

琉球大学学術リポジトリ

[総説]発酵ウコンの開発

メタデータ	言語: 出版者: 南方資源利用技術研究会 公開日: 2014-10-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 稲福, 直, 鎌田, 靖弘, 藤野, 哲也, 井上, 亜紀, 有銘, 興博, 比嘉, めぐみ, 久保田, めぐみ, INAFUKU, Naoshi, KAMADA, Yasuhiro, FUJINO, Testuya, INOUE, Aki, ARIME, Okihiro, HIGA, Megumi, KUBOTA, Megumi メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002016587

総説

醗酵ウコンの開発

稲 福 直*、鎌 田 靖 弘**、藤 野 哲 也*、井 上 亜 紀*
有 銘 興 博*、比 嘉 めぐみ*、久保田 めぐみ*

*株式会社琉球バイオリソース開発、**(現)沖縄県工業技術センター

Development of Fermented Turmeric (*Curcuma Longa* L.)

Naoshi INAFUKU*, Yasuhiro KAMADA**, Testuya FUJINO*,
Aki INOUE*, Okihiro ARIME*, Megumi HIGA*, Megumi KUBOTA*

**Ryukyu Bio-Resource Development Co., Ltd.,*
606-2, Toyohara, Motobu-cho, Okinawa 905-0204, Japan
***Okinawa Industrial Technology Center,*
12-2, Suzaki, Gushikawa-shi, Okinawa 904-2234, Japan

1. はじめに

我が社は、沖縄に自生する植物の生理的効用に重点をおき、独自の発酵技術により高付加価値商品を開発することを目的として研究開発を行ってきた。まず最初に注目したのが、沖縄県内で広く繁茂しているギンネムである。ギンネムは、タンパク質、ビタミンK、カロチン、そしてカルシウム等のミネラルを豊富に持っているにもかかわらず、含有する毒素(ミモシン)のため有効利用することが困難であった。そこで琉球大学農学部との協力検討を重ねながらその解毒技術を研究、確立し商品化(ぎん茶)¹⁾した。

次に着目した素材は、沖縄で琉球王朝時代より、民間薬として受け継がれてきたウコンである。ウコンについても優れた効用がある²⁻⁶⁾とされながら、独特の苦味と香りのため有効利用

が難しくなっていた。そのため、琉球大学農学部との研究協力により、当社独自の発酵技術を確立し、ウコンの嗜好性や効用を高めた「醗酵ウコン」を開発するに至った⁷⁾。さらに、テレビ、雑誌、新聞等で我が社の商品である「醗酵ウコン」の抗酸化性や肝臓疾患の改善効果等の機能性について数多く取り上げられることにより、「醗酵ウコン」だけでなくウコン自身の認知度が全国的に高まり、全体的に売上が急激に上昇したことから、本県の地場産業の活性化にも貢献できたと考える。一方、「醗酵ウコン」を食品素材として、より効果的に利用するために大学及び医療機関と協同で研究開発を行い、機能性食品として毎日摂取することにより、実際に加齢によって増大する生体内の酸化ストレスを軽減できる抗酸化食品の製造技術を確立した。ここでは、食品という立場から我が社における「醗酵ウコン」の開発とその食品機能の一部を紹介する(第53回日本栄養・食糧学会大会で発表)。

*沖縄県具志川市字州崎5-1

㈱トロピカルテクノセンター内

**沖縄県具志川市州崎12-2

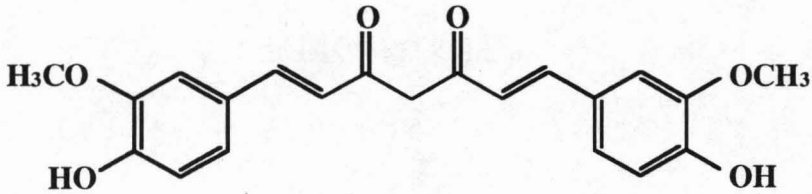


図2. クルクミンの構造



図1. ウコン

2. ウコン

ウコンは、ショウガ科、クルクマ属の多年性植物であり、その種類は極めて多岐に渡り、ウコンの属するクルクマ属には50種類以上が認められている。このクルクマ属は、一般に高温多湿な気候を好み、南アジア、東南アジアを中心に熱帯から亜熱帯にかけて広く分布している^{8,9)}。特に生薬やスパイスなど取り引き上重要なウコン属品目としてクルクマロンガ (*Curcuma longa* Linn.)、クルクマアロマティカ (*Curcuma aromatica* Salisb.)、クルクマゼドアリア (*Curcuma zedoaria* Roscoe.) がある。しかし、通常ターメリックと呼ばれているのはクルクマロンガであり、和名を「ウコン」

と称し、沖縄では方言名で「うっちゃん」と呼ばれ、専売制度により琉球王朝の財政を支えたのは、まさにこのウコン（通称、秋ウコン）であった。なお、ウコン以外に同じクルクマ属の仲間でもよく知られているクルクマアロマティカは、通称「春ウコン」と呼ばれているが、正式には姜黄（キョウオウ）、またクルクマゼドアリアは、ガジュツと呼ばれ、通称紫ウコンとも呼ばれている。

ウコン（秋ウコン）は、多年性草本で毎年生育し、根茎は独特の匂いと苦味を有し、外観は茶色でうろこ状、根茎を割った断面はオレンジ色である。葉は高さが1mほど上に伸び、初秋につける花は白色で生育している状態はキョウオウやガジュツと区別が付きにくい、葉の裏に触れるとツルツルとした手触りがあるのがウコンの特徴である。包葉の間の淡黄色の花は2個ずつ交互に咲かせるほか、花序は大きな緑白色の包葉を鱗状に重ねてつけ、上部の包葉は白色になって花のように見える（図1）。

ウコンには昔から様々な効用があると云われており、利胆薬として肝炎、胆道炎、胆石症、カタル性黄疸に用いられるほか、芳香性健胃薬としても有効である。また、外用としては、ウコンの粉末を水で練り、痔、すり傷、関節炎等に外用されており、漢方では吐血、鼻血、血尿時に用い、止血に利用されている¹⁰⁾。さらに、ウコンの乾燥物を蒸留して得たターメリック油は軽い殺菌作用があり、抑酸薬としても用いられ、少量では駆風、健胃、食欲増進及び強壯剤として用いられる¹⁰⁾。特にウコンの主要成分であるクルクミン（図2）には、抗血栓作用¹¹⁾、

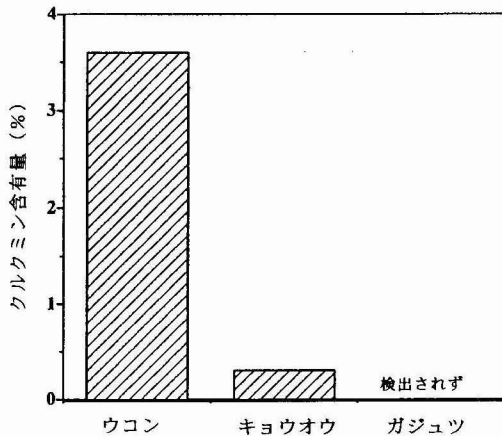


図3 3種のクルクマ属のクルクミン含有量の比較

抗酸化作用²⁾、抗変異原作用¹²⁾、また抗ガン作用¹³⁻¹⁶⁾、コレステロールや血糖を低くする作用^{17, 18)}などの効用を有することが報告されている。さらに、厚生省の「平成6年度がん克服新10ヶ年戦略プロジェクト研究報告書」のなかでもウコンの色素成分クルクミンは発ガン抑制効果を有することが証明されている。我が社が醗酵ウコンの原料として使用しているのは、最もクルクミン含有量の高い沖縄産のウコン（秋ウコン）である（図3）。

3. 醗酵による生理的効用の向上

昔から日本には、大豆を醗酵させた味噌や醤油、そして納豆などの醗酵食品が多数存在するが、日本だけでなく他の国にもいろいろな醗酵食品がある。例えばインドネシアでは大豆をクモノスカビで醗酵させたテンペ¹⁹⁾という食品や、トルコのマスオーニという野菜を乳酸菌で醗酵させたものなど様々である。

今までにこのような微生物がもたらす恩恵に浴した醗酵食品による健康維持、老化制御の機能が数多く報告されており²⁰⁻²²⁾、最近その生理的効用についての科学的解明が盛んに進められている。我が社はこれらの報告に着目し、ウコンも醗酵することによってさらに抗酸化機能が增加するものと考えた。

表1 ウコンと醗酵ウコンの一般成分（乾燥物%）

構成物	ウコン	醗酵ウコン
灰分	7.8	15.8
蛋白質	8.1	16.5
脂質	9.9	1.5
繊維	5.5	8.4
糖質	68.7	57.8

表2 ウコンと醗酵ウコンのミネラル含量（乾燥物 mg%）

	ウコン	醗酵ウコン
カルシウム	157	922
マグネシウム	352	453
リン	300	596
ナトリウム	15	34
カリウム	3087	3029
鉄	89	103
亜鉛	0.18	7.61
銅	0.02	1.08
マンガン	0.37	0.27
セレンウム	*N. D.	0.07
ヨウ素	*N. D.	0.72

*N. D. = 検出されず

3-1 一般成分およびミネラル含量

ウコンは醗酵させることにより、乾物あたりの脂肪及び糖質が減少し、逆にタンパク質、繊維及び灰分の各含量が増加した（表1）。特にカルシウム（Ca）の増加は量的に著しかった（表2）。このことから、ウコンを醗酵させることは嗜好性を高めるだけでなく、現代人にとって摂取過剰な脂肪などのエネルギー源を減少させ、反対に不足しがちな繊維やミネラルを増加させるものと考えられた。さらに、ミネラル摂取にはその量だけでなく、バランスが問題とされている。特にリン（P）の過剰摂取及びマグネシウム（Mg）不足は、生体内でのミネラルバランスを崩し、骨や心臓疾患などを誘発するとの報告がある^{23, 24)}。ウコンを醗酵させるとCa : Mgが1 : 2から2 : 1へまた、Ca : Pは1 : 2から1.6 : 1へと改善され理想的な摂取バランスとなった。また微量元素とされている亜鉛

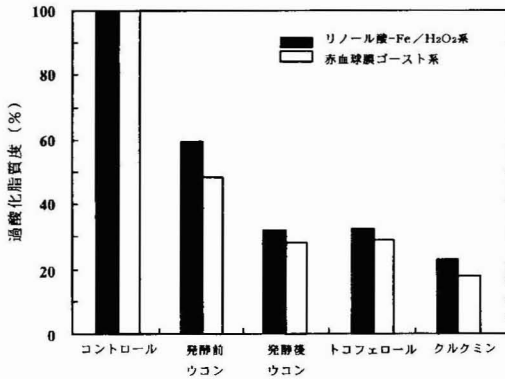


図4 発酵前後のウコンの抗酸化性比較

(Zn) 銅 (Cu) 及びセレン (Se) も増強された。これらのミネラルは抗酸化酵素の補助因子であり、Zn及びCuはスーパーオキシドジスムターゼ^{25, 26)}、Seはグルタチオンペルオキシダーゼ²⁷⁾に関与している。さらにZnは骨形成や生殖機能に²⁵⁾、Seは抗腫瘍作用にも関与している²⁷⁾。

以上のことから、ウコンを発酵させることによってCa摂取の向上だけでなく、Ca吸収や骨への沈着に関与するCa : PおよびCa : Mgバランスのとれた優れた食品となることが分かった。また発酵によって増大するミネラル量は、培養基として添加する精製糖廃糖蜜に起因するものと推定された。

3-2 醗酵ウコンの抗酸化性

最近の多くの臨床研究や動物実験の結果、生体内における活性酸素などのフリーラジカルが生体内分子の過酸化を招き、ひいては細胞の障害や老化、あるいは疾病に関与するものと注目を集めている^{28, 29)}。これに対し、食品として摂取する抗酸化物質による過酸化反応の抑制が、多くの成人病の予防に有効ではないかと提唱されている。

このようなことから、「醗酵ウコン」中にも生体調節機能を有する様々な生理活性物質が存在することが考えられた。

今回我が社はウコンを発酵することにより増大することが考えられる生理機能のうち、特に抗酸化性に着目して研究を行った。発酵前後の

ウコン80%EtOH抽出画分と抗酸化性の比較のために α -トコフェロールおよびクルクミンの4試験区を設け、80%EtOHのみを対照区として抗酸化試験を行った。

その結果、ウコンは発酵することによってリノール酸-Fe (II) /H₂O₂系で1.6倍、赤血球膜ゴースト系で1.4倍も抗酸化性が増大することが明らかとなった。(図4)。

4. 醗酵ウコン摂取がヒト(老人)の酸化ストレスに及ぼす影響

ウコンは沖縄の食文化の中で、長寿の秘訣と考えられている薬草の一つである。そこで、醗酵ウコンのより高い健康食品の価値と食品機能を見いだすために醗酵ウコンを食品として摂取してもらい、DNAの酸化的損傷バイオマーカーとして用いられている尿中8-hydroxy-2'-deoxy-guanosine (8-OHdG) 含量の変化を測定した結果を示す。

4-1 老人と若者における酸化ストレス度合いの比較

8-OHdGは主にヘム鉄の存在下、生体内で生成される活性酸素自身および活性酸素が誘導した脂質過酸化反応中の水酸化ラジカルによって、DNA中のデオキシグアノシンが攻撃を受けて生じるものと報告されている³¹⁾(図5)。そこで尿中に排泄される8-OHdG量と動物の筋肉量の指標であるクレアチニン量の比は、酸化ストレスが生じた際のDNA障害量を示すバイオマーカーとなるとOsawaらは報告している³¹⁾。

今回、酸化ストレスの程度を老人と若者で比較するために、年齢23~33(平均28歳)の若い健康者14名(男性9名、女性5名)及び勝山病院(沖縄県名護市)に入所している年齢79~99(平均90歳)の老人21名(男性6名、女性15名)の体調の良い日の尿を採取し、尿中8-OHdG/creatinine含量の測定を行った。

尿中8-OHdG/creatinine含量は、若年者と比較して老人の方が高い値となった(図6)。このことからガン等のリスクファクターである

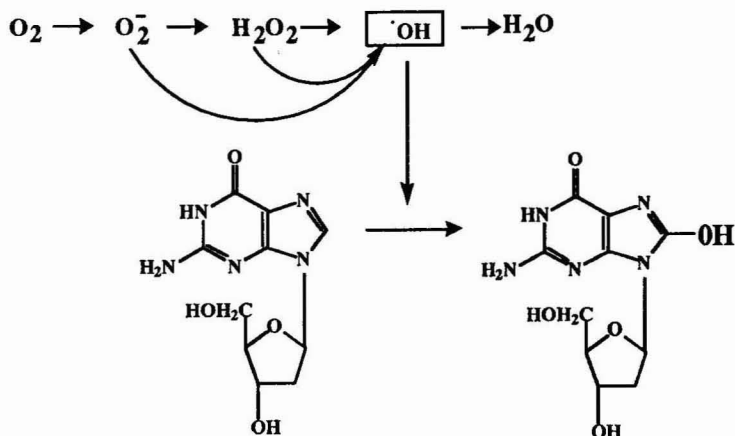


図5 活性酸素による8-OHdGの形成

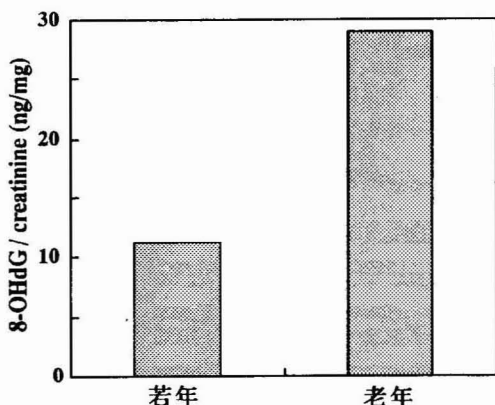


図6 ヒト尿中の8-OHdG/creatinine (ng/mg) 含有量

DNAレベルの酸化障害は、ヒトの場合でも加齢に伴って進行することが分かった。

4-2 ヒト（老人）における醗酵ウコンの食品機能（抗酸化性）に関する評価

醗酵ウコン含有食品を醗酵ウコン摂取量が2.0g/dayになるように組み合わせ、勝山病院（沖縄県名護市）に入所している平均年齢89歳の老人10名（男性2名、女性8名）に12週間摂取してもらった。その間、0, 6, 12週間目及び摂取終了後2週間目に血液と尿を採取した。採取した尿は、8-OHdG/creatinine含量を測定し、醗酵ウコンの機能性を評価した（図7）。

4-3 生体内における醗酵ウコンの酸化防御機能

尿中8-OHdG/creatinine含量は、摂取期間に伴って徐々に低下する傾向を示し、さらに、摂取終了2週間後でも摂取後12週目と比較して低下していた（図8）。

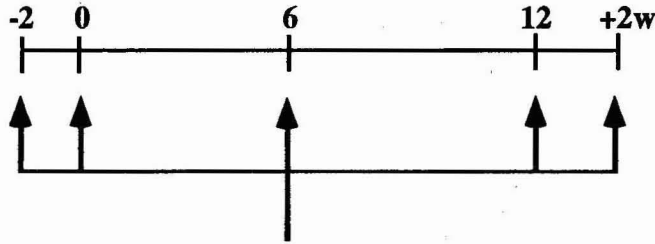
M.H. Kangら³³⁾は、ゴマ中に含有される抗酸化成分、セサモリン含有食餌をラットに投与し、尿中の8-OHdG量を測定した結果、対照群と比較して有意に低下したと報告している。ヒト（老人）においても抗酸化性を増大させた醗酵ウコンを摂取することによって、生体内のフリーラジカルが消去され、DNAの酸化障害の進行を抑制することが示唆された。さらに、尿中の8-OHdG/creatinine含量は、摂取を終了した後もさらに低下したことから醗酵ウコンの抗酸化性は持続性があると推察された。

以上の結果、昔から沖縄で薬草として食されてきたウコンを発酵させた醗酵ウコンをヒトが摂取することで、ガンをはじめとする様々な疾病の原因とされている生体内の酸化ストレスを軽減する効果があることがわかった。

5. 沖縄産植物の抗酸化防御機能を生かした商品開発

ガン撲滅というスローガンのもと、莫大な資金と労力の投入にもかかわらず、ガンを中心と

対象：老人、10人（平均年齢90歳）
 醗酵ウコン（2.0g/day）



血清と尿の採取

測定方法：血清および尿中TBARS(TBA法)
 尿中8-OHdG(ELISA法)

図7 血清と尿の採取時期

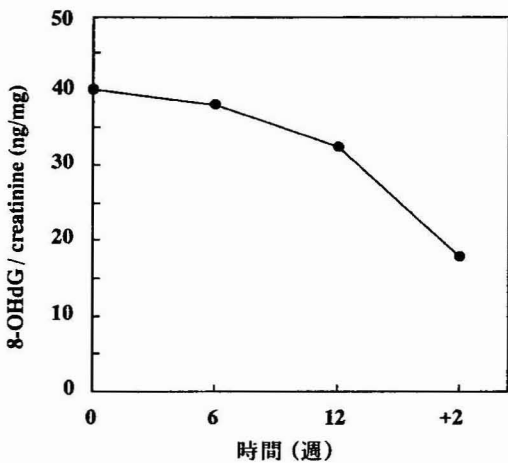


図8 醗酵ウコン含有食を摂取したヒトの尿中
 8-OHdG/creatinine(ng/mg)含有量

する悪性腫瘍による死亡率は全死亡率のなかで第一位を占めている。ガン治療の最前線では、日夜たゆみない努力が続けられてきた。しかしながら、最近では、ガン治療だけをスローガンとした対策だけでは、限界があるのではないかと考えられるようになってきた。特に近年注目を集めてきているのは、生活環境のなかでも食習慣がガン発生の重要な要因であり、胃腸、肝臓および膵臓などの消化器系ガン以外にも、乳

ガンや肺ガンなどの発生に大きな影響を及ぼしているのではないかと疫学的な研究結果が多数報告されている³⁴⁾。

このような背景の中で、食生活の過ごし方によってガンの発生を抑え、また、遅らせることができるのではないかと期待のもとにアメリカ国立ガン研究所が中心となってデナイナーフーズプログラムが開始されている。すなわち、ガン予防が期待される植物性食品成分をまず生理活性物質として捉え、その機能を分子レベルで科学的に明確にし、次いで試験管レベルでの構造-活性相関、個体レベルさらには臨床レベルでの役割を解明する必要があると提唱されている³⁴⁾。

また、様々な植物から得られた抗酸化色素を抽出、精製して医薬的に用いることを目的とするのではなく、食品の形態を保ちつつ計画的に機能性を強化された抗酸化色素を含む新しい概念の食品を摂取することで、毎日の食生活の中で日常起こりうる酸化的な障害から体を保護する食品の研究開発が今後、望まれている³⁵⁾。

以上のような観点から、我々は、年中強い太陽光線を浴び、厳しい酸化ストレスのもとで生育している沖縄の植物の抗酸化的な防御機能に着目し、既存の顆粒や粒状のいわゆる効用を意

識して摂取するような形態ではなく、日常の食生活のなかで、おいしくあくまでも食品として摂取でき、尚且つ効用を高めた商品を開発していきたい。

6. おわりに

これまでの研究で、醗酵ウコンは、ミネラル含量が高まり、また抗酸化性が増大することを明らかにしてきた。さらに、それ自体が機能性のある食品素材として広く活用が可能であることもわかってきた。

沖縄はその恵まれた地理的条件から薬用植物の種類が多く「薬草の宝庫」とも云われている。昔から沖縄では、薬草の薬効を期待して利用するだけでなく、日常的に野菜として食べ、しかも単一の素材のみを用いるのではなく数種類の素材の組み合わせを大切にしてきた。また、調理法においても素材のダシを十分に引出し調味料としての塩分をほとんど必要とせず、栄養学的にも理にかなっている。このような食文化は沖縄独特のもので、先人達の知恵と体験から生まれた貴重な調理技術であり、これらが現在長寿県となった要因の一つでもある。

我が国における本格的な高齢化社会の到来等を踏まえ高齢者の医学、栄養学的特性を配慮し、かつ高齢者の食卓を豊かにする食品の提供が望まれている³⁶⁾。そのような中で、高齢者のための食品が様々な企業によって開発され、全国の病院や老人ホーム等の施設で利用されているが、そのほとんどは、本土の大手企業によるものである。

そこで現在、我々は醗酵ウコンを食品素材としてとらえ、その高度利用技術と沖縄の伝統的調理加工技術を応用し、高齢者の様々な生理的機能の低下に対応した食品の開発研究を行っているところである。これらを通して、単なる長命ではなく、沖縄の特色を生かした長寿につながる沖縄発のデザイナーフーズを供給していきたいと考えている。それこそが、世界一の長寿県である沖縄県を拠点とする企業の使命ではな

いだろうか。

最後に、この文面を借りて、本研究を遂行するにあたり、終始御懇篤なご指導とご助言を賜りました名古屋大学大学院生命農学研究科大澤俊彦教授を始め同森光康次郎助手、琉球大学農学部本郷富士弥教授、同川島由次教授、医療法人勝山病院大山朝賢院長に深く感謝の意を表します。また、本研究に要した費用の一部は平成8年度および平成10年度創造技術研究開発費補助金によります。

文 献

- 1) 特第2596472
- 2) Sharma OP., *Biochem. Pharmacol.*, 25, 1811-1812 (1976)
- 3) Slimal RC., Dhawan BN., *J. Pharm. Pharmacol.*, 25, 447-452 (1973)
- 4) Rao TS., Basu N., Siddiqui HH., *Indian J. Med. Res.*, 75, 574-578 (1982)
- 5) Mukhopadhyay A., Basu N., Ghatak N., Gujral PK., *Agents Actions*, 12, 508-515 (1982)
- 6) Yegnanarayan R., Saraf AP., Balwani JH., *Indian J. Med. Res.*, 64, 601-608 (1976)
- 7) 特第2949411
- 8) Nadkarni KM., In: *Indian Materia Medica* (Ed. Nedkarni KM.), Popular Prakashan, Bom bay, 414-417 (1976)
- 9) Sanagi M., Ahmad U., Smith R., *J. Chromatographic Sci.*, 31, 20-25 (1993)
- 10) 日本公定書協会：新しい薬用植物栽培法，廣川書店
- 11) Srivastava R. et al., *Throm. Res.*, 40, 413-417 (1985)
- 12) Nagabhusan M. et al., *Food Chem. Toxicol.*, 25, 545-547 (1987)
- 13) Huang M. T. et al., *Cancer Res.*, 48, 5941-5946 (1988)

- 14) Osawa T., Y. Sugiyama, M. Inayoshi and S. Kawakishi, *Biosci. Biotech. Biochem.*, 59, 1609-1612 (1995)
- 15) Nakayama T., I. Haraguchi, K. Hashimoto, Y. Sugiyama and T. Osawa, *Food Sci. Technol. Int.*, 3, 74-76 (1997)
- 16) Kim J. M., D. J. Kim, S. Araki, Y. Iwahori, T. Osawa, M. Murakoshi, H. Nishino and H. Tsuda, 第3回日本がん予防研究会(名古屋)(1996)
- 17) Subba Rao D. et al., *J. Nutr.*, 100, 1307-1315 (1970)
- 18) Srinivasan M., *Indian J. Med. Sci.*, 26, 269-270 (1972)
- 19) Esaki H., Onozaki H., Kawakishi S., Osawa T., *J. Agric. Food Chem.*, 44, 696-700 (1996)
- 20) Esaki H., Nohara Y., Onozaki H., Osawa T., *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 37, 474-477 (1990)
- 21) Esaki H., Onozaki H., Osawa T., In: *Food Phytochemicals for Cancer Prevention* (Eds. Huang M., Osawa T., Ho C., Rosen RT.), ACS: Washington DC., 353-360 (1994)
- 22) Esaki H., Onozaki H., Kawakishi S., Osawa T., *J. Agric. Food Chem.*, 45, 2020-2024 (1997)
- 23) Itokawa Y., *Technical J. Food Chem. Chemicals*, 11, 19-25 (1995)
- 24) Ichimura I., Morii H., *Food Style* 21, 2, 33-37 (1995)
- 25) Takeuchi S., *Technical J. Food Chem. Chemicals*, 11, 42-47 (1995)
- 26) Saito N., *Food Style* 21, 2, 29-32 (1998)
- 27) Yoshida M., *Technical J. Food Chem. Chemicals* 11, 36-41 (1995)
- 28) Osawa T., Ide A., Su JD, Namiki M., *J. Agric. Food Chem.*, 35, 808-812 (1987)
- 29) Cutlar RG., In: *Free Radicals and Aging* (Eds. Emerit I., Chance B) Brikhanser Verlag: Basel, Switzerland 31-46 (1992)
- 30) Sugiyama Y., Kawakishi S., Osawa T., *Biochem. Pharmacol.* 52, 519-525 (1996)
- 31) Osawa T., Uchida K., *Environ Mutagen Res.* 19, 157-161 (1997)
- 32) Kator K., *Metabolism*, 25, 823-830 (1988)
- 33) Kang MH., Naito M., Tsujihara N., Osawa T., *J. Nutr.*, 128, 1018-1022 (1998)
- 34) 大澤俊彦: がん予防食品の開発, シーエムシー, 3-14 (1995)
- 35) Osawa T., *Japanese Journal of Dairy and Food Science*, Vol.45, No.2 (1996)
- 36) 食品化学新聞社編集部: 月刊フードケミカル, 食品化学新聞社, 12, 78-81 (1996)