

ドライソーセージ変異原性に対する加工工程と添加香辛料の影響

誌名	食品衛生学雑誌
ISSN	00156426
巻/号	375
掲載ページ	p. 301-307
発行年月	1996年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



報 文

ドライソーセージ変異原性に対する加工工程と
添加香辛料の影響

(平成8年5月16日受理)

任 恵 峰^{*1, 2} 林 哲 仁^{*1} 陳 平^{*2}
 王 亜 軍^{*2} 劉 徳 広^{*2} 後 藤 純 雄^{*3}
 遠 藤 英 明^{*1} 渡 辺 悦 生^{*1}

Effect of Manufacturing Process and Added Spices on the
Mutagenicity of Dry Sausage

Huifeng REN^{*1, 2}, Tetsuhito HAYASHI^{*1}, Ping CHEN^{*2}, Yajun WANG^{*2},
 Deguang LIU^{*2}, Sumio GOTO^{*3}, Hideaki ENDO^{*1}
 and Etsuo WATANABE^{*1}

(*1)Department of Food Science and Technology, Tokyo University of Fisheries: 4-5-7,
 Konan, Minato-ku, Tokyo 108, Japan; *2) Department of Food Processing,
 Heilongjiang Commercial College: 50 Tongda Street, Harbin, 150076,
 People's Republic of China; *3) Department of Community
 Environmental Science, National Institute of Public
 Health: 4-6-1, Shirokanedai, Minato-ku,
 Tokyo 108, Japan)

The changes of mutagenicity of Chinese dry sausage (Hongchang) at several different processing stages were determined quantitatively by forward mutation assay. Salted meat treated with nitrite showed a high mutation ratio. This decreased after boiling and increased again during the smoking process. There was little difference in the increase of mutation ratio, measured at the surface or inside of the products, before and after the smoking process. This result suggested that formation of stronger mutagenic activity of the final products depended upon the effect of heat rather than on accumulation of the mutagens of smoke.

In the second step, we prepared dry sausages, to which 5 times as much garlic or pepper than that indicated in the standard Chinese recipe was added, to study roles of these spices in the formation of mutagenicity during the manufacturing process. Both garlic and pepper showed two actions, promotion and repression, at various stages.

(Received May 16, 1996)

Key words: ソーセージ sausage; 変異原性 mutagenicity; 前進突然変異試験法 forward mutation assay; 8-アザグアニン抵抗性試験 8-azaguanine resistance test; サルモネラ TM677 *Salmonella typhimurium* TM677; にんにく garlic; こしょう pepper; 抗変異原性 antimutagenicity

*1 東京水産大学食品生産学科: 〒108 東京都港区港南 4-5-7

*2 黒竜江商学院: 中華人民共和国 〒150076 黒竜江省ハルビン市道里区通達街 50

*3 国立公衆衛生院地域環境衛生学部: 〒108 東京都港区白金台 4-6-1

Table 1. Procedure for Chinese Dry Sausage "Hongchang"

Pre-treatment:	Pork lean meat block (79 kg) was cut into 250 g each size. Pork fat (15 kg) was also cut into a little smaller pieces.
Salting:	Salt (3.5 kg) and sodium nitrite (50 g) were evenly added to meat and fat and kept them standing at 8°C for 72 hours.
Mincing:	Lean meat was minced through 2~3 mm diameter hole blade. Fat was cut into 1 cm cube.
Mixing:	Starch (6 kg) suspended with 1.5~1.8 L of water, MSG (100 g), minced garlic (300 g) and pepper (150 g) were mixed thoroughly and added to minced materials.
Stuffing:	Pork intestine (28~33 mm diameter) was filled with above mentioned mixed materials, tied with cotton string at 20 cm intervals.
Boiling:	Boiled with stirring in a hot water over 90°C for 35~40 min.
Drying:	Boiled products were hanged from a horizontal bar at 2 cm intervals and dried until its surface become dry. Air temperature at the bottom of stuffed products was adjusted to 65~70°C by the amount of wood tip and kept drying for 35~40 min.
Smoking:	Firewood and wood tip were mixed at a ratio of 1:2 to keep smoking for 6~7 hours. One each of lumber mass was arranged in a smoking house for every 1 m ² , so that the temperature was maintained between 55~60°C. The products were kept hanging in the house for another 12 hours after the lumbers were gone.

Table 2. Recipe for Trial Sausages Prepared from 7.9 kg Pork Meat and 1.5 kg Pork Fat

Composition	Standard (g)	Garlic-5 aliquots (g)	Pepper-5 aliquots (g)
Garlic	30	150	30
Pepper	15	15	75
Starch	600	600	600
Mono sodium glutamate	10	10	10
Sodium nitrite	5	5	5

はじめに

ソーセージは主に、豚肉や牛肉を主原料として製造される¹⁾が、添加する香辛料の種類及びその配合割合、更には製造工程における乾燥・くん煙時間も種類によって異なっている。欧米を初め、日本でも酒の肴として愛用されているサラミは、くん煙時間の比較的長い製品で、ドライソーセージに分類されている。中国でもこれらの食肉加工品は古くから製造されており、香腸(xiangchang)・煙腸(yanchang)・灌腸(guanchang)など²⁾の名称で呼ばれる伝統的特産品が知られている。

著者らは中日両国の食品の品質に関する共同研究の一環として、今回は中国東北地方(ハルビン)産の紅腸(hongchang)²⁾を取り上げ、その加工工程と添加香辛料の組成が、製品の変異原性に及ぼす影響を調べることにした。ソーセージの変異原性に影響する因子としては、まず1)原料肉の塩漬け工程における硝酸塩・亜硝酸塩の使用^{3), 4)}、2)加熱によるタンパク質構成成分の変化^{5), 6)}、3)くん煙工程における煙の変異原性成分⁷⁾の影響が考えられる。一方、これらの原因により生じた変異原性物質は、食品中に共存する他成分との相互反応により作用が抑制^{8)~10)}、あるいは逆に促進^{11)~13)}されることも

知られており、その原因物質の1つとしては調味の目的で添加する香辛料が考えられる。

香辛料はこれまでも変異原性・抗変異原性研究の対象とされているが、それらの報告の多くは、既知変異原性物質を用いるモデル系において、変異原性抑制あるいは促進効果を検討したものである。しかし実際の食品における変異原性の消長は、食品構成成分との化学反応の結果に影響されることが多く、単純なモデル系で得られた結果とは必ずしも一致しない場合がある。そこで著者らは本研究を行うに当たり、実際に食用とされているドライソーセージを試料に選び、市販品の各製造段階における中途製品を中国の工場で採取し、その変異原性を調べるだけでなく、日本国内の食肉加工メーカーの試作装置を用い、添加する香辛料の配合比を変えて、食品中におけるそれらの変異原性に対する影響を明らかにしようと試みた。

公定法¹⁴⁾となっているエイムス法¹⁵⁾では、試料中に存在する遊離ヒスチジンが一定量を越えると試験を妨害するため、ヒスチジンを常在成分として含む食品の変異原性の測定に際しては、まず供試試料からヒスチジンを除去する必要がある。その場合、固相抽出法¹⁶⁾や液液

分配法^{17), 18)} などによりヒスチジンを選択的に除去することも、また特殊な吸着剤^{19), 20)} などにより目的とする変異原性物質のみを抽出することのいずれも可能である。しかしこの場合、存在する変異原性のすべてが抽出できるとは限らない。そこで著者らは試料の前処理が不要である前進突然変異試験法^{21), 22)} に着目し、数種の標準変異原物質及びヒスチジンを多く含む天然調味料を用いて、公定法との比較検討²³⁾ を行った。その結果試料ソーセージに存在する変異原性を、定量的に評価できると思われたのでこれを本研究で採用した。

実験方法

1. 試料

中国産ドライソーセージ紅腸における変異原性の分布と、加工工程におけるその変化を調べるため、まず中国ハルピン市にある大小二か所の食肉加工工場に市販品同様の方法で製造を依頼し、塩漬け、ミンチ、配合、充てん、煮熟（大規模工場では蒸煮）、乾燥、くん製の手順に従って製造した（Table 1）。原料処方機械化の進んだ大規模工場製品も、手作りを行っている小規模工場製品も、全く同一とした（Table 2）。ただし大規模工場では蒸煮・乾燥工程とくん製工程を、それぞれ同一装置内で連続的に行っているため、蒸煮直後で乾燥前の製品と、くん煙工程の中途（3, 6時間）製品は入手することができなかった。

分析試料としては、①細切原料肉に食塩と硝酸塩を混合後、重石をした状態で2昼夜8℃に放置したもの、②にんにくとしょしょう、及びその他の調味料を配合した挽肉、③豚腸に充てん後、90℃の熱水中で35～40分間煮熟したもの（小規模工場のみ）、④65～70℃の直火で35～40分間乾燥（大規模工場の場合、60℃の乾燥空気を装置内に導入し、15～20分乾燥後、65℃で40分間蒸煮、引き続き同装置内で蒸気で中心温度70～80℃に達した後40分処理）したもの、⑤3時間くん煙したもの（小規模工場のみ）、⑥6時間くん煙したもの（小規模工場のみ）、⑦その後更にくん煙室で乾燥空気を12時間強制循環しながら自然に温度を下げ、くん煙開始18時間後に取り出した最終製品の7検体（大規模工場の場合は①、②、④及び⑦の4検体）を採取した。

試料は受領後、すべて小型ポリ袋に密封、実験に供するまで-30℃で保存した。試料は表皮から厚さ2～3mmだけを削り取った「表面」と、残りの「内部」の2部位に分け、フードプロセッサで磨砕した。その40gにジメチルスルホキシド（DMSO）50mlを加え、これを37℃で24時間放置後遠心分離（4,500rpm, 10分間）を行い、得られた上澄液を日本に氷冷下空輸し、変異原性試験に供するまで-30℃に保存した。

次に、香辛料の添加割合が変異原性に及ぼす影響を調べるために、にんにく及びしょしょうの配合割合が異なる製品3種を試作した（Table 2）。日本の場合、家畜伝染

病予防法の規定により外国からの偶蹄類の動物肉、及び輸出国政府機関の検査証明書が添付されていない製品・半製品の輸入が禁止されている。このため香辛料の影響を調べるための実験用の試料としては、原料肉には日本産豚赤身肉を用い、日本国内の試作プラントにおいて、中国大規模工場の製品と同様の作業手順により製造し、各段階における中間製品と、最終製品を採取した。なおこしょうは上述の紅腸製造に用いたものを中国から輸入し、にんにくは東京都内の青果店で市販されているものを購入して用いた。日本における試作製品は、くん煙装置から取り出して室温で放冷後、真空包装し、実験に供するまで-30℃に保存した。中国製品の場合と同様に表面・内部の2部位に分け、各部位に10gずつを20mlのDMSOとともにホモジナイザ（日本精機、10,000rpm, 1分間）で氷冷下磨砕し、37℃で24時間放置後、遠心分離（4,500rpm, 10分間）して得られた上澄液を試料とした。すべてのDMSO抽出液はテフロンライナー付き小型ガラスバイアル中で、供試まで-30℃で保存した。

なお、すべての試料液は試験直前に19倍量の滅菌水を加え、最高濃度試料として変異原性試験に供した。

2. 試薬

変異原性試験に用いた標準変異原性物質及び一般試薬類は、特に記したものを以外は和光純薬、国産化学、東京化成工業の特級又は生化学用を、DMSOは同仁化学の蛍光試験用を、補酵素類はオリエンタル酵母製のコファクター-Iを購入した。S9は既報²³⁾のとおり、6週齢のSprague-Dawley系雄ラットにPCBを腹腔内投与（500mg/kg）し、4日間飼育後、1日間絶食させて、頸椎切断により屠殺した。肝臓を無菌的に摘出し、0.15M塩化カリウム溶液とともに、冷却下磨砕し、9,000×gで20分間遠沈後、急速凍結し、使用まで-80℃で保存した。

3. 試験菌

突然変異試験には、*Salmonella typhimurium* TA 1535株の自然復帰コロニーから、8-アザグアニン（8-AG）抵抗性検出に優れたTM35株^{22), 24)}を選び出し、それに変異原性物質検出感度を高める目的でTA2000のプラスミドpKM101を導入したTM677株²¹⁾を用いた。試験菌株は試験直前まで-80℃で保存した。

4. 前進突然変異試験（FM）法

TM677株を試験菌として用いるSkopekらの標準FM法²²⁾の改良法²¹⁾を、更に次のように試料量を縮小し、かつ培養器具にタイタープレートを用いるなど実験系の簡易化を試みた。試料は前述の最高濃度試料液を、5% DMSO滅菌水溶液で5段階に希釈（各段階間の希釈率；2倍）し、 γ 線滅菌済みマイクロタイタープレート（コーニング製、96穴）の各穴に100 μ lずつ分注した。一方、3時間の前培養を行った菌液は、600nmで

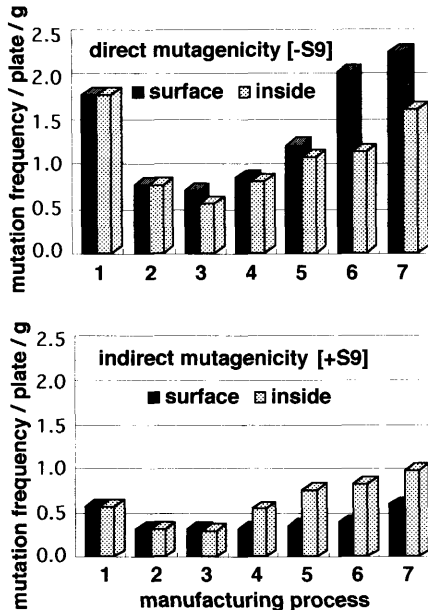


Fig. 1. Mutagenicity of Chinese dry sausage at each manufacturing process prepared at hand-made manufacturer

1: salted; 2: minced; 3: boiled; 4: dried; 5: smoked for 3 hours; 6: smoked for 6 hours; 7: final product

の吸光度が0.12になるようME培地²¹⁾で希釈(菌数: 6.7×10^7 個/ml)した。これを用いてS9 mix添加(本液8 ml, S9及びコファクターI溶液各1 mlを混合)及び無添加(本液8 ml, ME培地2 ml)両条件での試験用菌液を調製し, 試料液を入れた各穴に100 μ lずつ分注した。これに添付のふたをし, 37°Cで2時間回転振とう(岩城硝子製, チュプレミキサー Twin3-28, 最高速)培養後, 25 μ lずつを乾熱滅菌済み試験管に採り, 8-AGを含むソフトアガー2.5 mlと回転混合して, あらかじめ調製しておいた最少グルコース寒天平板培地上に均等に撒いた。37°Cで72時間遮光静置培養後, 生じた8-AG抵抗性変異コロニー数Aを計測した。しかし試料によっては, 菌に対して変異原性(遺伝毒性)だけでなく, 殺菌性(直接細胞毒性)を示す場合もあるので, その影響に対する補正を行うため, 試料と試験菌を2時間培養した液の一部を400倍希釈し, その5 μ l(変異コロニー測定用の1/5量)を8-AGを含まないソフトアガー2.5 mlと滅菌済み試験管内で回転混合して, 最少グルコース寒天平板培地上に均等に撒き, 変異コロニー計測の場合と同様に遮光条件下, 37°Cで72時間静置培養後, 生菌コロニー数を測定した。この値に希釈率(400 \times 5)を乗じ, 生菌数Bを求めた。変異コロニー測定用の陰性対照プレート上で観測された自然突然変異

コロニー数をCとし, 突然変異誘発率Dは $[A-C]/B$ の式から算出した。試料濃度を横軸, 突然変異誘発率を縦軸とする用量反応曲線のグラフを描き, 直線部分の傾きから原材料1g当たりの突然変異誘発率を求めた。いずれのコロニーの計測も, コロニーカウンター501A(ウェルテック)で測定面積 $S=4776$, 閾値Th Level=150として測定を行った。

結果と考察

1. 中国東北地方産紅腸の変異原性と加工工程

まず手作り製法を採用している小規模工場製品の直接変異原性(以下, -S9と略記)について見ると, 塩漬肉の突然変異誘発率は1.76(プレート/原材料1g, 以下同様)というかなり高い値が測定された(Fig. 1)。細切しただけの原料肉自体に変異原性が存在するとは考えられなかったため, 原料肉の採取・分析は実施していないが, この高い変異原性は恐らく72時間の塩漬け工程中に, 配合した食塩及び硝酸塩と主原料の構成成分が相互に反応して, 生じたものと考えられる。

しかしこれに, にんにくとしょう及びその他の副原料を配合すると, 塩漬け段階の突然変異誘発率の半分以下の0.76に低下した。本研究で調製した試作品ではこの段階で塩漬け肉7.9 kgに豚脂, デンプン, 香辛料, 水など合計2.1 kgの副原料を配合するので, 塩漬けと配合の段階の間で重量が26.5%増加する。しかしこれによる希釈を考慮しても, 突然変異誘発率はそれよりも更に低くなっていた。このことは, これらの香辛料又はその他の配合副原料のいずれかに, 変異原性を抑制する成分, 又は微生物試験において変異原性検出を阻害する物質が含まれていたことを示唆している。その後これらを煮熟すると, わずかではあるが更に変異原性は減少し, 表面では0.70に, 内部では0.56となった。これは煮熟過程で変異原性物質が熱水中に溶出して失われた可能性も否定できないが, 減少の割合は内部の方が大きかったことから, この条件下での煮熟加熱により抗変異原性成分の作用が強くなったことも考えられる。次にこれを乾燥空気及びくん煙で加熱すると, 時間の経過とともに突然変異誘発率は再び増加していった。小規模工場製品で見ると, 表面で著しく突然変異誘発率が増えているように見えるが, 最も変異原性の低い煮熟直後の製品(Fig. 1, 製造段階-3)を基準として最終製品の突然変異誘発率をみると, 表面で3.2倍, 内部で2.9倍とほぼ同程度であった。この結果から製品の変異原性に及ぼすくん煙工程の影響としては, 煙に含まれる変異原性成分よりも, むしろ加熱によるものの方が大きいと思われる。

間接変異原性(以下, +S9と略記)の試験結果を見ると, 各製造段階における変化の傾向は, -S9の場合とほぼ同様であった。表面から検出された変異原性の強さはすべての工程で, +S9が-S9の半分以下(20~

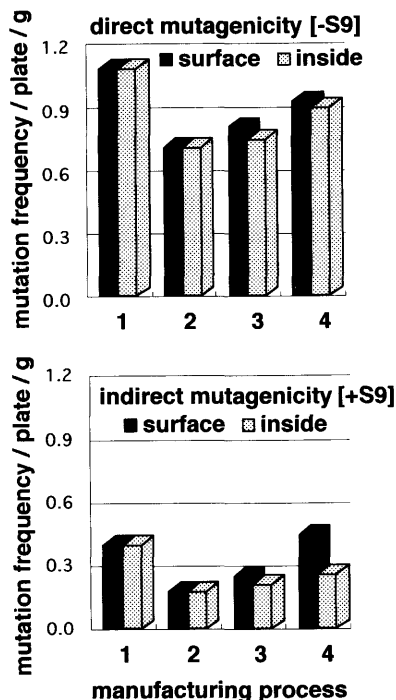


Fig. 2. Mutagenicity of Chinese dry sausage at each manufacturing process prepared at automated machine-made manufacturer

1: salted; 2: minced; 3: boiled and dried; 4: final product

44%)であった。内部ではやはり +S9 が -S9 の 53~73% と少なかったものの、ソーセージの内部と表面の変異原性の差異という観点から比べると、表面より内部で +S9 が多く検出された点で、-S9 とは明らかに異なった傾向を示していた (Fig. 1)。

次に大規模工場製品の分析結果を見ると、製造段階ごとに採取した試料は 4 種だけであるが、いずれの段階においても検出された変異原性は、小規模工場製品のそれより低かった。-S9 では塩漬肉の 1.08 が最も高く、挽肉の段階で 0.70 の最低値を示した点は小規模工場製品の場合と同じだが、以後蒸煮乾燥から 18 時間のくん煙を経て表面で 0.92、内部で 0.89 と塩漬け肉の突然変異誘発率を下回っていた。大規模工場製品の場合、豚腸へ充てんした後の蒸煮・乾燥・くん製工程が同一装置内で連続的に進行し、加熱もくん製工程もすべて、装置外で発生した熱風及び煙を導入して用いる間接方式¹⁾で行われているため、熱水中での煮熟、直火での乾燥・くん煙を行う小規模工場の製品²⁵⁾とは、変異原性の生じ方が異なるようである (Fig. 2)。+S9 では、最終製品の表面での突然変異誘発率が 0.45 で、塩漬肉の 0.40 を

やや上回った他は、表面・内部のすべての試料で塩漬け肉の値を越えることはなかった (Fig. 2)。

2. ソーセージの変異原性に及ぼす香辛料の影響

ソーセージの変異原性に及ぼすにんにくとしょこの影響を調べるため、中国の標準処方の配合に従って日本で調製した試作品-1の他、こしょう量は一定でにんにくを 5 倍配合した試作品-2と、にんにく量を変えずこしょうの添加割合を 5 倍とした試作品-3の合計 3 種の製品を調製し、本研究に供試した (Table 2)。変異原性に及ぼす香辛料の影響を調べるのが本研究の目的ではあるが、食用に適さない極端な条件では実用上の意味を持たない。試作品-2と-3は通常の処方の 5 倍相当量のにんにく、あるいはこしょうを配合したためこの点が心配された。しかし研究室の学生 12 名に試食させ評価を求めたところ、試作品-2ではにんにく臭が強すぎると回答したものが 4 名あったが、試作品-3ではこしょうの味が強すぎると回答したものはわずか 1 名であった。

そこで各製造工程ごとに FM 法で製品の突然変異誘発率を求め、中国産市販品の場合と同様に横軸に製造段階を、縦軸には変異原性の強さ (突然変異誘発率/プレート/原材料 1 g) を示した。これを表面と内部に分け、-S9 及び +S9 の測定結果をまとめた。まず -S9 変異原性について見ると、にんにくを 5 倍添加した場合、部位にかかわらずわずかに標準品より高い (3~11%) 値を示したのに対して、こしょうを 5 倍添加した場合には、表面では 11~56%、内部では 16~68% 標準品より低い値を示していた (Fig. 3 左)。一方、+S9 条件下での変異原性はこれと異なり、にんにく 5 倍量を添加した場合、製造工程のいずれの段階でも変異原性は標準処方製品のそれを下回っていた。こしょうを 5 倍量添加した場合逆に、すべての段階で標準処方製品の変異原性を上回っており、加熱時間とともに増え、最も高い場合には約 200% 高くなっていた (Fig. 3 右)。

以上を総合すると、試作品に使用したにんにく及びこしょうには、程度の差はあるもののいずれも変異原性の促進、抑制作用という両面性を有していることが明らかとなった。つまり、にんにくは -S9 に対してはやや促進、+S9 に対してはやや抑制する傾向を示した。こしょうは逆に +S9 に対して促進、-S9 に対して抑制する傾向を示したが、その増減の程度はこしょう添加製品の方が顕著であった。

香辛料の変異原性、あるいは抗変異原性に関するこれまでの研究を調べると、にんにくとこしょうのいずれにおいても、それぞれの活性を認めている報告がある。まずにんにくでは、インドの食品の変異原性を検討した Sivaswamy ら²⁶⁾がたまねぎなどと並んで、にんにくに弱い変異原性を認めているほか、Crebelli ら¹³⁾が 65 種に及ぶイタリアの市販香辛料を検索した中で、にんにくエキス、たまねぎエキスから顕著な直接・間接変異原性

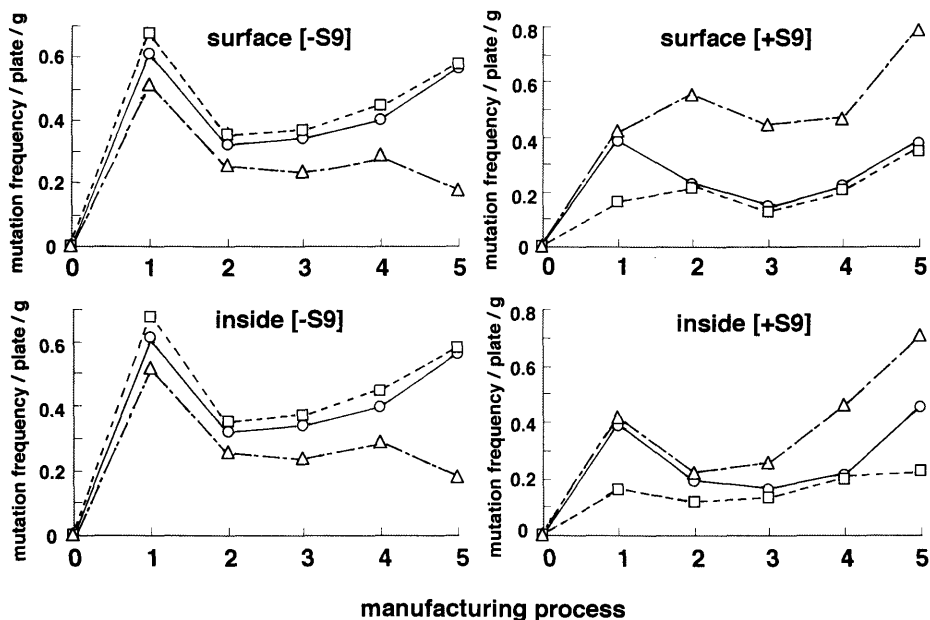


Fig. 3. Effect of additional garlic and pepper on the mutagenicity of Chinese dry sausage found at each manufacturing process

Areas between solid and dotted lines show the fluctuation of mutation frequency of dry sausage by addition of extra garlic and pepper (above the solid line indicates the increase and below the solid line shows the decrease).

Open circle (○): standard; square (□): garlic-5 aliquots; triangle (△): pepper-5 aliquots

0: raw material; 1: minced; 2: steamed and dried; 3: smoked for 3 hours; 4: smoked for 6 hours; 5: final product

の存在を報告し、実験に使用した菌株の組合せからフラボン類の関与を推定している。にんにくに分布するジアリルトリスルフィド (DAT) は、主に抗生物質として使用されているが、数少ない「変異原性を持たない抗がん剤」でもある。これに関連して北京がん研究所の Deng ら⁸⁾ は哺乳類細胞を用いる不定期 DNA 合成 (UDS) 試験により、DAT 自身は UDS 誘発能を持たないものの、変異原性を持つ抗がん剤マイトマイシン C の UDS 誘発能を増強すること、またその作用機構は不明ながらも用量依存性であることを、近年報告している。これに対して Yamasaki ら⁹⁾ は、にんにくから単離した植物性アレキシンの一種 allixin の抗変異原性効果を、アフラトキシン B₁ (AFB₁) の *Salmonella* TA100 に対する変異原性 (+S9) で調べ、本物質は AFB₁ と DNA のアダクト形成を阻害することによって、AFB₁ 変異原性の発現を抑制していると述べている。

一方、こしょうについては、その辛味の主成分であるピペリンについて、亜硝酸で処理すると未知の変異原性を生じることから、Shenoy ら¹¹⁾ はヒト胃内でのニトロソ化反応の可能性を警告している。ただ食品中の変異原

性物質が、モデル系で観察されたとおりに、体内でも実際に作用するかという点については否定的な意見が強く、例えば葉緑素誘導体クロロフィリン抗変異原性作用に関する研究の中で Warner ら¹⁰⁾ は、黒こしょうの変異原性の 50% までがクロロフィリンにより抑制されることを認めており、ある食品素材中に変異原性が検出されても、実際には食品中の他成分との相互反応によりその作用のかなりの部分が抑制される可能性を指摘している。更に Higashimoto ら¹²⁾ も黒こしょうについて、それ自身は亜硝酸処理をしない限り変異原性は陰性であるばかりでなく、熱水抽出液にはジメチルニトロソアミンなど幾つかの変異原性化合物の活性をかなりの程度抑制する能力があることを報告している。ただしこの作用は、BaP, IQ, AF-2 などの変異原性に対しては、全く抑制効果を示さなかったと述べており、作用は限定的であることも考えられる。

なお本研究で得られたデータについて、これら香辛料の促進・抑制作用と製造段階との関連を考察すると、にんにくの作用の強さは、いずれもほとんど変化していなかった。これは①にんにくの成分が、加熱時間が長く

なっても活性の強さが変化しない場合と、②本研究で設定したにんにくの添加量が、活性を現すためには必ずしも十分ではなかった場合の、二通りが考えられる。また、こしょうは製造段階が進むにつれて、より明瞭に促進・抑制することを示したが、未加熱状態ではその能力は極めて弱かった。

今回検出されたドライソーセージの変異原性の強さは、強熱した肉で生じる変異原性物質 Trp-P-2 の標品に比べれば、およそ数万分の一程度である。この強さから見れば食用として直ちに危険とは考えられないが、変異原性物質はある濃度以下なら絶対に人体に対して無害であるという、いわゆる安全限界の設定が困難であるので、消費者が長期間摂取を続ける場合には、その存在を無視することはできない。これに関連する今後の課題としては、熱、煙、添加物、発色剤、更には原料の鮮度管理などによる安全な製造条件の検討を行うと同時に、香辛料中の活性成分の本体を究明することも重要であると思われた。

謝 辞

本研究の一部は1995～1996年度の中華人民共和国・国家教育委員会「留学回国人員資助費支持項目」、及び同国黒竜江省・科学技術委員会からの「特別研究費」によって行ったもので、ここに記して謝意を表します。日本国内でドライソーセージ試作品を調製するにあたっては、伊藤ハム(株)中央研究所よりプラント使用、原料肉の提供など、多大の御配慮を賜りました。深く感謝致します。

文 献

- 1) 関 連吉編：“肉類食品工芸学—香腸製品—”初版，p. 507～526 (1992) 中国商業出版社。
- 2) 関 連吉編：“肉的科学と加工技術—中国伝統式灌腸—”初版，p. 395～405 (1988) 中国食品出版社。
- 3) 王 山，張 東林，李 連清，馬 維双：食品科学(中国) **165**, 12～15 (1993)。
- 4) 胡 述容：食品科学(中国) **150**, 34～35 (1992)。
- 5) 包 開洪，顏 華：食品科学(中国) **165**, 50～52 (1993)。
- 6) 包 開洪，顏 華：食品科学(中国) **162**, 55～57 (1993)。
- 7) 金 輔建，薛 茜編：“肉製品加工手冊—煙燻—”初版，第2刷，p. 296～343 (1993) 中国輕工業出版社。
- 8) Deng, D. J., Mueller, K., Kasper, P., Muller, L.: *Biomed. Environ. Sci.* **7**, 85～90 (1994)。
- 9) Yamasaki, T., Teel, R. W., Lau, B. H.: *Cancer Lett.* **59**, 89～94 (1991)。
- 10) Warner, J. R., Nath, J., Ong, T. M.: *Mutat. Res.* **262**, 25～30 (1991)。
- 11) Shenoy, N. R., Choughuley, A. S.: *Cancer Lett.* **64**, 235～239 (1992)。
- 12) Higashimoto, M., Purintrapiban, J., Kataoka, K., Kinouchi, T., Vinitketkumnuen, U., Akimoto, S., Matsu-moto, H., Ohnishi, Y.: *Mutat. Res.* **303**, 135～142 (1993)。
- 13) Crebelli, R., Aquilina, G., Conti, L., Carere, A.: *Microbiologica* **13**, 115～119 (1990)。
- 14) 労働省安全衛生部化学物質調査課：“安衛法における変異原性試験—テストガイドラインとGLP—”第1版，p. 29～63 (1991) 中央労働災害防止協会。
- 15) Maron, D. M., Ames, B. M.: *Mutat. Res.* **113**, 173～215 (1983)。
- 16) Hayashi, T., Ren, H., Goto, S., Endo, H., Watanabe, E.: *J. Sci. Food Agric.* **70**, 16～24 (1996)。
- 17) Kikugawa, K., Kato, T., Hayatsu, H.: *Mutat. Res.* **158**, 35～44 (1985)。
- 18) 濱田昌之，吉川賢太郎，石井隆一郎：近大環境科学研報告 **16**, 1～5 (1988)。
- 19) Hayatsu, H., Oka, H., Wakata, A., Ohara, Y., Hayatsu, T., Kobayashi, H., Arimoto, S.: *Mutat. Res.* **119**, 233～238 (1983)。
- 20) Obe, G., ed.: “Advances in Mutagenesis Research. —Blue Cotton— Broad Possibility in Assessing Mutagens/Carcinogens in the Environment” p. 1～26 (1990) Springer-Verlag。
- 21) 高木敬彦，後藤純雄，村田元秀，松下秀鶴，Lewtas, J.: *大気汚染学会誌* **23**, 9～19 (1988)。
- 22) Skopek, T. R., Liber, H. L., Krolewski, J. J., Thilly, W. G.: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **75**, 410～414 (1978)。
- 23) 任 惠峰，林 哲仁，大久保忠利，後藤純雄，遠藤英明，渡辺悦生：*日水誌* **63**, 1号予定 (1997)。
- 24) Skopek, T. R., Liber, H. L., Kaden, D. A., Thilly, W. G.: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **75**, 4465～4469 (1978)。
- 25) 劉 宝家，李 素梅，柳 東編：“食品加工技術工芸和配方大全—畜肉食品—”初版，p. 154～156 (1995) 中国科学技术文献出版社。
- 26) Sivaswamy, S. N., Balachandran, B., Balanehr, S., Sivaramakrishnan, V. M.: *Indian J. Exp. Biol.* **29**, 730～737 (1991)。