

放射性落塵의 被害減少를 위한 食品調理上의 問題點에 關한 考察

江原大學校 理工大學 家政學科

李 妙 淑

=Abstract=

Proposals to Reduce Nuclear Fallout Intake in Food Preparation

Myo Sook, Lee

*Dept. of Home Economics
College of Science and Engineering
Kang Won National University, Chooncheon*

The hazards to man of nuclear fallout produced by the nuclear tests in the atmosphere were briefly discussed. Seriousness of hazards due to Sr-90 existing not only in the nuclear fallout but also in the spent nuclear fuel and nuclear waste was pointed out.

The uncertainty in health hazards to Koreans coming from the relatively low fraction of Ca intake from dairy products was stressed. In order to minimize the possible additional damage due to the particular Korean meal pattern, the investigation of ways to reduce the Sr-90 intake from Korean foods was proposed.

I. 緒 言

1895年 x-ray가 Röntgen에 의해 發見되고 1896年에 Becquerel에 의해 放射能이 發見된 直後부터 이들 各種 放射線이 人體에 미치는 影響이 研究되어 왔고 1904년에는 이미 放射線 同位元素가 生命까지도 위태롭게 한다는 것이 알려졌다¹⁾. 또한 1939년에는 核分裂 (fission) 現象이 Hahn & Strassman에 의해 發見되었고 이 現象이 核分裂彈으로 利用되고 또 核融合 (fusion)까지 利用한 核武器가 大氣圈에서 實驗됨에 따라 많은 放射性物質 (fallout 혹은 nuclear fallout)이 地球를 汚染하게 되어 그들이 人體와 動植物에 미치는

惡影響 때문에 深刻한 問題로 대두되었고 이것이 그후 大氣圈 核實驗을 中斷케 한 原因中의 하나가 되었다. 한편으로 核分裂 現象을 利用한 原子爐가 開發되어 많은 量의 放射性 同位元素를 다루게 되었고 다시 이것들이 物理學 뿐만 아니라 化學, 生物學, 地質學, 醫學 工學 등 여러 分野에 活用됨에 따라 그들을 取扱하는 사람도 많아졌고 이것이 人體에 미치는 影響에 대하여도 많은 研究가 進行되어 왔다. 韓國에서도 Energy 資源의 不足으로 앞으로 더욱 原子力에 依存할 것이 豫想되며 核燃料의 國內化學處理를 하는 경우 거기서 생기는 nuclear waste의 國際的 難題로 보아 國內에서 長期貯藏 해야할 可能性이 크며 이에 따라 長期貯藏中의 危險性도 생길 것이다. 따라서 筆者는 이러한 實情을

甚案하여 大氣圈 核實驗 및 原子爐 燃料化學處理中 또는 nuclear waste의 長期貯藏時 事故로 漏出될 수도 있는 放射性 物質²²⁷이 食品을 通하여 人體에 주는 被害와 放射能物質의 被害減少를 위한 食品調理上의 問題에 대하여 考察해 보코자 하였다.

II. 人體에 害를 주는 放射性 物質

核武器나 核爆發裝置가 地 面이나 地表面 近處, 地中, 水中, 大氣圈 등에서 爆發時 많은 放射性 物質이 生成되어 이것이 全 地球表面에 落下한다. 이 中에는 爆發時 다 核作用 못한 U 나 Pu이 包含되어 있고 또 核分裂에서 生成된 約 200餘種의 各種 放射性 同位元素, 爆發後 誘導된 放射性 物質 등이 있다. 이와 같이 生成된 放射性 物質 가운데 粒子가 比較的 큰 것은 爆發地點 近處에서 바람을 타고 數百 mile 까지 흘러가다 落下하고 微細한 것은 成層圈에까지 올라가서 浮流하다가 비나 눈과 함께 降下하여 地表面이 放射性 同位元素로써 汚染되었고 이미 1959년에는 地表面에서의 放射能 level이 1950년에 比해 100倍¹⁷⁾가 되었다 한다 (그러나 地表面 2feet 以下는 不變) 이렇게 大氣가 汚染되므로써 呼吸器官을 通해서 體內에 放射性 同位元素가 들어오게 되고 汚染된 地表面에서 자란 植物의 構成物質 中에는 放射性 同位元素가 包含되게 되고 이들을 直接攝取하거나 또는 汚染된 植物을 먹고 자란 動物體를 攝取하므로써 消化器官을 通해 體內에 放射性 同位元素가 들어오게 된다. 多幸히도 核爆發時 生成되

는 約 200餘種의 放射性 同位元素의 約 70%는 半減期가 1日 보다 짧아서 約 2週日後면 事實上 없어진다. 따라서 처음 約 2週日間은 放射能 level이 높은 所謂 Early fallout의 影響을 받게 되는데 이것이 核戰爭時 待避壕에 約 2週日 머물러 있으면 被害가 적어진다는 根據인 것이다. 또한 그 後에는 比較的 半減期가 긴 것의 影響을 받으며 放射性 level이 낮아서 所謂 Late fallout 效果라고 한다. 그러므로 大氣圈 核實驗에서 生成되는 放射性 同位元素 中 地球 全體的으로 人體에 나쁜 影響을 주는 것은 半減期가 比較的 긴 것이며 人體에 害를 미치는 主要한 放射性 同位元素²⁻¹⁷⁾와 人體 部位는 表 1¹⁷⁾과 같다.

上記 同位元素中 比較的 深刻한 害를 주는 것은 Cs-137, 및 Sr-90인데 特히 Sr-90이 더욱 問題가 된다. 그 理由로는

- 1) Sr은 第二族元素로서 Ca과 같이 불어다니며 消化器官에서 쉽게 吸收되어 뼈속에 蓄積된다.
- 2) Sr-90은 半減期가 28年으로서 人體에 害를 주는데 適當하고 生物學的 半減期(Biological half life)가 表 2에서 보는 바와같이 10年이나 되어 길기 때문에 더욱 害롭다.

Biological half life란 人體에 들어간 同位元素가 新陳代謝에 의해 體內에 있는 그 量이 半으로 減少되는 期間으로서 길수록 體外로 排泄이 잘 되지 않고 體內에 머물러 있기 때문에 길 수록 더욱 害를 끼친다. Pu-239인 境遇 Biological half life가 길지만 Physical half life가 워낙 길어서 崩壞現象이 棼棼히 일어나기

Table 1. Radioactive Isotopes Hazardous to Health

Body	Radioactive Isotopes
Skeleton	Ca-45, Sr-89, 90, Y-90, 91, Ba-140, La-140, U, Pu
Thyroid	I-131, 132, 133, 135
Liver	Mn-56, Co-60, Ce-143, 144, Pr-143, 144, Nd-147
Whole Body	Cs-137, C-14

Table 2. Physical & Biological Half Lives of Health Hazardous Radioactive Isotopes

Isotopes	Physical half life	Biological half life
Sr- 90	28 years	10 years
Sr- 89	0.1 "	0.1 "
Cs-137	30 "	0.05 "
C - 14	5,600 "	0.5 "
Pu-239	24,000 "	100 "

때문에 結果的으로는 그리 큰 害를 주지 못한다.

3) Sr-90은 核分裂時 比較의 많이 生成되며 β -decay energy는 比較의 크고 또 그 daughter decay isotope 인 Y-90도 β -active이고 그 energy는 大端히 크다.

4) 吸收된 Sr-90은 骨格內에 고루 分布된 狀態에 있지 않고 한 곳에 集中되는 傾向이 있으며 Sr-90이 大量 蓄積되면 骨髓는 破壞되어 貧血 또는 Leukemia를 일으키며 深하면 Bone cancer 까지도 誘發시킨다.

Ⅲ. 放射性 物質이 食品에 미치는 影響

1950年代 中盤 大氣圈核實驗이 美蘇 兩國에 의해 많이 行하여 질때 學者들 間에는 많은 論爭이 있었는데 一部 學者들은 大氣圈 核實驗에서 生기는 fallout 때문에 人間이 받는 放射能은 自然에 存在하는 放射性物質이나 宇宙線에서 받는것 보다 훨씬 적은 것이어서 無害하다고 主張하는 反面에 放射能의 genetic effect에는 未知의 世界가 넓어서 fallout에 의한 少量이 加算되어도 조심해야 한다고 主張했다. 특히 Sr-90은 自然에 存在하지 않고 꼭 核實驗에서만 生기는 것이며 比較的 β -decay energy가 커서 미치는 害도 크다고 생각되며 이 때문에 1958년에는 “Tacit agreement”에 의해 大氣圈核實驗이 美蘇兩國에 의해 中斷되었고 그 後 再開되었다가 1963년에는 大氣圈核實驗 禁止條約이 이루어졌고 그 後에는 佛과 中共¹⁸⁾이 大氣圈核實驗을 했으나 小規模이어서 fallout의 影響은 훨씬 줄어들었다. 1974年 英國의 原子力 研究所에 의하면¹⁹⁾ 英國의 境遇 fallout에서 받는 放射能은 G. S. D. (Genetically Significant Dose)의 不過 2.1%라고 한다. 그렇다면 全혀 fallout에서 被害를 念慮할 必要가 없겠으나 이에 對한

筆者의 意見은 우리 韓國人의 食事形態는 菜食爲主이고 歐美人은 肉食爲主이므로 韓國人 特有의 問題가 있을 것으로 생각된다. 前記한 바와같이 Sr은 第二族의 元素로써 Ca과 붙어다니며 植物이 土壤에서 Ca을 吸收할 때 같이 吸收되는데 사람을 包含한 動物들은 消化器官에서 Ca과 같이 存在하는 Sr을 버리고 Ca만을 擇하는 能力²⁰⁾ (filter out 能力)이 있는가 成人의 境遇攝取한 Sr의 約 3/4은 排泄하고 約 1/4만 吸收한다고 한다. 따라서 肉食爲主인 歐美人들은 소, 돼지, 닭 등이 一端 걸러낸 Sr/Ca 比率이 낮은 飲食을 먹는다. 世界各國人의 dairy products에서의 Ca 攝取量을 보면 表 3²⁰⁾과 같다.

우리 韓國人의 dairy products로 부터의 Ca 攝取量은 1960年度 日本人의 18%와 비슷한 水準으로 생각되며 表 3에서 보는 바와 같이 先進國家에서는 dairy products에서의 Ca 攝取比率이 높고 dairy products는 前記한 理由때문에 Sr/Ca 比率이 낮으며 따라서 Sr의 體內蓄積率도 낮다. 이미 1950年代末에 菜食爲主인 日本人의 骨格에는 先進國 사람들의 骨格에서 보다는 2-3배 Sr이 더 蓄積되어 있다는 것이 發見되었다²⁰⁾. 한편 骨格이 急速히 成長하는 어린이들은 Sr의 filter out 能力이 成人의 約 3/4에 비해 約 1/2로써 어린이들의 Sr-90 蓄積率은 成人보다 約 4~7배가 높은 것으로 알려져 있다.

또한 韓國에서도 母乳를 먹는 乳兒의 數가 줄고 Sr-90 含有量이 比較的 많은 牛乳를 먹는 乳兒의 數가 늘고 있다²⁰⁾. 한편 植物에 있어서의 Sr/Ca 比率은 植物이 자라고 있는 土壤中の Sr/Ca 比率보다 훨씬 크고 植物에서의 Sr-Concentration은 植物의 種類, 植物이 자라고 있는 土壤, 土壤의 排水狀況 및 地理的 條件等

Table 3. Fraction of Ca Intake from Dairy Products in Various Countries

Country	Per cent	Country	Per cent
Argentina	79	Italy	62
Austria	82	Japan	18
Brazil	60	Mexico	56
Canada	85	Netherlands	83
China	23	Norway	86
Finland	84	Philippines	18
France	75	Poland	55
Germany	74	Spain	50
Great Britain	81	Switzerland	87
India	51	Thailand	55
Indonesia	11	U. S. A	80

에 따라 달라지고 같은¹⁷⁾ 植物 種類에서도 植物體의 部位에 따라서 差異가 있는데 一般的으로 葉에는 穀物이나 果實보다 많은 것으로 알려져 있다. 우리가 많이 먹는 고추, 파, 마늘 여러가지 나물 種類 등에 Sr-90이 어떻게 함유되어 있는지에 對하여는 아직 發表된 것이 없으며 이에 對한 研究가 必要할 것으로 생각된다. 또한 우리가 흔히 먹는 멸치, 새우, 뱀어 등은 Sr filter out 能力이 적은 成長期에 있는 動物이므로 Sr Concentration이 比較的 높다고 생각되는데 특히 뼈까지 먹음으로써 오는 Sr-90의 蓄積量은 크다고 豫想된다²¹⁾. 이러한 모든 點을 考慮할 때 우리도 外國의 研究結果에만 依存하지 말고 이러한 分野에 대하여 우리 自身에 關한 研究로서 現在 Sr-90이 우리 體內에 어떻게 蓄積되어 있으며 가까운 장래에 어떻게 蓄積될 것인가에 對한 問題와 그에 對한 對策으로서 消化器官을 通하여 吸收되는 Sr-90의 量을 減少시키는 研究가 必要할 것으로 생각된다.

IV. 放射性 物質의 被害減少를 위한 食品調理上的 問題點

I에서 指摘한대로 Late fallout effects란 放射能 level이 낮은 故로 Sr-90이 少量씩 體內로 消化器官을 通해서 들어와 蓄積되므로 短期間 措置로서는 큰 效果가 없고 平素 飲食物에서 攝取하는 量을 減少시켜야 하기 때문에 食品調理上的 問題가 생기는데 여기서는 우리 特有的 食品에 重點을 두려고 한다.

1) 飲食物을 먹기 前에 含有된 Sr-90의 量을 줄이는 方法

a) 모든 食品을 case by case 研究하여 Sr-90이 많이 包含되어 있는 部分을 除去한다. 예를 들면 나물인 境遇 줄기에 많이 包含되어 있다고 밝혀지면 이 部分을 除去한 後 調理 할 것이다. 穀物이나 果實인 境遇에는 表皮를 除去하므로써 비나 눈에서 오는 汚染을 除去할 수 있으나 菜蔬를 낱것 그대로 먹을 境遇에는 表面을 어느정도 씻어야 하는지를 調査해야 할 것이며

특히 김장배추인 境遇에 소금에 절여서 씻을 때 어느 程度 除去되는지 調査해야 할 것이다. 1976年 初 가을 김장배추가 밭에 있을 때 中共에서 大氣圈核實驗을 했으며 그 後 降雨가 있어서 이 때에는 배추 內部表面이 比較的 더 汚染되었으리라고 생각된다.

b) 飲食을 먹기 前에 Sr-90을 化學的인 方法으로 除去한다. 即 外國에서는 牛乳에서 Sr-90을 Ion exchanger method²⁰⁾를 써서 除去하는 研究가 되어 있는데 Sr-90의 concentration이 높을 때에만 實用性이 있어서 實際로는 使用되지 않고 있다. 만일 우리나라에서 고추, 파, 마늘, 새우젓, 멸치젓 등에서 Sr-90이 많이 包含되어 있다고 밝혀진다면 이들에게서 Sr-90을 Ion exchanger methods나 혹은 다른 化學的 方法으로 除去하는 方法이 研究되어야 할 것이다.

c) 엄격히 말해서 食品調理上的 問題가 아닐지 모르나 牛乳의 境遇 Cattle feed에 Sr-free Ca을 大量 添加해서 Sr-90의 攝取量을 줄일 수 있고¹⁷⁾ 또한 授乳婦에게 Sr-free Ca을 daily diet에 加해서 母乳에서의 Sr-90의 量을 줄일 수 있다¹⁷⁾. 土壤에 Ca을 大量 加해서 植物이 吸收하는 Sr-90의 量을 줄인다¹⁷⁾. 예를 들면 Sr-90이 比較的 많이 包含된 地域에서의 食用作物 栽培나 특히 韓國人만이 많이 먹는 食用作物栽培에서 이러한 方法의 實用性을 研究해야 할 것이다.

그러나 이상 3가지 方法을 다 使用해서도 Sr-90의 含有量이 많다고 밝혀진 飲食物은 특히 成長하는 어린이들에게 있어서 피하도록 해야 할 것이다.

2) Sr-90이 消化器官에서 吸收되지 않는 Chemical form으로 變化시키는 方法

食品調理時 예를 들면 국이나 찌개에 마치 “化學調味料”를 添加하듯이 少量 添加해서 Sr-90이 體內에 吸收되지 않도록 하는데 이때 人體生理作用에 無害함은 물론이고 飲食의 맛, 색, 향기를 考慮해야 할 것이다.

3) 消化器官에서 吸收되어서 體內에 있을 때(主로 血液이나 Soft tissue인 境遇) 速히 體外로 排泄시키는 方法

Table 4. Treatments Toward Metal Poisoning

Chelating agent	Isotopes removed	References
BAL	Sr-90, P-32	23
Na Citrate	Sr-90	24
Zr Citrate	Y-90	25
Ca-EDTA+BAL	Sr-90, 89	26
DTPA	Pu-239	28

外國에서는 이미 核燃料 化學處理 中이나 其他 事故로 Sr 뿐 아니라 다른 放射性 同位元素가 體內에 들어왔을 때 速히 體外로 排泄시키는 研究가 되어 있으나 現在까지 主로 哺乳動物²⁷⁾을 實驗對象으로 하였으며 體內에 多量있을 때 研究되었으므로 이 實驗結果를 그대로 人體에 適用시킬 수는 없다고 생각되며

또한 Sr-Concentration이 낮은 境遇에는 어느 程度 效果의 일 것인가는 多小 疑心스럽지만 參考로 一般的으로 醫學에서 Metal poisoning treatment에 使用되는 Chelating agents는 表 4와 같다.

BAL은 一般的으로 Heavy metal poisoning treatment에 使用되는 Chelating agent로서 2,3-Dimercapto-1-1-propanol 혹은 1,2-Dithioglycerol Y-90은 Sr-90이 β -decay 해서 생기는 放射性同位元素, EDTA는 Ethylene diamine tetra acetate, DTPA는 Diethylenetriaminepenta acetic acid, Sr-90이 一段 骨格의 organic matrix에 蓄積되면 이것을 除去하기는 大端히 어려우나 外國에서는 protein-free diet을 쓰거나 Scorbuto-genic diet을 試圖한 例가 있다²⁹⁾.

4) Radioprotective agents를 使用하는 方法

γ 線에 對하여 Sulfhydryl 基(-SH)가 生物體에서 radiation damage를 줄인다는 것은 오래前부터 알려져 왔으며³⁰⁾ 例를 들면 cysteine, Cysteamine, Cystamine 등³¹⁾이 效果의인 것으로 報告되어 있다. 이와 같은 境遇는 放射線을 많이 照射받았을 때 例를 들면 核燃料 化學處理中 事故라든가 核戰爭時 放射線을 많이 받거나 後方에서 fallout의 Early effect 등으로 放射線을 많이 照射받았을 境遇를 對備하여 外國에서는 Anti-radiation pill이 研究開發中인 것으로 알려져 있다. Radiation level이 낮은 境遇에도 이와같은 agents의 使用은 研究할 價値가 있다고 생각된다.

V. 結 論

大氣圈 核實驗에서 생기는 放射性 落塵이 人體에 주는 影響과 放射性 落塵뿐 아니라 使用된 核燃料나 核廢棄物에 包含되어 있는 Sr-90에서 오는 害毒의 深刻性을 論하였으며 dairy products로부터의 Ca攝取量이 많은 歐美人들의 食生活과 比較하여 볼때 우리나라 特有的 韓食爲主 食生活에서 오는 Sr-90에 의한 被害를 減少시키기 위하여 食品調理上의 研究問題點들을 提示하였다.

1) 飲食을 먹기 前에 그 속에 含有된 Sr-90의 量을 減少시키는 方法

- a) 모든 食品을 Case by Case 研究하여 Sr-90이 많이 包含된 部分을 除去한다.
- b) 飲食을 먹과前에 Sr-90을 Ion exchanger methods나 혹은 다른 化學的 方法으로 除去한다.
- c) Sr-free Ca를 Cattle feed나 農作物이 자라는 土壤에 大量 添加하거나 授乳婦의 daily diet에 加하여 結果의으로 人體의 Sr-90의 吸收量을 減少시킨다.

2) Sr가 體內에 吸收되지 않는 Chemical form으로 變化시키는 方法으로 食品調理時에 마치 化學調味料를 添加하듯이 少量添加하여 Sr-90이 體內에 吸收되지 않도록 한다.

3) 體內에서 이미 吸收된 狀態에 있을 때 速히 體外로 排泄시키는 方法으로 主로 血液이나 Soft tissue인 境遇 一般的으로 醫學에서 metal Poisoning treatment에 使用되는 Chelating agents들을 使用할 수 있고 骨格의 organic matrix에 蓄積되면 除去하기는 大端히 어려우나 外國에서는 Protein-free diet나 Scorbuto-genic diet를 試圖 例가 있다.

4) Radioprotective agents를 使用하는 方法으로 Cysteine, Cysteamine, Cystamine, 등이 效果의인 것으로 알려져 있으며 外國에서는 Anti-radiation pill이 研究開發中에 있다고 한다. 따라서 radiation level이 낮은 境遇에도 이와같은 agents의 使用은 研究할 價値가 있다고 생각된다.

參 考 文 獻

- 1) Bouchard, C., Curie, P., Balthazard, W., : *Compt. rend. acad. Sci.*, 138, 1384-87, 1904.
- 2) Upton, A. C., : *Effects of Radiation on man, ann. Rev. Nucl. Sci. vol. 18. P495, 1968.*
- 3) Hollaender, A. Ed.: *McGraw Radiation biology I, II, III. McGraw Hill, New York 1954-1956.*
- 4) United Nations, *Reports of the United Nations Scientific Committee on the effects of atomic radiation, Gen. Assembly Office Records, 13th Session 1958, 17th Session 1962, 19th Session 1964, 21st Session 1966, United Nations, New York.*
- 5) Reports of Advisory Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation 1972,

- (BEIR Rep.) *Washing D. C. Natl. Acad. Sci.*
- 6) The Biological effects of Atomic Raditation, : *Summary Rep. 1960 (Natl. Acad. Sci. Natl. Res. Council, Washington 1960).*
 - 7) The Hazards to man of Nuclear & Allied Radiation: *A second Report Med. Res. Council (H. M. Stationary Office, London, 1960).*
 - 8) The Nature of Radioactive Fall-out & Its effects on man Hearings Spee, : *Subcomm. at Energy Congr. U. S., 85th (U. S. Government Printing office, Washington, 1957).*
 - 9) Björnerstedt, R., Edvarson, K. Physics, : *Chemistry Meterology fallout, ann. Rev. Nucl. Sei. vol 13, 1963. P 505.*
 - 10) Fallout from Nuclear Weapons tests. : *Hearings Spee. Subcomm. At. Energy Congr. U. S. 86th, U. S. Gov. Printing Office, Washington 1959.*
 - 11) Evaluation of the Contamination of the Biosphere by-products of Nucl. tests. Acad. Sci. U. S. S. R. : *Moscow 1959.*
 - 12) Brode, H. L., : *Review of Nuclear Weapons Effects. ann. Rev. Nucl. Sci, P153 vol. 18, 1968.*
 - 13) Glasston, S, Ed. Rev. ed. U. S. : *Dept. of Defense The Effects of Nuclear Weapons. U. S. AEC. april 1962.*
 - 14) Garner, R. J. : *Transfer of Radioactive Materials from the Terrestrial Environmt to Animals & Man Cleveland, CRC 1972.*
 - 15) Long Term World wide effects of Murriple Nuclear Weapons Datonations. : *Washington, D. C. Natl. Acad. Sci. 1975.*
 - 16) Survival of Food Crops & Live Stocks in the event of Nuclear War. : *U. S. AEC., Symp., Ser. no. 24. Washington, D. C. 1971.*
 - 17) Fallout A study of Super bombs, *Strontium 90 & Survival Fowler, J. M., Basic Books Inc. 1960.*
 - 18) Mishra, U. C., et al. : *Atomkernenergie. 29: 49-55, 1977.*
 - 19) Report NRPB-R24 Nat, Radiobiological Protection board. : *Harwell Oxon, England. May 1974.*
 - 20) Fallout, : *a study of superbombs, Strontium 90 & Surival Fowler, J. M., Basic Books Inc. 1960 chap. 3.*
 - 21) Batrahov, G, F., et al. : *Morsk. Gidrofiz Issled (U.S.S.R). no.1 (68) P198-201 1975 (In Russian).*
 - 22) Cohen, B. *Letter to the editor, Physics to-day. Jan. 1976 (Environmental hazards in radioactive waste disposal).*
 - 23) Kisielecki, W. E. et al. : *Proc. Soc. Exptl. Bio. Med. 77:694-696 (1951)*
 - 24) Schubert, J., & Wallace, H. D. Jr : *J. Biol. chem. 183:157-66, 1950.*
 - 25) Kawin, B., et. al. : *U. S. Atomic Energy Commission Document UCRL-812, 1950.*
 - 26) Cohen, S. H., & Gong, J. K. : *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med. 83: 550-554, 1953.*
 - 27) Joffe, M, H, & Temple, L. A. *Atomic Energy Commissiou Document HW-28636 92-97, 1952.*
 - 28) B. A. Muggenbuy et. al. : *Health Physics 31: 315-321, 1976.*
 - 29) Van Middlesworth L., : *U. S. Atomic Energy Commission Docuent MDDC-1022, 1947.*
 - 30) Patt, H. M., et al. : *Science 110:213, 1949.*
 - 31) P. Soltysiak-Pawluejuk, S, Bitney-Szalchto (Poland) : *Int. J. Radiat. Biol. 29:543-553, 1976.*