熱水抽出ボーンエキスの品質および変異原性 におよぼす抽出条件等の影響

林 哲仁^{*1}・任 恵峰^{*1,2}・後藤純雄^{*3}・遠藤英明^{*1}・渡辺悦生^{*1}

The Effects of Extraction Condition and Freshness of Raw
Materials on the Quality and Mutagenicity of Hot-water
Extracts Prepared from Livestock bones

Tetsuhito HAYASHI^{*1}, Huifeng REN^{*1,2}, Sumio GOTO^{*3}, Hideaki ENDO^{*1}
and Estuo WATANABE^{*1}

^{*1} *Department of Food Science and Technology, Tokyo University of Fisheries :
4-5-7, Konan, Minato-ku, Tokyo 108, Japan*

^{*2} *Heilongjiang Commercial Collage : 50, Tongda Street District, 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*

Hot-water extracts prepared from beef, pork, and chicken bones have been manufactured for a long time, and are used in many types of products, and have a large annual production. However, a detailed examination on the manufacturing conditions has not yet been carried out. In this study, we prepared the extracts at 100°C, the most common temperature for industrial purposes, and 10°C higher and lower than that. We compared mutual relationships among these extracting conditions, on their free amino acid compositions, and their sensory evaluation of basic taste qualities and overall preference. Fluctuation in mutagenicity of each extract was also inspected in connection with their extraction conditions. In conclusion, an extraction at a lower temperature than that generally used in the seasoning industry provided us with better results not only in recovery of free amino acids and sensory properties, but also in long term safety in regard to mutagenicity levels, regardless of the species of raw materials. (Received Mar. 14, 1997 ; Accepted Jun. 27, 1997)

わが国における調味料の変遷を見ると、単一の化学調味料が多用された第一世代、複合調味料の第二世代、そして費用的には多少高くても、より自然な風味を追求した天然調味料の第三世代に分けられる¹⁾。この天然調味料を製造法で分類すると、熱水抽出、酸加水分解、酵素分解に大別される。熱水エキスは当初、生原料の煮熟工程で生じる煮汁の有効利用の見地から加工されていたため、その製造条件については現場での経験則が重要視されてきた。そのため品質や製造効率だけでなく、長期安

全性まで含めた総合的品質に関して、製造条件が十分に検討されてきたとは言い難い。

そこで今回、天然調味料の製造と品質に関する一連の研究を行うに当たり、商品としての種類が豊富な熱水抽出法をまず取り上げた。検討項目としては初めに、エキスの呈味性に深く関与する遊離アミノ酸の抽出性と組成に及ぼす抽出温度、抽出時間、原料鮮度の影響を調べた。続いてそれらの官能評価を行い、組成と呈味性との関係を調べた。

^{*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 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)

熱水抽出エキス類は基礎的調味料の一つとして、食品産業で広範に使用²⁾されており、消費者はこれらを日常的に摂取している。これまで食品の安全性といえ、原料に分布する天然毒成分や、外部からの汚染物質による急性毒性が主に問題とされており、慢性毒性や遺伝毒性のような長期間に亘る試験は、一般の食品そのものを対象には行われていない。我々はこれまでも食品そのものの中における変異原性の生成と抑制に深い関心を払ってきており、今回試作した熱水抽出ボーンエキスについても変異原性の分布を検討した。

なお今回の原料には、動物性エキスの原料として最も一般的に使用されている畜産物の骨（牛、豚、鶏）を選んだ。

実験方法

1. 試料

(1) 原料処理

新鮮な牛豚鶏の骨を港区内の食肉店で購入した。牛と豚の骨には肉片はほとんど付いていなかったが、鶏骨の場合は骨重量の10～20%程度の肉が付着していた。直ちに冷凍魚切断用電動帯鋸（秋山機械、TB-55型）および一般工作用電動糸鋸を用いて10～12g程度の小片に切断後、原料別に十分に混合した。これらの一部はポリエチレン袋に取り分けて密封し、25℃の恒温槽内に48時間放置して鮮度低下処理試料とした。以上の前処理後、加熱抽出までの1～2日間は、-30℃のフリーザーで保存した。

(2) 抽出条件の設定

数カ所のエキス工場での聞き取り調査によれば、商業ベースでの熱水抽出は常圧下、100℃よりわずかに低い熱水中で数時間煮熟するのが一般的であった。予備的には80から120℃まで10℃ごとに5段階の抽出温度を設定し検討したが、120℃では骨特有の匂いが強く、80℃では遊離アミノ酸抽出性が低く、実用的な条件ではないと判断された。そこで本研究では100℃加熱、6時間抽出を基準とし、それより10℃高い、または10℃低い3種の加熱温度を設定した。また各加熱温度ごとに標準より長めと短めの計3段階の抽出時間〔①110℃；2, 4, 6 hr, ②100℃；3, 6, 12 hr, ③90℃；6, 12, 18 hr〕を設定した。

(3) 熱水抽出エキスの調製

新鮮および鮮度低下処理原料はいずれも200gずつ秤量後、400 mlの水とともにレトルトパウチに入れ、脱気封緘した。レトルトシミュレーター（日販製作所、RCS

-40 RTGN）を用い、所定温度の熱水で設定時間加熱後、前報³⁾同様に遠沈、濾過、濃縮、脱脂、除タンパクを行った。ただし官能検査用および変異原性試験用試料は、除タンパクと脱脂を行わなかった。

なおロットごとのばらつきを調べるために予備実験として、本試験と同量の豚骨を原料とし、100℃で3時間抽出した試料を5袋調製し、そのエキス中の遊離アミノ酸量を個別に測定比較したところ、その値は150, 150, 151, 153, 155 (mg/100 g)で、平均値(151.8 mg)±2%に収まっていたので、原料によるばらつきはないと判断した。

2. アミノ酸分析

試料を移動相A液で20倍に希釈後、島津LC-6A (Li型)で組んだアミノ酸分析装置に10μlを注入し、生体液分析用プログラム(190 min/検体)で分離、OPAと反応させて分析⁴⁾した。結果は抽出前の骨100g当たりのmg数に換算して表示した。

3. 官能評価

試料エキスの調製と官能評価法は既報³⁾の通りで、評価基準（対照）としては牛骨、豚骨および鶏骨の新鮮原料から100℃で12時間抽出したものを用いた。すなわちまず試料液の電気伝導度を測定（横河電気、Model SC 82）し、その値の最も低かった試作品エキス（牛骨11.70；豚骨13.20；鶏骨13.41 μS/cm）を基準としてその他のものを蒸留水で希釈、電解質濃度を揃えたのち、1.0%相当の食塩を添加した。これらをさらに数段階に希釈し、最も評価を行いやすい濃度を検討したところ1.3倍であったので、すべての被検液に30%相当量の水を加え、実際の官能検査に供した。官能評価は100℃、12時間抽出エキスを基準（0点）とし、90℃、18時間抽出エキスおよび鮮度低下処理原料の100℃、12時間抽出エキスの2試料を5点法（-2～0～+2点）で採点⁵⁾した。質問項目としては甘味、旨味などの基本味5項目の他に、においを含めた「エキスとしての好ましさ」を総合評価として回答させた。パネルは7名（20代の男女各2名、30代の男女各1名、40代の男性1名）よりなり、いずれも古川⁶⁾の方法に従い、特に差の検出に関する十分な訓練を受けている。基本味および総合評価には、7個の評点の平均値を用いた。

4. 変異原性試験

(1) 試薬

既知変異原性物質、一般試薬、および培地類は、特に記したもの以外は和光純薬、国産化学、東京化成製の生化学用または特級を、ジメチルスルホキシド（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⁶⁾の通り調製し、使用まで -80°C に保存した。

(2) 試験菌

突然変異試験には、8-アザグアニン(8-AG)抵抗性検出に優れた *Salmonella typhimurium* TA 1535 に、変異原性物質検出感度を高める目的で TA 2000 のプラスミド pKM 101 を導入した TM 677 株⁷⁾ を用い、試験菌株は試験直前まで -80°C で保存した。

(3) 前進突然変異試験 (FM) 法

既報^{6,8)}の通り TM 677 株を試験菌として用いる SKOPEK らの標準 FM 法^{7,9)}の改良法¹⁰⁾を、さらに縮小しかつ実験系を簡易化した方法を用いた。すなわち、試料は5% DMSO 水溶液で5段階に希釈(各2倍)し、濾過滅菌後タイタープレートのウェルに100 μl ずつ分注した。前培養菌液は、ME 培地で吸光度が0.12 (600 nm) になるよう希釈した。S9 mix 添加(本液8 ml, S9 および補酵素溶液各1 ml) および無添加(本液8 ml, ME 培地2 ml) 両条件の菌液を調製し、各ウェルに100 μl ずつ加えた。 37°C で2時間振盪培養後、その25 μl ずつを8-AGを含むソフトアガー2.5 ml と混合、最小グルコース寒天平板培地に撒いた。 37°C で72時間遮光静置培養後、生じた8-AG抵抗性突然変異コロニー数(A)を計測した。陰性対照値を、自然突然変異コロニー数(B)とした。これとは別に、試料による直接細胞毒性の可能性を補正するため、2時間培養液(4000倍希釈)を8-AGを含まないソフトアガーとともに平板培地に撒いて、生菌数Cを測定し、突然変異誘発率Dを $[A-B]/C$ の式から算出した。また試料濃度を横軸、Dを縦軸とする用量反応曲線の直線部分の傾きから、最小二乗法によりプレート当たり原料骨1g当たりの突然変異誘発率(比活性)を求めた。

実験結果および考察

1. 遊離アミノ酸含量の変化と抽出時間、温度、原料鮮度

遊離アミノ酸の抽出性を調べるために、原料毎に 110°C 、 100°C 、および 90°C の3段階の加熱温度で抽出された遊離アミノ酸含量を原料別に整理し Fig. 1 にまとめた。抽出時間については、 110°C では4時間、 100°C では6時間、 90°C では12時間を標準とした。 110°C の高圧高温条件では数時間程度が一般的であり、6時間を越える長時間抽出は実用的ではないと考えられる。従って6時間以上の抽出は行わなかった。これに対し 100°C で

Fig. 1 Total free amino acids in extracts of beef, pork, and chicken bones at 110°C , 100°C , or 90°C , for 2 to 18 hours

F: fresh bones; NF: bones kept at 25°C for 48 hours.

は半日、 90°C では一晩の抽出操作も考えられるので、前者では12時間まで、後者では18時間まで時間を伸ばした抽出も行った。なお本報告では設定温度、時間のいずれも3点のみとしたが、原料が生ものであり、部位による差の可能性もあって、この研究からは限定された結論しか得られないため、今後更に実験条件を拡げて検討を行いたいと考えている。

(1) 牛骨エキス (Fig. 1, 上段)

各温度に共通する6hr抽出エキスと比較すると、図に示したように僅かながら高温側の方が抽出アミノ酸量が多かった。しかしアミノ酸量の増加程度を見ると、 110°C と 100°C ではいずれも後半で増加割合が鈍化した。これに対して 90°C では、抽出を続けると更に量が増えることが推定された。

(2) 豚骨エキス (Fig. 1, 中段)

アミノ酸量の増加程度は低温側長時間抽出ほど大きく、その割合も牛骨エキスより大きかった。 100°C では後半はほとんど増えず、抽出を継続してもアミノ酸量は

増加しないことが明らかであった。これに対し 90℃ 抽出では時間とともに増加し、18 時間目では全試料中の最高値を示した。

(3) 鶏骨エキス (Fig. 1, 下段)

遊離アミノ酸量は 110℃ 抽出では前半で 15% 程度増えたが、その後僅かに減少を示し、加熱を続けると抽出性は逆に下がると思われた。これに対して、100℃ と 90℃ 抽出では、抽出時間が長くなるにつれてエキス中のアミノ酸量は増加 (100℃ : 100→126→133%, 90℃ : 100→112→126) を続け、加熱を続ければ、アミノ酸量は更に増す可能性が示唆された。

(4) 鮮度低下処理試料 (Fig. 1)

牛骨エキスはいずれの時間でも、新鮮原料より多く、豚骨エキスの場合も 37~63% 高い値を示した。鶏骨エキスでは抽出アミノ酸量は時間とともに 7~32% 増えた。以上のことから品質は別として、合計量だけから見ると、鮮度低下処理原料の方が抽出性は良く、更に長時間抽出を行えばアミノ酸量は増すものと予想された。

2. 遊離アミノ酸組成の変化と抽出時間、温度、原料鮮度

(1) 牛骨エキス

Fig. 2 に示したように新鮮原料の場合、9 種試料のいずれでもカルノシンとグルタミン酸の二つが多く、両者だけで全遊離アミノ酸量の 24~33% に達したが、110℃

Fig. 2 Major amino acids in beef bone extracts prepared from fresh and not fresh bones at several different extraction temperatures (110, 100, and 90℃)

F : fresh bones ; NF : bones kept at 25℃ for 48 hours. Amino acids in all bar graphs, are arranged in the order of the magnitude of their amount found in F 90℃/18 hr.

および 100℃ では前者が、また 90℃ では後者が最も多かった。このほかにグリシン、アラニン、エタノールアミンも共通して多く、以上の 5 種で合計量の 55~69% を占めた。一方鮮度低下処理原料を用いた場合は、量的に多いアミノ酸の種類は同じで、その順位のみが入れ替わっていた。しかし、新鮮原料からの場合にはほとんど検出されなかったチロシンとフェニルアラニンがそれぞれ少量分布し、注目された。またカルノシンの割合は、抽出時間が長くなると著しく増え、一般のアミノ酸とは異なる抽出性を示していた。

(2) 豚骨エキス

新鮮原料から調製したエキスでは Fig. 3 に示したように、どの条件でもカルノシンが最も多く、全体の 30~50% を占めた。110℃ 抽出ではタウリンが 2 番目に多かったが、抽出温度が低くなるにつれてその順位は次第に下がり、アラニンとグルタミン酸が絶対量、順位ともに上昇していた。高濃度アミノ酸が全体に占める割合は、加熱温度が高く抽出時間が短いほど高く、抽出時間が長くなるに連れて抽出温度に関わり無く、低濃度アミノ酸の占める割合が増える傾向がみられた。一方、鮮度低下処理原料から調製した豚骨エキスでは、タウリン量の著しく少ない点が目立っていた。

Fig. 3 Major amino acids in pork bone extracts prepared from fresh and not fresh bones at several different extraction temperatures (110, 100, and 90℃)

F : fresh bones ; NF : bones kept at 25℃ for 48 hours. Amino acids in all bar graphs are arranged in the order of the magnitude of their amount found in F 90℃/18 hr.

(3) 鶏骨エキス

新鮮原料からでは Fig. 4 に示したように、個々のアミノ酸は温度、時間に関係なくアンセリン、タウリン、グルタミン酸、カルノシン、セリン、アラニンの順で多く、これら6種で全遊離アミノ酸の66~72%を占めていた。これらのうちジベプチドのアンセリンとカルノシンは、110℃では時間とともに減少したが、90℃では逆に増加した。鮮度低下処理原料からでは、セリンがほとんど検出されなかった点が、目立っていた。

3. 試料エキスの官能評価

今回調製した熱水抽出エキスは合計36検体に上るが、これらのうち実用化を考慮して各原料から①新鮮原料の90℃、18hr抽出エキス、②新鮮原料の100℃、12hr抽出、および③鮮度低下処理原料の100℃、12hr抽出の3種を選び、それら相互間の官能評価を行った。結果を要約し Fig. 5 に示すが、これは②を基準とし、10℃低い温度でやや長時間抽出したエキス①と、鮮度低下処理原料から基準試料と同一条件で調製したエキス③との官能的な差異を5点法で評価した試験の結果である。甘味、旨味などの5基本味と、匂いも含めた総合評価の各項目の評価が、中心部に示した正六角形(0点=基準)より外側にあれば基準試料よりも高く、内側にあれば低いことを示している。

Fig. 4 Major amino acids in chicken bone extracts prepared from fresh and not fresh bones at several different extraction temperatures (110, 100, and 90℃)

F: fresh bones; NF: bones kept at 25℃ for 48 hours. Amino acids in all bar graphs are arranged in the order of the magnitude of their amount found in F 90℃/18 hr.

牛骨エキスでは、低温抽出試料①で甘味と塩味および総合評価が基準試料②より高かった。鮮度低下処理原料③では酸味と苦味が強く、エキス中のアミノ酸量は多いものの、総合評価はかなり低かった。豚骨エキスでは、①は全項目で対照の②より評価が高く、低温抽出の方が成分分析結果のみならず、官能的にも優れていたが、③からでは旨味と苦味以外の全項目で評価が低かった。しかし鶏骨エキスの場合、①は酸味以外の項目で評価がやや低く、アミノ酸の抽出性は良いが官能的には好ましくなかった。鮮度低下処理原料ではこの傾向は一層顕著であった。

4. 変異原性試験結果

変異原性試験はAMES法¹¹⁾が公定法¹²⁾とされ、広く用いられてきているが、試料中に遊離ヒスチジン(His)が混在するとその精度に問題が生じる。そのため常在成分としてこれを多く含む食品では、ブルーレーヨン¹³⁾のようにある種の変異原性化合物群を特異的に吸着する濾材で選択的に変異原性物質を抽出する¹⁴⁾¹⁵⁾か、逆にエキストレルートカラムのような固相抽出剤でHis等を選択的に除去する¹⁶⁾などの、何らかの前処理が必要である。しかしすでに報告⁶⁾したとおり、試料によってはこれらの前処理過程で、目的とする変異原性物質のかなりの部分が損なわれることがあるため、我々はAMES法とは検出原理が異なる、8-AGに対する薬剤耐性獲得を指標とする前進突然変異試験(FM)法⁹⁾¹⁰⁾の適用を食品に対しては推奨⁶⁾⁸⁾している。

全試料エキスの変異原性試験結果(比活性:プレート当たり単位重量当たりの突然変異誘発率)を一括してTable 1に、ならびに陽性対照化合物の試験結果を同表の下段に示す。

(1) 間接変異原性(+S9)試験結果

i) 牛骨エキス

110℃加熱では弱いながらも変異原性が認められ、抽出時間が長くなると変異率は少しずつ高くなった。100℃加熱の3, 6時間抽出では変異原性が認められなかったが、12時間抽出では検出された。90℃加熱では抽出時間に関係なく、変異原性は全く観察されなかった。鮮度低下処理原料からの場合、12時間抽出にのみ弱い変異原性が観察された。

ii) 豚骨エキス

90℃、6時間加熱を別にすれば、すべての抽出条件で擬陽性か、又は弱い変異原性の存在が認められた。

iii) 鶏骨エキス

90℃抽出試料を除き、110℃、100℃抽出ではいずれも

Fig. 5 Sensory evaluations of five primary taste qualities and overall preference on beef, pork, and chicken bones extracts prepared under several different conditions

Closed circle, F/90°C/18 hr : an extract prepared from fresh beef, pork, or chicken bones at 90°C for 18 hours ; Open square, NF/100°C/12 hr : an extract prepared from not fresh beef, pork, or chicken bones (those kept at 25°C for 48 hours prior to extraction) at 100°C for 12 hours.

An extract prepared from fresh bones at 100°C for 12 hours (F/100°C/12 hr) was used as a control and compared with the trial extracts described above. The review panel was asked to give scores of five primary taste qualities and overall preference (Sw, sweetness ; Sa, saltiness ; So, sourness ; Bi, bitterness ; Um, umami ; OP, overall preference) using a 5 point scale (+2 ; stronger, +1 ; slightly stronger, 0 ; equal, -1 ; slightly weaker, -2 ; weaker) with the F/100°C/12 hr extract as the control. A circle (F/90°C/18 hr) or square (NF/100°C/12 hr) appearing outside of the outline of each central hexagon indicates that the primary taste quality or overall score of the trial extract was stronger than that of the control extract (F/100°C/12 hr). Those marks appearing inside of the hexagon indicate that the primary taste quality or overall score of the F/90°C/18 hr or NF/100°C/12 hr was weaker than that of the control extract.

変異原性が認められ、抽出時間が長くなると比活性も高くなった。また古い原料からでは、6～12時間抽出エキスが擬陽性で、比活性は新鮮原料より低かった。

(2) 直接変異原性 (—S9) 試験結果

i) 牛骨エキス

110°C 抽出と 100°C 抽出エキス (鮮度低下処理原料を含む) ではいずれも、抽出時間が長くなると変異原性は増加する傾向が認められ、その傾向は 110°C で顕著であった。90°C 抽出エキスでは抽出時間に関係なく、変異原性はいずれも検出限界以下であった。

ii) 豚骨エキス

新鮮原料の 100°C, 3 時間と 90°C, 6 時間抽出試料を別として、すべてのエキスで変異性 (一部は擬陽性) を検出した。

iii) 鶏骨エキス

110°C, 100°C 抽出エキスでは、いずれからも変異原性が検出 (鮮度低下処理原料の 100°C, 3 時間抽出は擬陽性) された。また 90°C 抽出では、時間の長さに関わらず変異原性は検出限界以下であった。

以上の結果から、遊離アミノ酸含量では原料の種類を問わず低温長時間抽出の方が優れており、鮮度低下処理原料ではアミノ酸量が増加することが分かった。個々のアミノ酸では、それ自体は特徴的な味を持たないジペプチドのアンセリンとカルノシンが多く、他の食素材の味を強めるというボーンエキスの特徴¹⁾²⁾がここからも窺える。また原料の鮮度が低下するとチロシン、フェニルアラニンなど幾つかのアミノ酸の消長が著しく、その来源などについては検討を加えるには至らなかったが、骨といえども原料の鮮度保持に注意しないと安定した良

Table 1 Specific mutagenicity of hot water extracts prepared from beef, pork, and chicken bones at 110, 100, or 90°C for several different time periods (mutation frequency/g bone equivalent/plate) and that of authentic compounds (mutation frequency/mg compound/plate)

Bone	Hr	+ S 9				- S 9			
		F 110* ¹	F 100	NF 100* ²	F 90	F 110	F 100	NF 100	F 90
Beef	2	0.0029				0.0116			
	3		ND* ³	ND			0.0091	0.0035	
	4	0.0033				0.0167			
	6	0.0041	ND	ND	ND	0.0256	0.0133	0.0107	ND
	12		0.0170	0.0047	ND		0.0175	0.0252	ND
	18				ND				ND
Pork	2	±* ⁴				0.0222			
	3		±	±			ND	±	
	4	0.0031				0.0287			
	6	0.0046	±	±	ND	0.0272	0.0152	0.0233	ND
	12		0.0023	0.0036	±		0.0205	0.0264	±
	18				0.0032				0.0054
Chicken	2	ND				0.0025			
	3		0.0085	ND			0.0029	±	
	4	0.0028				0.0133			
	6	0.0039	0.0162	±	ND	0.0138	0.0212	0.0073	ND
	12		0.0300	±	ND		0.0262	0.0158	ND
	18				ND				ND
Positive control									
+ S 9	B[a]P		1,2-Benzopyrene						2.79
	Trp-P-2		3-Amino-1-methyl-5 <i>H</i> -pyrido [4,3- <i>b</i>] indole						3.49
- S 9	AF-2		2-(2-Furyl)-3-(5-nitro-2-furyl)acrylamide						178.00

*¹F; Fresh bone, *²NF; Not fresh bone kept at 25°C for 48 hrs, *³ND; not detected, (number of mutants)<(number of spontaneous mutants)×1.5, *⁴±; number of mutants was 1.5-2.0 times larger than that of spontaneous mutants.

質なエキスの製造は困難であると言えよう。

官能評価では牛骨と豚骨エキスの 90°C 抽出が、他に比べて極めて良い総合評価を受け、この点でも低温長時間抽出は好ましいと考えられた。

加熱に伴う変異原性の生成は 100°C 以上の温度で加熱した場合、時間が長くなると生じる傾向が見られたが、90°C 抽出ではこの心配がほとんどないことを明らかにできた。また予想に反して、鮮度低下処理により生じる諸成分は変異原性の増加には関与せず、骨原料の鮮度低下は、安全性の点ではそれほど深刻な影響を及ぼさなかった。以上の結果より、低温長時間抽出によっていっそう品位の高い、かつ安全なエキスを製造できることが明らかになった。

要 約

牛骨、豚骨、鶏骨いずれを原料として熱水抽出エキスを製造する場合でも、工業的に多用されているよりも 10°C 程度低めの温度で、やや長時間の処理をした方が、アミノ酸の収率とその組成、官能評価、および安全性のいずれの点でも優れていることが明らかになった。

本研究は日本学術振興会外国人特別研究員任 恵峰と、その受け入れ研究者である林 哲仁が中心になって行ったもので、費用の一部は文部省科学研究費によりました。此処に記して深謝します。また、エキス試料調製のためのレトルトシミュレーター運転に関しては、本学

科石川雅紀助教授に便宜をお図りいただきましたことを感謝致します。

文 献

- 1) 落合慶一郎：天然調味料総覧（別冊フードケミカル-2），（食品化学新聞社，東京），p. 9（1988）。
- 2) 越智宏倫：天然調味料，初版，（光琳，東京），p. 9（1993）。
- 3) 任 恵峰・劉 徳広・王 亜軍・遠藤英明・渡辺悦生・林 哲仁：日本水産学会誌，受理済み，63，6号掲載予定（1997）。
- 4) REN, H., ENDO, H., WATANABE, E. and HAYASHI, T.: *J. Tokyo Univ. Fish.*, 84, 1（1997）。
- 5) 古川秀子：官能検査の方法および解析法「おいしさを測る」，幸書房，東京，p. 19（1994）。
- 6) 任 恵峰・林 哲仁・大久保忠利・後藤純雄・渡辺悦生：日本水産学会誌，63，90（1997）。
- 7) SKOPEK, T., LIBER, H.L., KROLEWSKI, J.J. and THILLY, W.G.: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 75, 410（1978）。
- 8) 任 恵峰・林 哲仁・後藤純雄・遠藤英明・渡辺悦生：食品衛生学雑誌，37，301（1996）。
- 9) SKOPEK, T., LIBER, H.L., KADEN, D.A. and THILLY, W.G.: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 75, 4465（1978）。
- 10) 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（1988）。
- 11) MARON, D.M. and AMES B.N.: *Mutation Research*, 113, 173（1983）。
- 12) 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，（中央労働災害防止協会，東京），p. 29（1991）。
- 13) HAYATSU, H., OKA, H., WAKATA, A., OHARA, Y., HAYATSU, T., KOBAYASHI, H. and ARIMOTO, S.: *Mutation Research*, 119, 233（1983）。
- 14) 阪本 博・早津彦哉：環境変異原研究，12，41（1990）。
- 15) HAYATSU, H.: *Advances in mutagenesis research-I*, (Springer-Verlag, Berlin), p. 1（1990）。
- 16) HAYASHI, T., REN, H., GOTO, S., ENDO, H. and WATANABE, E.: *J. Sci. Food Agric.*, 70, 16（1996）。

（平成9年3月14日受付，平成9年6月18日受理）