

放射線照射와 自然低温에 의한 發芽食品의 Batch Scale貯藏에 관한 研究

第四報 : 밤의 貯藏

趙漢玉 · 梁好淑 · 邊明宇 · 權重浩 · 金鍾君*

韓國에너지研究所 放射線農學研究室

*世宗大學 家政學科

(1983년 1월 19일 수리)

Batch Scale Storage of Sprouting Foods by Irradiation Combined with Natural Low Temperature

IV. Storage of Chestnuts

Han Ok Cho, Ho Sook Yang, Myung Woo Byun, Joong Ho Kwon, Jong Gun Kim*

Radiation Agri. Div., Korea Advanced Energy Research Institute

**Dept. of Home Economics, King Sejong University*

(Received January 19, 1983)

Abstract

In order to develop the commercial storage method of chestnut by irradiation combined with natural low temperature, a chestnut variety Ok-gwang was stored in a natural low temperature storage room (450 × 650 × 250 cmH; year-round temperature change, 2-17°C; R.H., 80-85%) on batch scale followed by irradiation with optimum dose level. Sprouting rate of chestnut was 100% after seven month storage in control whereas that of 20-25 Krad irradiated group was only 5-15%. In comparison of rotting rate, weight loss and texture, 25 Krad irradiated group was better than that of control. Moisture and reducing sugar were increased in contrast with the decrease of total sugar during nine month storage and these changes were more remarkable in control. Ascorbic acid content was slightly decreased both in control and irradiated group; more decrement was noticed in control.

序 論

밤은 政府의 山林綠化政策의 一環으로 밤나무를 위주
로 한 有實樹심을 장려하였고 그 나무가 經濟樹齡에
이름에 따라서 每年 生産量이 增加하고 있는 實情이
다. (1)

밤은 收穫後 10月까지 방치하였다가 11월부터 貯藏
하기 시작한다.

在來的 貯藏法에는 屋內, 屋外의 두가지 方法이 있

나 農家單位로 하고 있는 小規模貯藏이 많다. 屋內경우
는 水分 25%의 톱밥과 밤을 容量比로 1 : 1로 箱子
에 넣고 5°C 前後로 冷蔵 貯藏한다. 屋外貯藏은 直徑
1.5m 程度의 구덩이를 파고 水分 50%를 含有하는 모래
와 밤을 容量比로 1 : 1의 比로 묻고 上部에 5cm 程
度의 空間을 남기도록하여 30cm 程度의 흙을 덮어 저장
한다. 이러한 재래식 貯藏方法에 의해서도 다음해 3月
까지 貯藏하기가 困難하며, 4月부터는 거의 全部 腐敗
하게 된다.

5°C 이하의 냉장으로 貯藏할 경우는 比較的 貯藏期間

을 延長할 수 있으나 低温을 維持하기 위한 電力費의 過多와 貯藏容量不足等의 問題點이 있다. 따라서 每年 增加 추세에 있는 밤을 經濟的 妥當性이 있으며 大量貯藏할 수 있는 貯藏法이 開發되어 生産者를 保護하고 反面格을 年中 安定시켜서 밤의 輸出과 밤을 原料로 하는 小食品加工業體의 原料 및 밤 구입 문제를 해결하여 주어야 할 것이다.

本 研究는 放射線照射와 自然低温에 의해서 밤을 batch scale로 貯藏하면서 理化學的 特性變化를 實驗하였기에 그 結果를 報告한다.

材料 및 方法

材料

밤은 耐虫性이 強하고 貯藏性이 良好하며 中栗인 玉光(京畿道 自然農園産, 1981. 9. 20 收穫)을 120kg購入하여 害虫果, 裂果, 腐敗果等을 골라내고 塩水選別(6 Baum'e)하여 完熟果만을 사용하였다. 이를 清水로 洗滌하여 通風이 잘되는 그늘에서 乾燥시킨후 CS₂ gas로 24時間 燻蒸處理^(2,3)하여 試料로 사용하였다.

放射線 照射

選別, 燻蒸한 밤은 韓國에너지研究所內 線源 10,000Ci Co-60 γ-線으로 15, 20, 25, 30 Krad(線量率; 4,000 rad/hr)를 各各 照射하였다.

試料의 包裝 및 貯藏

非照射區와 照射區를 各各 나무상자(商業的 人工低温貯藏法에서 이용하고 있는 나무상자와 유사한 것임. 47×28×29cmH)에 約 50% 含水率의 榻榻米 同容量比로 한겹씩 번갈아가며 箱子當 約 10~15kg씩 充填하고 상자 上部에는 밤의 건조를 방지하기 위하여 榻榻米를 約 5cm 두께로 덮었다. 包裝한 밤은 1981年 9月29日에 韓國에너지研究所內 自然低温貯藏庫(半地下式 甕式貯藏

庫, 450×650×250cmH)에 貯藏하였고 이 自然低温貯藏庫의 年中 溫度 및 湿度變化와 貯藏庫의 조건은 放射線照射와 自然低温에 의한 發芽食品의 batch scale貯藏에 關한 研究 等一報⁽⁴⁾에서와 같다.

理化學的 特性調查

自然低温貯藏庫에 貯藏하면서 發芽, 腐敗, 重量變化는 그 現象이 뚜렷이 나타나는 貯藏後 4個月부터 1個月 間격으로 調査하여 百分率로 表示하였고 發芽의 判定은 筭이 1mm以上 자란 것을 發芽로 간주하였다. 肉質變化는 貯藏 初期, 中期, 末期에 果肉의 變色程度는 밤의 절단한 단면을 肉眼으로 檢定하였으며, 果肉의 硬度는 Instron Universal Testing Machine(Table Model 1140)을 利用하여 貫通試驗(puncture test)을 行하여 測定하고 이때 얻어진 힘을 硬度(hardness)로 나타내었다.

化學成分으로서는 發芽食品의 品質에 關하여는 重要成分인 水分, 全糖, 還元糖 및 ascorbic acid를 1個月 間격으로 測定하였다. 水分은 105℃ 상압건조법, 全糖은 25%-HCl로 加水分解한 후 Somogyi變法⁽⁵⁾, 還元糖은 Somogyi變法, ascorbic acid는 2,4-dinitrophenyl hydrazine colorimetry⁽⁵⁾에 의하여 定量하였다.

結果 및 考察

物理的 性質의 變化

가. 發芽率

貯藏期間中 밤의 發芽率은 Table 1과 같다. 非照射區에서는 貯藏 5個月인 다음 해 2월에 87%의 發芽率을 보여, 밤은 越冬後 2月上旬頃부터 溫度의 上昇에 敏感하고 適濕이 維持되면 急激히 發芽하여 95%의 發根, 發芽率을 나타내었다는 Iwata等⁽⁶⁾의 研究와

Table 1. Sprouting rate of irradiated chestnuts during storage

(Unit: S-%, L-mm)

Dose (krad)	Control		15		20		25		30	
	S*	L**	S	L	S	L	S	L	S	L
15 Jan. 1982	11	5.0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 Feb.	87	17.5	12	2	0	0	0	0	0	0
15 March.	96	31	14	3.2	13	1.5	5	1.5	0	0
15 April.	100	63	19	3.5	14	1.5	5	1.5	2	1.1
15 May	100	67	20	3.5	14	1.5	5	1.5	3	1.1
15 June.	100	17	20	3.5	14	1.5	5	1.5	3	1.1

*S : Sprouting rate

**L : Average length of sprout

致하며 20~30Krad照射區는 전혀 發芽하지 않았다. 저장 7개월인 다음 해 4월에 非照射區는 100%의 旺盛한 發芽, 伸長을 나타내었으나 20~25Krad照射區에서는 5~14%만의 發芽를 보였다. 林等⁽¹⁾은 2.4-D處理와 低温貯藏을 並行實施한 밤의 貯藏5個月의 發芽率은 4.2%라고 報告한 바 있으나 本實驗의 貯藏 5個月後 20~25Krad區는 전혀 發芽하지 않았음을 볼때, 밤의 發芽抑制 方法으로서 20~25Krad범위의 放射線을 照射하여 自然低温貯藏庫에 貯藏하는것이 發芽를 抑制시킬 수 있는 한 가지의 方法이라고 생각된다.

나. 腐敗率

貯藏期間中 밤의 腐敗率은 Table 2와 같다. 貯藏9個月에 非照射區 및 發芽抑制를 위한 適正線量인 20~25Krad照射區는 6.9~8.4%의 낮은 腐敗率을 보인 반면 다소 高線量인 30Krad區에서는 9.4%의 가장 높은 腐敗率을 나타내었는데, 이는 林等⁽²⁾의 研究에서 腐敗率 10% 内外를 貯藏限度로 보고 低温低藏의 貯藏可能期間을 8~9個月로 報告한 結果와 比較하면 本實驗의 腐敗率은 貯藏上 큰 障害要因은 되지않았다. 저장중 밤의 腐敗는 乾燥, 多濕, 通氣不良, 堆積熱 등으로 인한 生理條件의 障害에 따른 生命力的 衰弱이 主要原因이라

고 報告⁽³⁾된 바 있으며 熟果의 選別과 貯藏中 適正溫度(1±1℃) 維持가 밤 腐敗 防止의 主要原因이라고 報告⁽⁴⁾한 바도 있다. 本實驗은 밤의 腐敗防止를 위하여 철저한 熟果의 選別, 乾燥防止를 위한 保濕材의 使用 및 適正濕度 維持와 또한 自然低温貯藏庫의 2~13℃의 溫度維持로 낮은 腐敗率을 나타내었다.

다. 重量變化

貯藏期間中의 밤의 重量變化는 Table 3과 같다. 밤의 重量변화는 貯藏條件의 乾燥와 發芽나 呼吸으로 인한 蒸散作用에 依하며, 本實驗은 保濕材의 使用과 適濕 維持로 非照射區나 照射區 모두 保濕材로부터의 水分吸收로 다소 增加되었으나 貯藏5個月 以後, 非照射區는 旺盛한 發芽로 6.9%의 현저한 減量現象을 보인 反面 照射區는 線量間에 큰 差異없이 1.3~1.8%의 낮은 減量을 나타내었다. 이상의 結果로 볼때 20~25Krad의 放射線 照射로 밤의 發芽를 억제하고 適濕만 維持한다면 重量 減少는 큰 문제가 되지 않으리라 생각된다.

肉質變化

果肉의 色態는 貯藏期間이 經過함에 따라 非照射區나 照射區 모두 차이없이 다소 黃變하는 傾向이었고 貯

Table 2. Rotting rate of irradiated chestnuts during storage

(Unit : %)

Dose (Krad)	Control				
	Control	15	20	25	30
15 Jan. 1982	1.2	1.1	1.2	1.2	1.6
15 Feb.	1.5	1.3	1.4	1.6	1.9
15 Mar.	1.5	2.8	2.7	3.6	4.8
15 Apr.	2.7	2.9	2.9	4.1	5.6
15 May.	5.8	3.2	3.1	5.1	6.9
15 Jun.	8.4	3.2	7.5	6.9	9.4

Table 3. Changes in fresh weight of irradiated chestnuts during storage

(Unit : %)

Dose (Krad)	Control				
	Control	15	20	25	30
15 Jan. 1982	+0.4	+0.5	+0.4	+0.4	+0.4
15 Feb.	-1.3	+0.2	+0.9	+0.9	+0.8
15 Mar.	-3.5	-0.1	+0.4	+1.0	+0.9
15 Apr.	-4.6	-0.2	-0.2	-0.1	0
15 May.	-5.2	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1
15 Jun.	-6.9	-1.4	-1.3	-1.4	-1.8

Table 4. Changes in hardness of irradiated chestnuts during storage

(Unit : kg)

Dose (Krad)	Control				
	Control	15	20	25	30
29 Oct. 1981	1.75	1.0	1.72	1.77	1.79
29 Mar. 1982	1.62	1.92	1.90	1.88	1.68
29 Jun.	1.32	1.45	1.48	1.52	1.81

藏 7 개월에 非照射区의 경우 發芽로 인해 内部에 孔隙이 形成되었으나 照射区의 경우 比較의 良好한 肉質을 보였다. 貯藏中 밤 組織의 硬度는 Table 4 와 같이 貯藏期間이 經過함에 따라 軟化되었다. 밤은 完熟果일 수록 比重이 무겁고 比重이 무거울수록 硬度가 크다고 하며^(*) 水分含量이 적고 澱粉, 粗脂肪 含量이 많은 밤이 比重이 무겁고 따라서 硬度가 크다고 報告된^(4,*) 바 있다. 本 實驗에서 저장 9 개월에 非照射区에서는 發芽로 인한 澱粉의 分解와 水分의 增加로 適正線量 照射区 보다 낮은 硬度值를 보였고 高線量인 30Krad 区에서는 果肉黑斑點의 生成으로 높은 硬度值를 보였다. 貯藏中 밤의 texture profile은 Fig 1 과 같다. 저장初期의 Instron curve (Fig. 1 A)는 yield point後 힘의 減少現象을 나타내어 밤 果肉의 表皮部位가 단단하고 内部로 들어갈 수록 연한 組織狀임을 알수 있는데 이는 收穫直後의 밤 澱粉이나 粗脂肪 등이 대부분 表層部에 分布되어 있음을 의미하고 眞部等^(*)의 밤 脂肪研究에서 遊離脂肪酸, 磷脂質, 不鹼化物 등은 表層部에 많

다고 報告한 바와도 相応한다. 그러나 貯藏期間이 經過함에 따라 發芽와 呼吸을 위한 澱粉의 分解 또는 水溶化로 果肉이 끈기가 있어지며 發芽를 위해 營養소가 점차 中心의 維管束 部位로 移動함으로써 Fig 1 B 와 같이 果肉 内部로 向할수록 硬化되어 있음을 알 수 있고, 貯藏末期에 이르러는 水分의 增加와 澱粉 分解가 主要原因이 되어 밤 果肉 全般이 均一한 硬度를 지나는 한편 밤 自体 硬度는 낮아졌음을 Fig. 1 C 에서 볼 수 있다. 以上の 結果로 볼때 저장末期에서도 比較적 良好한 肉質과 硬度值를 보인 25Krad区가 가장 바람직한 線量範圍라 생각된다.

化学成分 變化

가. 水分

貯藏期間中の 水分含量의 變化는 Table 5 와 같다. 貯藏初期에는 非照射区나 照射区에서 61.68~63.07% 로 別 差異를 보이지 않았으나 貯藏期間이 經過함에 따라 增加하여 貯藏末期에는 非照射区는 28% 照射区는 10~14% 증가함으로써 非照射区가 旺盛한 發芽로 澱粉의 分解가 심하여 照射区보다도 높은 增加現象을 나타내었다.

나. 全糖

貯藏期間中 밤의 全糖變化는 Table 6 과 같다. 저장 기간이 경과함에 따라 減少하는 경향을 나타내어 非照射区는 貯藏末期에 發芽로 인해 呼吸이 促進되면서 澱粉分解가 활발하여 45%의 減少率을 보인 반면 照射区는 20~25%의 낮은 減少率을 보였다. 伽瑪線 照射가 밤의 全糖에 미치는 영향은 第 1 報^(*) 감자의 貯藏에서와 같이 適正線量인 20~25Krad에서는 거의 영향이 없다고 생각된다.

다. 還元糖

貯藏期間中の 밤의 還元糖 變化는 Table 7 과 같다. 貯藏期間의 經過와 線量の 증가에 따라 다소 增加하다가 저장 7 개월 以後에는 약간 減少하는 경향을 보였다. 照射直後의 照射区에 환원당은 非照射区에 비해 58~66%의 增加現象을 나타냈으며 이러한 傾向은 Becker⁽¹⁰⁾가 報告한 照射直後 감자의 還元糖 증가는 suc-

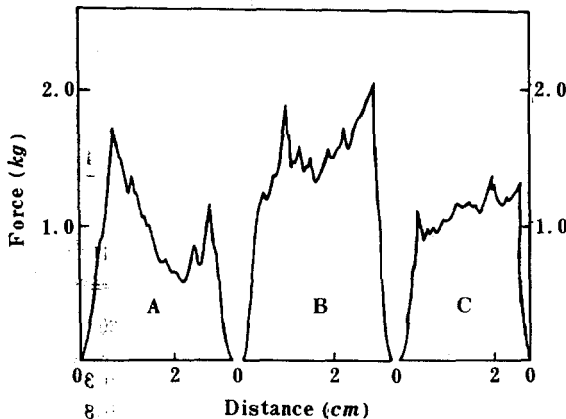


Fig. 1. Instron curves showing puncture test on raw chestnuts

A: Beginning stage of the storage

B: Middle stage of the storage

C: Late stage of the storage

Table 5. Changes in moisture content of irradiated chestnuts during storage

(Unit : %)

Invest. time	Dose (Krad)				
	Control	15	20	25	30
4 Oct. 1981	61.75	61.98	62.07	61.44	61.68
4 Nov.	62.35	63.38	64.27	63.11	62.09
4 Dec.	64.91	65.15	65.72	63.59	63.70
4 Jan. 1982	65.11	64.13	65.58	65.34	63.49
4 Feb.	65.24	64.86	65.07	65.52	64.13
4 Mar.	66.76	66.89	67.59	65.76	66.16
4 Apr.	67.50	66.01	65.75	64.20	64.14
4 May	75.10	75.49	69.85	69.01	66.80
4 Jun.	78.96	70.38	70.13	67.41	70.46

Table 6. Changes in total sugar content of irradiated chestnuts during storage

(Unit : %)

Invest. time	Dose (Krad)				
	Control	15	20	25	30
5 Oct. 1981	30.72	28.79	30.27	28.79	29.68
5 Nov.	28.86	28.86	28.71	29.16	26.93
5 Dec.	25.42	26.17	26.17	26.46	26.61
5 Jan. 1982	25.42	24.97	25.27	24.52	26.32
5 Feb.	26.74	24.38	26.06	25.49	26.21
5 Mar.	28.65	25.64	26.55	26.25	25.34
5 Apr.	25.65	26.45	27.00	27.03	27.22
5 May	19.61	22.10	21.02	22.79	22.10
5 Jun.	18.20	22.75	22.50	23.24	22.82

Table 7. Changes in reducing sugar content of irradiated chestnuts during storage

(Unit : %)

Invest. time	Dose (Krad)				
	Control	15	20	25	30
5 Oct. 1981	0.89	1.45	1.48	1.41	1.48
5 Nov.	1.19	1.56	1.56	1.41	1.12
5 Dec.	1.41	1.26	1.35	2.16	2.45
5 Jan. 1982	1.53	0.90	1.34	1.50	1.43
5 Feb.	2.01	2.76	2.24	2.66	2.03
5 Mar.	2.33	3.01	2.71	2.93	2.18
5 Apr.	1.73	1.27	1.93	1.47	1.87
5 May	1.87	1.79	2.60	1.65	1.45
5 Jun.	2.34	2.32	1.75	1.45	1.37

rose synthetase activity 증가에 의한다는 것과 같으며, 이는 확실히 酵素活性的 增大에 起因한다고 생각된다. 貯藏中 後期の 非照射区의 還元糖 增加는 発芽와 더불어 amylase活性이 증대함으로써 澱粉分解가 활발하여 全糖의 減少와 比例하여 그 含量이 높아진 것으로 생각되며 저장초기에 일시적인 방사선의 자극으로 還元糖 含量이 높았던 照射区는 저장기간이 경과함에 따라 非照射区의 含量보다 점차 낮은 値를 나타냄으로써 発芽抑制로 인한 糖의 損失이 적었음을 나타내고 이는 Uchiyama¹¹⁾, 奈良等¹²⁾의 研究結果와 一致한다.

糖의 還元力에 미치는 照射 및 加熱의 영향은 第一報 감자의 貯藏⁴⁾에서 밝힌 바와 같이 適正線量 照射에서 糖의 還元力에 미치는 영향은 문제가 되지 않는다고 생각된다.

라. Ascorbic acid

貯藏期間中 밤의 ascorbic acid의 變化는 Table 8과 같다. 貯藏期間이 經過함에 따라 減少하는 傾向이었고, 照

射区가 非照射区보다 다소 높은 含量을 나타내었는데 이는 朴等¹³⁾, Uchiyama¹¹⁾의 報告에서 非照射区에 비해 照射区가 현저히 減少되었다는 結果와는 相異하였다. Proctor等¹⁴⁾은 ascorbic acid에 1~15Mrad를 照射했을때 dehydro ascorbic acid, diketogulonic acid等이 生成된다고 報告한 바 있고, Ogura等¹⁵⁾은 酸素를 含有한 水溶液中の dehydro ascorbic acid는 照射에 의해 ascorbic acid로 再轉換될 可能性이 있다고 보고한 바 있는데 dehydro ascorbic acid는 人間의 体内에서 ascorbic acid와 同一한 経路로 代謝하여 75~80%의 活性을 나타낸다는 것은 既知의 事實로서 照射에 의한 ascorbic acid의 減少가 營養上 直接的인 影響을 줄 정도는 아니며, 照射에 의한 ascorbic acid의 增加는 照射한 banana에서 例를 볼 수 있는데¹⁶⁾ 이는 照射에 의해 ascorbic acid의 生合成이 이루어졌다고 보다는 照射에 의해 抽出이 용이해졌거나 代謝變動의 結果에 기인한다고 생각된다.

Table 8. Changes in ascorbic acid content of irradiated chestnuts during storage

(Unit : mg%)

Invest. time	Dose (Krad)				
	Control	15	20	25	30
6 Oct. 1981	17.60	16.64	19.20	19.60	21.76
6 Nov.	26.00	25.73	23.33	21.07	21.07
6 Dec.	18.44	20.20	16.80	18.36	20.00
6 Jan. 1982	17.12	18.00	17.60	20.80	23.36
6 Feb.	14.32	13.79	15.21	16.48	16.87
6 Mar.	10.00	12.80	13.68	19.16	18.20
6 Apr.	7.82	11.29	10.47	15.36	13.72
6 May	5.84	11.08	9.80	12.40	11.68
6 Jun	9.40	12.40	12.20	14.40	13.31

要 約

감마線 照射와 自然低温에 의한 밤의 商業的 貯藏法 開發을 目標로 15~30Krad범위의 감마線을 照射하고 自然低温 貯藏庫에 batch scale로 貯藏하면서 理化學的 變化를 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 밤의 發芽率은 貯藏 7個月에 非照射区는 100% 發芽하였으나 適正線量이라 생각되는 20~25Krad 照射区는 5~14%만 發芽하였고, 腐敗 및 重量變化에서도 放射線 照射区가 非照射区 보다 良好하였으며, 肉質 및 組織도 25Krad 範圍의 照射区가 우수하였다.

2. 化學成分 變化에 있어서 9個月間 貯藏中에 水

分 및 환원당은 貯藏期間이 經過함에 따라 全糖의 減少와 比例의으로 增加하였는데 이러한 變化는 非照射区가 照射区보다 심하였다. Ascorbic acid는 貯藏期間이 經過함에 따라 各区 모두 減少現象을 보였으며 非照射区 보다 照射区의 含量이 높았다.

문 헌

1. 山林庁：山林庁 統計年報(1980)
2. 林虎, 金正玉, 申東禾, 徐奇奉：韓國食品科學會誌, 12, 170(1980)
3. 鄭印九, 朴勝杰：밤나무 肥培管理, 加理研究會,

- P- 238 (1979)
4. 趙漢玉, 邊明宇, 權重浩, 梁好淑, 李哲鎬: 韓國食品科學會誌, 14, 355 (1982)
 5. Kohara: *Handbook of Food Analysis*, Kenpakusha, Japan, p. 217, 303 (1977)
 6. Iwata, T. and Ogata, K.: *Bull. Inst. Chem. Res.* 39, 112 (1961)
 7. 田村民和: 農業及園芸, 39, 1750 (1964)
 8. 別所康水, 真部孝明, 兪玉雅係, 久保進: 日本食品工業學會誌, 14, 24 (1967)
 9. 真部孝明, 別所康水, 兪玉雅信: 日本食品工業學會誌, 18, 563 (1971)
 10. Becker, D. P.: *Mitt. Geb. Lebensmitt. Telunter Hyg.*, 70, 153 (1979)
 11. Uchiyama, Y.: *J. Japan Soc. Hort. Sci.*, 35, 89 (1966)
 12. 奈良省三: 日本農芸化學會誌, 35, 415 (1961)
 13. 朴魯豐, 金姪植, 崔彥浩, 朴啓仁: 原子力研究論文集, 7, 1 (1968)
 14. Proctor, B. E., Lockhart, E. E. and Goldblith, S. A.: *U. S. Army Q. M. Report. Contract No. DA 44-109-QM-1749* (1955)
 14. Ogura, H., Murata, M. and Kondo, M.: *Radio-isotopes (Japan)*, 19, 29 (1970)
 16. Elias, P. S. and Cohen, A. J. (ed.): *Radiation Chemistry of Major Food Components*, North Holland Biomedical press, Elsevier, p. 197 (1977)