

放射線 照射에 依한 麥芽力價增大에 關한 研究

*金 炳 默 • ** 金 燐 洙

* 서울 女子 大學

** 原子力廳 放射線農學研究所

(1969年 2月 28日 受理)

Effects of Gamma-irradiation on Enzyme Activities of Green Malt.

by Byung Mook Kim* • and Hyong Soo Kim**

* Seoul Woman's College

** Radiation Research Institute in Agriculture

Office of Atomic Energy

Summary

For the study of the effects of low gamma-irradiation on malt enzymes, barley seeds were irradiated by Co-60, with 10, 100, 1,000 and 10,000 rads respectively.

The experiments on the germinated green malt were resulted as follows.

(1) By the low doses below 1,000 rads the fresh weights of green malts increased but at the high doses of 10,000 rads they decreased.

(2) In all doses α -amylase activity and saccharifying ability were expedited, showing the increased effects of 23-69% and 87-178% respectively and their peaks at 100 rads.

(3) Protease activity showed almost no changes in the low doses below 1,000 rads and decreased remarkably at the high doses of 10,000 rads.

(4) Reducing sugar contents of green malts were decreased, particularly in 100 and 1,000 rads.

(5) Soluble protein contents of green malts were increased in all doses and had their highest value at 100 rads.

緒 論

일찍이 1912年 Stoklasa, Molisch等에 의하여 Radium鹽이나 Uranium鹽과 같은 自然生成放射性物質에서 放出되는 放射線 照射가 植物生長에 促進의 效果를 나타내는 것이 研究報告된 以來 Kaindle等⁽⁴⁾이 指摘한 바와같이 二次大戰後 한때 原子爆彈

의 被害를 본 地域에서 植物生育이 格別히 繁盛해 졌음이 觀察됨에 이르러 植物에 對한 放射線의 이와같은 刺戟의 效果가 널리 注目되었고 特히 農産物의 增收, 農産物의 加工等을 爲한 放射線利用의 可能性이 여러모로 研究檢討되게 되었다.

Suess⁽²⁾는 春播大麥種子에 0~800 rads의 γ 線을 照射한 結果 2~40 rads에서 七日후에 生育이 相當히 促進되었다고 하였고 Tipples와 Norris⁽³⁾는 麥芽의 性質을 研究하기 爲하여 大麥에 16 Krads의 γ 線을 照射한 結果 低線量區 麥芽中の maltose와 遊離 β -amylase가 增加되었으며 100 Krads 以下에서는 α -, β -amylase, protease activity가 조금밖에 變化되지 않았다고 하였다.

한편 Kuzin⁽¹⁾은 放射線의 照射를 받은 作物의 生長이 線量에 따라 促進 또는 阻害되는 것은 作物體의 細胞分裂에 中樞的 役割을 하는 것으로 알려져 있는 DNA에 對한 放射線의 影響과도 密接하게 關聯되어 있을 것으로 보고 數 Röntgen 程度의 低線量을 照射할 경우 Watson Crick가 想定한 DNA構造에 있어 purine과 pyrimidine 사이의 H의 弱한 結合수가 刺戟을 받아 그로 인하여 有絲分裂이 加速되고 蛋白質 合成等 生體內 合成機作이 促進되어 나아가서는 作物生長의 促進을 招來하는 것이라고 推論하였다.

以上과 같은 諸 研究報告를 綜合檢討해 볼 때 數 Röntgen 程度의 低線量의 放射線照射에 依한 植物體內的 各種 酵素의 活性化는 充分히 豫想되며 特히 細胞分裂이 活潑하게 일어나는 發芽期에 있어 新生細胞의 榮養供給에 關與하는 酵素系에 對한 刺

的効果는 期待되는바 크나 筆者等은 低線量放射線의 麥芽力價에 對한 增大効果 如否를 보기 爲하여 大麥種子에 低線量의 γ 線을 照射한 後 麥芽를 만들어 몇몇 酵素의 活性을 測定해 본 결과 현저한 增大效果를 얻었으므로 그 成績을 여기에 報告하는 바이다.

實驗 方法

材 料

本實驗에 供試된 大麥은 1967 年度 濟州道產 Golden melon 種이었으며 風乾試料를 Vinyl 봉지에 密封한 後 γ 線을 照射하였다. γ 線照射는 Co^{60} 을 radiation source로 하여 各各 10, 100, 1,000, 10,000 rads씩 照射하였다.

方 法

1. 生麥芽製造

照射된 大麥은 15°C 程度의 물에 一晝夜 浸漬한 後 25×25cm 發芽床을 使用하여 15°C 前後의 incubator에서 發芽시켰다. 發芽가 始作된지 三日만에 試料를 採取하여 實驗에 供하였다.

2. 生麥芽의 生體重 測定

生麥芽表面에 附着되어 있는 水分을 filter paper로 除去한 後 生體重을 測定하였다.

3. 酵素液 調製

生麥芽 1g을 蒸溜水 100 ml로 乳鉢에서 마쇄한 後 30°C에서 30分間 抽出한 다음 濾過하여 그 濾液을 酵素液으로 使用하였다.

4. 生麥芽中の α -amylase activity 測定

Smith와 Ree¹⁰⁾의 photometric method에 依하여 測定하였다.

試驗管에 1.2% Starch solution 5 ml, 0.2 M phosphate buffer solution (pH7.2) 3 ml, 0.5M NaCl 1 ml를 넣고 酵素液 1 ml를 넣어 37°C water bath上에서 10分間 作用시킨 다음 1 N HCl 2 ml를 加하여 酵素作用을 抑制한 後 200 ml로 稀釋하고 Iodine Reagent 5 ml를 加하여 發色시킨 後 250 ml로 定容한 다음 波長 620 m μ 에서 optical density를 測定하여 Enzyme units를 다음式에 依해 計算하였다.

$$\frac{B-A}{B} \times 600 = \alpha\text{-amylase units}/100 \text{ ml}$$

Table. 1. Fresh weight of green malt as influenced by γ -irradiation

Treatments Items	control	10 rads	100 rads	1000 rads	10000 rads	L. S. D	
						5 %	1 %
fresh weight(mg)	97.8	110.0	118.4	107.4	84.5	8.04	11.29
% of control	100	112.4	121.1	109.9	86.4	8.22	11.57

但 { B...非消化試驗管의 O.D
 { A...消化試驗管의 O.D

5. 生麥芽의 糖化力 測定

常法²⁾에 依하여 可溶性澱粉을 基質로서 作用시켜 生成하는 還元糖을 Nelson과 Somogyi法 (8.9, 11)에 依하여 測定하였다. 試驗管에 1.2% starch solution 10 ml 및 酵素液 0.5 ml를 넣고 50°C에서 30分間 作用시킨 다음 water bath上에서 加熱하여 酵素作用을 靜止시키고 生成된 還元糖을 copper alkaline solution과 arsenomolybdate로 發色시켜 540 m μ 에서 比色定量하였다.

生麥芽의 糖化力은 一定量의 基質로부터 生成되는 還元糖의 百分率 即 糖化率(%)로 表示하였다.

6. 生麥芽中の protease activity 測定

Anson法¹⁾에 依한 Hagiwara⁹⁾, Yoshii et al¹⁴⁾, Kim and Lee⁸⁾法에 依하여 測定하였다.

試驗管에 2% casein solution 4 ml와 酵素液 4 ml를 넣고 35°C에서 30分間作用시킨 다음 0.4 M를 Trichloro acetic acid 5 ml 加하여 酵素作用을 抑制한 後 生成된 tyrosine을 Folin's reagent로 發色시켜 620 m μ 에서 比色定量하였다.

Protease activity는 一定量의 基質로부터 Tyrosine의 生成率(mg%)로 表示하였다.

7. 生麥芽中の 還元糖 定量

生麥芽 一定量을 取하여 1% NaCl液으로 乳鉢에서 마쇄한 後 遠心分離하여 上澄液中の 還元糖을 Nelson과 Somogyi法에 依하여 定量하였다.

8. 生麥芽中の Soluble protein 定量

還元糖 定量에서와 마찬가지로 生麥芽一定量을 1% NaCl液으로 抽出한 濾液中の Soluble protein을 Lowry et al¹⁾法에 依하여 測定하였다.

即 蛋白質 5~100 r를 包含하는 試料液 0.2 ml를 試驗管에 取하고 2% Na₂CO₃ 調合液 1 ml로 室温에서 10分間 處理한 後 Folin's reagent로 發色시켜 500 m μ 에서 比色定量하였다.

結果와 考察

1. 生麥芽의 生體重

麥芽의 生長率을 檢討할 目的으로 每粒當 生體重을 測定한 結果는 Table 1. 및 Fig. 1과 같다.

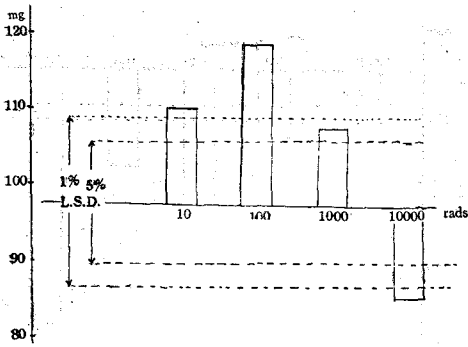


Fig. 1 The effects of γ -irradiation on the growth (fresh weight)

Table 1. 및 Fig. 1에서 보는바와 같이 生體重은 10~1000 rads의 低線量區에서 현저히 增加되었으며 특히 100 rads區에서 가장 增加되었다. 한편 10,000 rads의 高線量區에서는 현저히 減少되었으며 이는 γ 線 照射에 依한 麥芽生育의 促進 및 阻害效果의 限界點이 1,000~10,000 rads 사이에 位置하고 있음을 말해 주고 있다.

2. 生麥芽中の α -amylase activity

結果는 Table 2. 및 Fig 2. 와 같다.

Table 2. α -amylase activity of green malt as influenced by γ -irradiation.

Items	Treatments					L. S. D.	
	control	10 rads	100 rads	1000 rads	10000rads	5 %	1 %
units	303.8	341.8	421.4	424.0	413.6	69.54	115.98
% of control	100	112.5	138.7	139.5	136.1	22.89	38.17

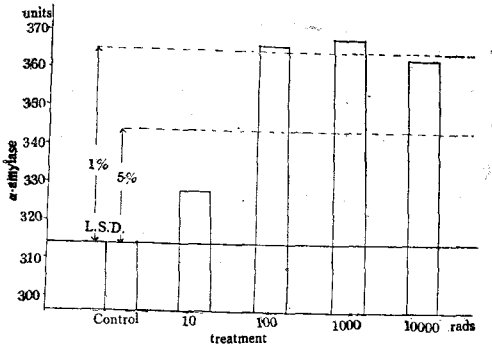


Fig. 2 The effect of γ -irradiation on α -amylase activity green malt

生麥芽中の α -amylase activity는 10~10,000 rads의 全照射區에서 모두 增大되었으며 100~1,000 rads區에서 현저하였고 10 rads區에서는 오히려 輕

微하였다.

특히 10,000 rads의 高線量區에서 生育阻害效果와는 달리 α -amylase activity 增大效果가 나타난 것은 注目할만 하며 이것은 生長과 直接 關係되어 있는 核酸 (DNA) 自體보다 蛋白質이 放射線 抵抗性이 크다고 하는 事實과 有關한것으로 解釋되고 따라서 α -mylase activity 增大效果는 生長促進效果보다 더욱 더 高線量 부근에서 나타나고 있는 것으로 보여진다.

3. 生麥芽의 糖化力

生麥芽의 糖化力은 Table 3. 및 Fig. 3에서 보는 바와 같이 10~10,000 rads의 全照射區에서 모두 增大되었으며 α -amylase activity에서와 같이 10~1000 rads區에서 현저하였고 10,000 rads區에서는 그다지 현저하지 못하였고 반면에 10 rads區에서는 α -amylase activity 경우 보다 현저히 增大되었다.

Table 3. Saccharifying ability of green malt as influenced by γ -irradiation.

Items	Treatments					L. S. D.	
	control	10 rads	100 rads	1000 rads	10000 rads	5 %	1 %
saccharified ratio(%)	7.5	12.5	17.2	13.9	10.2	4.27	5.99
% of control	100	166.7	229.3	185.3	136.0	56.9	79.9

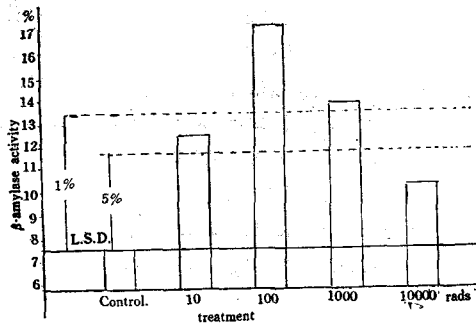


Fig. 3 The effect of γ -irradiation on β -amylase activity of green malt.

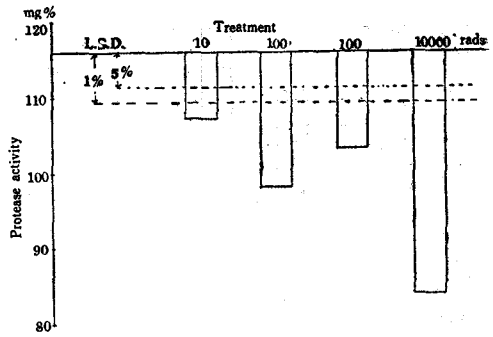


Fig. 4 The effect of γ -irradiation on protease activity of green malt.

4. 生麥芽中の Protease activity

結果는 Table 4 및 Fig. 4 와 같다.

Table 4. Protease activity of green malt as influenced by γ -irradiation.

Items	Treatments					L. S. D.	
	control	10 rads	100rads	1000 rads	10000rads	5 %	1 %
mg %	116	107	98	103	84	4.7	6.4
% of control	100	92.2	84.5	83.8	72.4	4.05	5.51

Protease activity는 α -amylase activity 및 糖化力의 경우와는 달리 10~10,000 rads의 全照射區에서 減小(negative effect) 되었으며 대체로 線量이 增加함에 따라 negative effect도 크게 나타났다.

5. 生麥芽中の 還元糖含量

生麥芽中の 還元糖 含量을 測定한 結果 Table 5 및 Fig 5에서 보는바와 같이 10~10,000 rads의 全照射區에서 모두 減少되었으며 특히 100~1,000 rads區에서 현저하였다.

Table 5. Reducing sugar contents of green malt as influenced by γ -irradiation.

Items	Treatment					L. S. D.	
	control	10 rads	100 rads	1000 rads	10000 rads	5 %	1 %
%/fr. wt.	2.36	1.93	1.64	1.45	2.01	0.24	0.34
% of control	100	81.8	69.5	61.4	85.2	10.2	14.4

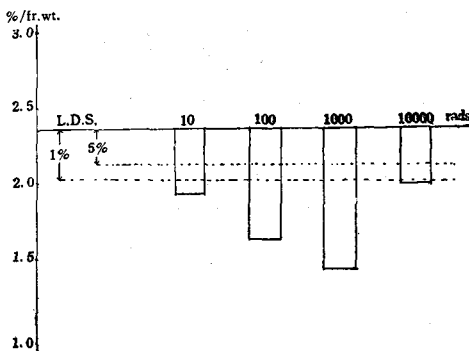


Fig. 5. The effect of γ -irradiation on reducing sugar contents of green malt.

이는 糖化力의 경우와 거의 正反對의 現象이며 이것은 糖化力 增大로 因하여 還元糖含量이 當然히 增加되었을 것임에도 不拘하고 麥芽의 生長(shooting)이 旺盛하여 生成된 還元糖의 消耗가 激甚했던 때 문이라고 解釋되며 生麥芽의 水分含量增加와도 關係되어 있으리라고 생각된다.

6. 生麥芽의 Soluble protein 含量

生麥芽中の soluble protein 含量은 Table 6. 및 Fig. 6 와 같다.

Table 6. Soluble protein contents of green malt as influenced by γ -irradiation.

Items	Treatment (rads)	control	10	100	1000	10000	L. S. D	
							5 %	1 %
%/fr. wt.		0.80	0.98	1.00	0.89	0.84	0.076	0.107
%/control		100	122.5	125.0	111.2	105.0	0.095	0.134

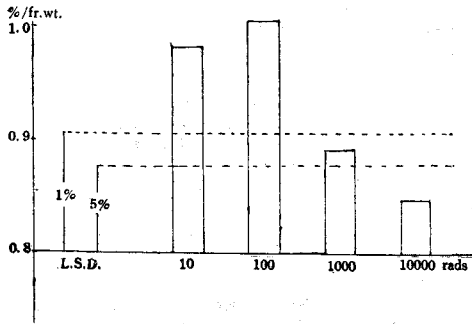


Fig. 6 The effect of γ -irradiation on soluble protein contents of green malt.

soluble protein 含量은 10~1000 rads 의 全照射區에서 모두 增加되었으며 특히 10~100 rads 의 低線量區에서 현저하다.

이것은 勿論 protease activity 와도 有關하다고 하

Table 7. The properties (corrected % by dry wt. of control) of green malt as influenced by γ -irradiation.

Items	Treatments	control	10 rads	100 rads	1000 rads	10000rads	L. S. D.	
							5 %	1 %
α -amylase activity		100	126.4	168.8	153.4	107.6	22.89	38.17
saccharifying ability		100	187.4	277.7	203.6	117.5	56.9	79.9
protease activity		100	103.6	102.3	97.6	62.6	4.05	5.51
reducing sugar content		100	91.9	83.2	67.5	73.6	10.2	14.4
soluble protein content		100	137.7	151.4	122.3	90.7	9.5	13.4

Table. 7 및 Fig. 7에서 보는 바와같이 α -amylase activity, 糖化力 및 soluble protein 含量等は 100 rads 區를 頂點으로 하여 모두 增大效果를 나타내고 있으며 protease activity 는 1,000 rads 이하의 低線量에서는 거의 變化가 없고 10,000 rads 의 高線量區에서는 다소 減少된 傾向을 보이고 있다.

還元糖含量은 대체로 全照射區에서 減少된 傾向을 나타내고 있다.

특히 糖化力의 경우 10~1,000 rads 區에서 87~178%의 增大效果를 나타내고 있는것은 興味있는 事實이며 α -amylase activity 의 경우 26~69%의 增

갯으나 그 보다도 γ 線 照射가 α -amylase, 糖化酵素等 各種 enzyme 가지도 包含한 生體內的 soluble protein 合成機作에 현저한 增大效果(positive effect)를 나타낸 結果라고 보여진다.

7. 生麥芽 生體重과 力價增大와의 關係

生麥芽 製造中 發根과 發芽의 進行에 따라 生體重이 增加하는것은 거의 모두가 細胞分裂 및 伸長과 더불어 水分 保有量이 增加하는데 基因한것이고 生體成分의 合成等에 依한 生體重의 增加는 거의 期待할수가 없다.

따라서 原料 大麥을 一定量으로 하여 製造한 生麥芽의 力價를 比較하는 데에는 生麥芽의 生體重을 乾物重으로 고치고 乾物重 一定量의 生麥芽가 가지는 力價를 考察해 볼 必要가 있다.

各 照射區에서 一定 乾物重의 生麥芽가 가지는 力價의 比較値는 Table 7. 및 Fig. 7 과 같다.

大效果를 나타내고 있는것은 注目할만 하다.

要 約

低線量 放射線의 生物學的 促進效果 (positive effect)는 이미 周知된 事實인 바 麥芽의 力價增大에 對한 그 應用性 如何를 檢討하기 爲하여 大麥種子에 10, 100, 1000, 10000 rads 의 γ 線을 照射하고 麥芽를 만들어 其中의 몇몇 酵素의 活性을 測定한 結果 다음과 같은 成績을 얻었다.

1. 標準區에 비해 照射區의 生體重은 1,000 rads 이하의 低線量區에서는 增加되었으나 10,000 rads

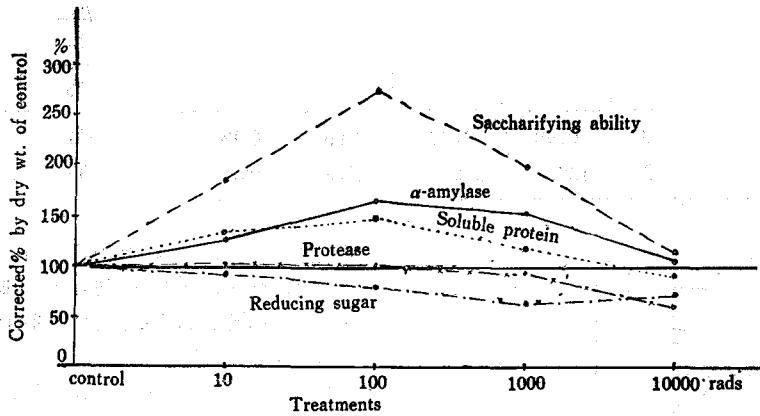


Fig 7. The effects of γ -irradiation on the properties of green malt.

의 高線量區에서는 減少되었다.

2. α -amylase activity 및 糖化力은 全照射區에서 增大되었으며 특히 100 rads 區에서 最大值를 나타내었다. 增大効果는 α -amylase activity의 경우 26~69% 糖化力의 경우 87~178%이었다.

3. protease activity는 1,000 rads 이하의 低線量區에서는 거의 變化가 없고 10,000 rads의 高線量區에서는 현저히 減少되었다.

4. 生麥芽中の 還元糖 含量은 全照射區에서 減少되었으며 특히 100, 1,000 rads 區에서 더욱 減少되었다.

5. 生麥芽中の soluble protein 含量은 全照射區에서 增加되었으며 특히 100 rads 區에서 가장 增加되었다.

參 考 文 獻

- 1) Anson, M. L., J. Gen. Physiol., 22, 79 (1938)
- 2) 東大農化教室編, 實驗農藝化學下. p. 622(1960) 朝倉書店
- 3) Hagiwara, F. and Egami, F.; Standard Laboratory manual in Biochemistry (in Japanese) p. 208.
- 4) Kaindle, K. and Rosner, M.; Bayer. Landow.

- Jahn. Sonderk., 1. 11 (1965)
- 5) Kim, H.S. and Lee, S.R., Seoul univ. J. Bio. and agr. Series, 9. 1. (1959)
- 6) Kuzin, A. M.; Proc. I. Int. Conf. on the peacef. uses of Atomic En., Geneve 1955, Vol. 2 149. United Nations, New York(1956)
- 7) Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Fair, A.L. and Randall, R. J., J. Biol. Chem. 193, 263 (1951)
- 8) Nelson, J. Biol. Chem, 153, 375 (1944)
- 9) Phillip, B. H., Bernard, L.O. and William, H. S.; Practical physiol. Chem. p. 573. The Blakiston Co. Inc. New York (1954)
- 10) Smith, H. J. and Ree, J. H., J. Biol. Chem. 179(1) 53(1949)
- 11) Somogyi; J. Biol. Chem. 160, 62 (1945)
- 12) Suess, A.; Nuclear Science Abstract, 16, No. 6 A, 6336(1962)
- 13) Tipples, K.H. and Norris, F.W.; J. Sci. Food Agr.; 14, 646(1963)
- 14) Yoshii, H., and Ishihara, A., J. Fermentation Technol. (Japan) 37, 110 (1959)