Relative activity	
	Xylanase	RHDA
Control	100	100
Peptone	106	233
Yeast extract	106	183
NaNO <sub>2</sub>	100	142
NaNO <sub>3</sub>	102	160
NH <sub>4</sub> Cl	106	40
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	97	117
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	106	150
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	100	50
(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO	95	156

후 室溫에서 往復振盪機(60 rpm, 진폭거리 4 cm)로 각각 시간을 달리 振盪抽出하여 얻은 酵素液의 두 活性을 測定한 結果는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 1時間 抽出이 두 酵素에 適當하였다.

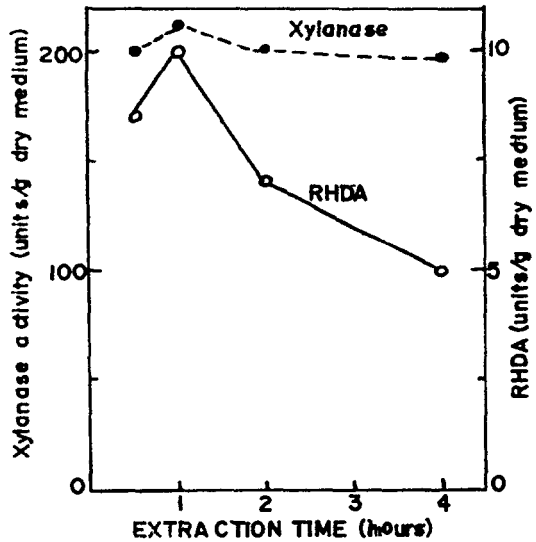


Fig. 3. Effect of extraction time on the xylanase and rice hull decomposing enzymes from solid culture of *Aspergillus niger*

이상 탄소원 및 질소원 첨가의 영향, 酵素生産 最適 pH, 그리고 효소 추출시간등에서 살펴본 結果 RHDA는 xylanase 만에 의한것이 아님을 알 수 있었다.

3. 왕겨의 酵素의 加水分解

가) 粗酵素製品の 製造試驗

實驗方法에서 기술한 바와 같이 粗酵素 製品을 제조

하였으나, 이때 精製經過를 보면 Table 8과 같다. 이때 透析은 cellophan 透析膜을 사용하였으며, 4°C에서 magnetic stirrer로 계속 교반하면서 자주 증류수를 갈아 주었다. 이러한 條件하에서 18시간 透析시킨 결과 cellophan 透析膜의 파열없이 初期 환산암모니아濃度는 99%이상 除離될수 있었다.

Table 8. Preparation of crude enzymes from solid culture of *Aspergillus niger*

	Initial extract	Ammonium sulfate ppt.	After dialysis
Volume (ml)	835	92	167
Protein (mg/ml)	6.5	42.4	16.8
Xylanase (units/ml)	7,360	43,400	22,100
RHDA (units/ml)	71	287	205

이 酵素劑의 作用 最適 pH를 보면 Fig. 4와 같이 xylanase는 pH 4.0 부근이며 RHDA는 pH 4.5 부근이었다.

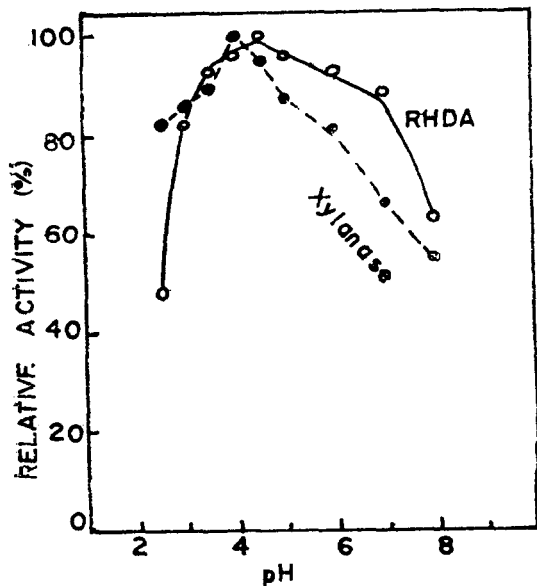


Fig. 4. PH-activity curve of xylanase and rice hull decomposing activity from *Aspergillus niger* (pH 2.5~3.5 : 0.05 M glycine-HCl buffer; pH 4~5 : 0.05 M acetate buffer; pH 6~8 : 0.05 M phosphate buffer)

나) 왕겨 및 xylan의 酵素分解

Xylan의 酵素分解는 0.625% 基質溶液(pH 4.5) 40 ml에 酵素液 10 ml(xylanase 22,000 units)를 加하고 40°C 恒溫水槽에서 反應시키면서 經時的으로 一定量씩 취하여 Fehling-Lehman-Schoorl變法으로 還元力을 測定하였다.

왕겨의 酵素分解는 L형 시험관에 왕겨粉을 50 mg씩

취하고 이에 0.5 N NaOH 1 ml를 加한후 1 N HCl 0.5 ml로 中和시킨 다음 0.05 M acetate buffer(pH 4.5) 2.5 ml를 加하고 여기에 酵素液을 1 ml(RHDA 40 units)씩 加하여 40°C 恒溫振盪水槽(120 rpm, 振幅距離 : 4 cm)에서 계속 反應시키면서 經時的으로 Fehling-Lehman-Schoorl變法으로 還元力을 測定하였다.

위와 같이 測定한 xylan 및 왕겨의 酵素分解 經過를 보면 Fig. 5와 같다.

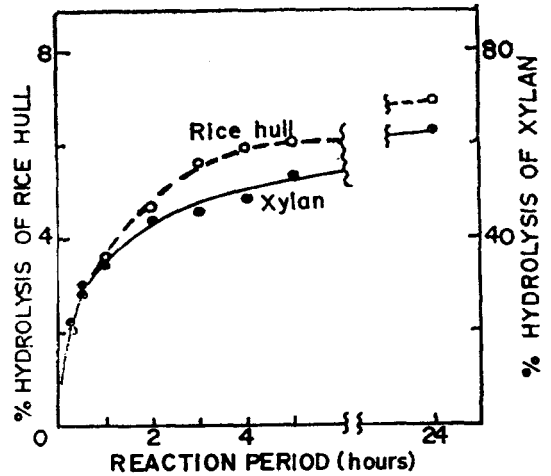


Fig. 5. Extent of hydrolysis of rice hull and xylan by crude enzymes from *Asperigillus niger*

또한 왕겨의 酵素分解率을 酸加水分解率과 比較하기 위하여, 왕겨 1g을 大型 시험관에 취하고 1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 40 ml를 가하여 boiling water bath에서 加水分解시킨 결과는 Fig. 6과 같이 xylose로 환산하면 19.6%, glucose로 換算하면 23.7% 加水分解되었다.

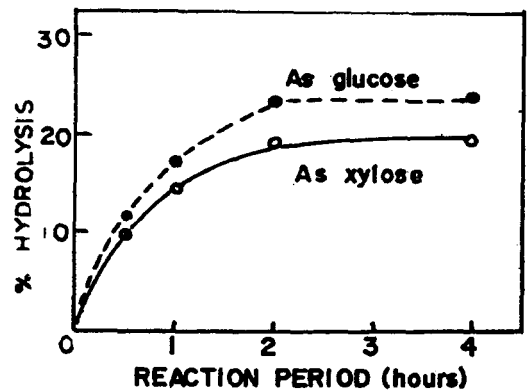


Fig. 6. Extent of hydrolysis of rice hull powder by 1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

酵素分解에 있어서 xylan 은 固形物當 加水分解率이 62.5%이었다. 그러나 왕겨의 酵素分解率은 固形物當 6.95%, 纖維素 및 hemicellulose 總量에 대하여 9.79% 이었고, 酸 加水分解率에 비하면 35.5%에 不過하였다. 그러므로 이 酵素劑에 의하여 酸加水分解 정도의 效果를 얻으려면 적당한 前處理를 模索하여야 될 것으로 생각된다.

4. 왕겨의 加水分解에 미치는 放射線 照射의 영향

가) 왕겨의 酵素分解에 미치는 영향

風乾狀態의 왕겨를 각각 다른 線量의 伽馬선으로 照射시킨 후 酵素劑에 의하여 加水分解시킨 결과는 Fig. 7 과 같다.

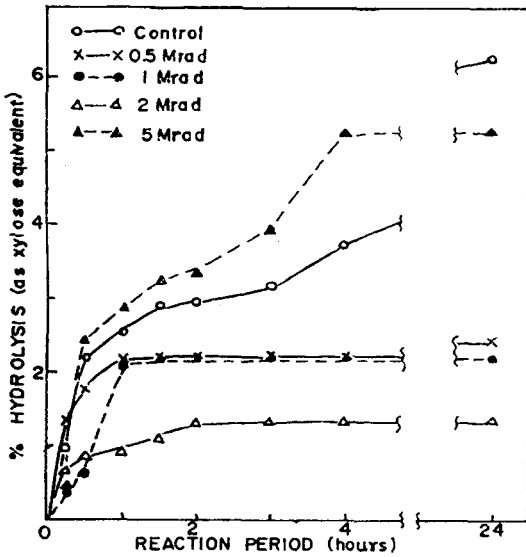


Fig. 7. Enzymatic hydrolysis of rice hull irradiated with gamma-ray in dry state

Fig. 7에서 보는 바와 같이 0.5, 1, 2 Mrad까지는 線量의 증가에 따라 加水分解率이 떨어졌다. 그러나 5 Mrad에서는 최종加水分解率은 떨어지나 初期反應速度가 無處理區에 비하여 약간 높았다.

한편 왕겨를 동량의 증류수로 濕潤시킨 狀態에서 伽馬선으로 照射한 시료의 酵素分解過程을 보면 Fig. 8 과 같다.

그 結果는 乾燥狀態에서 照射한 왕겨의 酵素分解와는 相異하였다. 즉 왕겨의 酵素分解는 放射線 照射에 의하여 일반적으로 抑制되는 것을 볼 수 있다. 그러나 水和狀態에서는 線量이 높아짐에 따라 그 效果가 적었다. 따라서 왕겨의 組織이 放射線 照射에 의하여 더 硬固하게 되는 반면 高線量에서는 水和狀態에서 多糖類의 分解에 의하여 酵素作用을 받기 쉽게 만드는 것이 아닌가

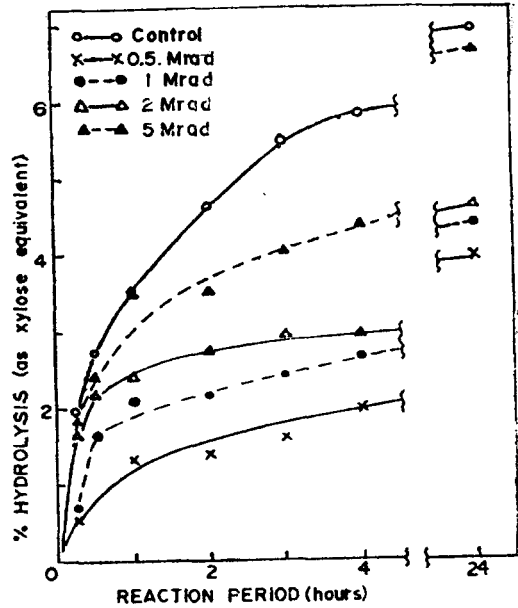


Fig. 8. Enzymatic hydrolysis of rice hull irradiated with gamma-ray in wet state

생각된다. 이는 Table 9에서와 같이 왕겨를 乾燥狀態와 水和狀態에서 照射할 때의 還元力 增加 및 酸加水分解率을 보아서 뒷받침되고 있다.

Table 9. Formation of reducing power and acid-hydrolysis of rice hull after gamma-irradiation

Dose irradiated (Mrad)	Formation of reducing power (mg xylose equivalent/g material)		Hydrolyzability by 1 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mg xylose equivalent/g material)
	dry state	wet state	
0	19.8	19.8	204
0.5	19.8	24.2	182
1.0	19.8	27.5	195
2.0	22.0	31.9	199
5.0	26.4	35.2	224

나) xylan의 酵素分解에 미치는 영향

伽馬선으로 照射한 xylan을 酵素劑에 의하여 加水分解한 結果는 Fig. 9와 같다.

이에서 보는 바와 같이 放射線 照射에 의하여 加水分解 初期反應速度와 酵素分解率이 미약하게 촉진되나 별로 큰 效果는 없었다. 그러나 왕겨의 경우와 같이 加水分解率이 감소되는 경향은 보이지 않았다.

한편 放射線 照射가 xylan 分子 自體에 미치는 영향을 보기 위하여 乾燥狀態의 xylan을 각각 다른 線量으로 照射하고 0.5 N NaOH로 용해시킨 다음 Somogyi 滴

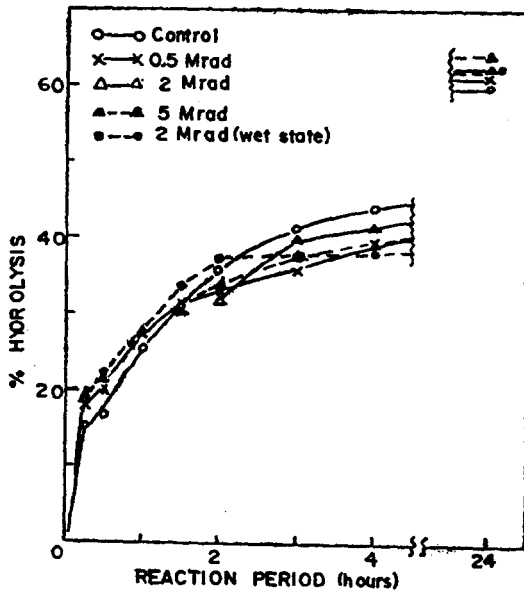


Fig. 9. Enzymatic hydrolysis of xylan irradiated with gamma-ray

定法<sup>(30)</sup>으로還元力を測定하고 Ostwald 粘度計로 낙하속도를測定하여還元粘度로 표시한 결과는 Fig. 10 과 같다.

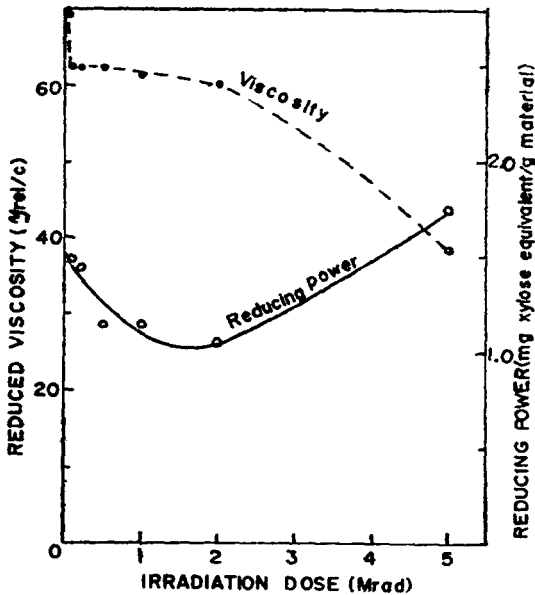


Fig. 10. Effect of gamma-ray irradiation on reducing power and viscosity of xylan

즉 2 Mrad까지는粘度는 약간 감소하나還元力은 오히려 떨어졌다. 그러나 5 Mrad에서 현저히粘度가 떨어지는 동시에還元力도 약간 증가하였다.

xylan 과 같은 多糖類의 放射線 照射에 있어서 어느 線量까지는 depolymerization이 일어나지만還元性物質이 파괴되지 않는가 추측되며 高線量에서는破壞되는還元基의 量에 비하여 分解生成되는還元末端基가 더 증가되는 때문이라 생각된다.

要 約

主要한 農産廢棄物의 飼料의 利用을 위하여 그들의 成分分析을 실시하였고, 왕겨의 酵素의 加水分解를 시도하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1) 왕겨, 벧짚, 브리짚, 밀짚의 一般成分과 炭水化合物 組成을 分析하였다.

2) 왕겨 分解酵素 生産菌株로서 *Aspergillus niger* 를 선정하였고 이를 水洗밀기울에 배양할 때의 最適條件은 培養日數 3일, 撤水量 55%, 撤水 pH는 中性이었으며 酵素抽出시간은 1시간 정도가 적당하였다.

3) *Aspergillus niger*에서 生産한 粗酵素液의 xylan의 加水分解率은 63%, 왕겨 加水分解率은 7%이었고, 作用最適 pH는 xylan 4.0, 왕겨 4.5이었다.

4) 왕겨의 酵素分解는 감마선 照射(0.5~5 Mrad)에 의하여 凍結상태에서는 일반적으로 억제되었으나 水和狀態에서는 線量이 높아짐에 따라 그 效果가 적었다.

引 用 文 獻

- 1) 農林部: 農林統計年報 (1971).
- 2) 仲野隆一, 權錫圭: 朝鮮總督府 中央試驗所報告, 2回, 111 (1917).
- 3) Morrison, F. B.: *Feeds and Feeding*, The Morrison Pub. Co., Clinton, Iowa (1959).
- 4) 森本宏: 飼料學, 養賢堂, 東京 (1969).
- 5) Viguera Labo, J. Ma., Casas Carraminaña, A. and Primo Yüfera, E.: *Rev. Cienc. apl. (Madrid)*, 7, 142 (1953).
- 6) Hansen, R. G., Forbes, R. M. and Carlson, D. M.: *Univ. Illinois Agr. Exp. Sta. Bull.*, No. 634 (1958).
- 7) Nikitin, V. N. and Din, K. K.: *Bumazh. Prom.*, 33(5), 15 (1958).
- 8) Liu, S. L.: *J. Chinese Chem. Soc. (Taiwan)*, Ser. II, 8, 226 (1961)[*Chem. Abstr.*, 58, 8234(1963)].
- 9) Nakamura, S. and Ichino, K.: *J. Ferment. Technol. (Japan)*, 26, 39 (1948).
- 10) Ko, H. C. and Hilpert, R. S.: *J. Chem. Eng. China.*, 15, 97 (1948).



- 11) 蔣潤煥, 吳才燮, 金浩植: 農事試驗研究報告, 6(3), 61 (1963).
- 12) 蔣潤煥, 金浩植: 農事試驗研究報告, 7(3) 1 (1964).
- 13) 이양희, 김숙희, 조명숙: 한국영양학회지, 5, 33 (1972).
- 14) 高田亮平, 佐佐木博介: 釀造學雜誌(日本), 20, 118 (1942).
- 15) 조한옥, 이홍식, 김희창: 원자력연구논문집, 9 (1-2), 49 (1969).
- 16) 若澤正, 丹羽富造, 一之瀬炯次, 田中辰雄: 釀造工學雜誌(日本), 41, 40 (1963).
- 17) 荻原允隆, 荒井健一郎: 釀造工學雜誌(日本), 47, 274 (1969).
- 18) 外山信男: 釀造工學雜誌(日本), 47, 714 (1969).
- 19) 外山信男: 釀造工學雜誌(日本), 43, 683 (1965).
- 20) 外山信男, 藤井昇, 小川喜八郎: 釀造工學雜誌(日本), 43, 756 (1965).
- 21) 外山信男: 食品工業(日本), 9(14), 43 (1966).
- 22) 今井豐彦, 黒田彰夫: 釀造工學雜誌(日本), 44, 854 (1966).
- 23) 石井茂孝, 菊地忠昭, 横塚保: 日本農藝化學會誌, 43, 536 (1969).
- 24) 中山重徳, 竹田良作, 外山信男: 釀造工學雜誌(日本), 43, 648 (1965).
- 25) 八賀勉夫, 林金雄: 釀造工學雜誌(日本), 42, 207 (1964).
- 26) 平緒一暁, 浦島陽子, 黒田彰夫: 釀造工學雜誌(日本), 41, 288 (1963).
- 27) 千葉悟郎, 井上順一: 食品工業(日本), 9(14), 64 (1966).
- 28) Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A. and Smith, F.: *Anal. Chem.*, 28, 350 (1956).
- 29) Nelson, N.: *J. Biol. Chem.*, 153, 375 (1944).
- 30) Somogyi, M.: *J. Biol. Chem.*, 195, 19 (1952).
- 31) McCready, R. M., Guggolz, J., Silviera, V. and Owens, H. S.: *Anal. Chem.*, 22, 1156 (1950).
- 32) Hassid, W. Z. and Neufeld, E. F.: *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Vol. IV (Starch), Academic Press, New York, p.33 (1964).
- 33) 東京大學農學部 農藝化學教室: 實驗農藝化學, 朝倉書店, 東京, 下卷 p.653 (1959).
- 34) Miller, G. L.: *Anal. Chem.*, 31, 964 (1959).
- 35) Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L. and Randall, R. J.: *J. Biol. Chem.*, 193, 265 (1951).
- 36) 東京大學農學部 農藝化學教室: 實驗農藝化學, 朝倉書店, 東京, 下卷 p.587 (1959).
- 37) Ferguson, W. S.: *Agr. Prog.*, 23, 129 (1948).