廃鶏中抜き屠体から常温流通型丸鶏エキス製造プロセスの開発

水野雅之****, 千葉洋平****, 木村 豊****, 名達義剛***, 鍋谷浩志*, 中嶋光敏*
 (*独立行政法人食品総合研究所, **東海物産株式会社, ***株式会社ジャニフ・テック)

平成 15 年 11 月 27 日受理

*Process development for high quality chicken extract circulatable at
 ordinary temperature from carcass of culled chicken*

Masayuki MIZUNO,**** Yohei CHIBA,**** Yutaka KIMURA,**** Yoshitaka NADACHI,***
 Hiroshi NABETANI,* and Mitsutoshi NAKAJIMA*

*National Food Research Institute, 2-1-12 Kan-nondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8642, Japan

**Tokai Bussan Co., Ltd., 1-10-5 Iwamoto-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 101-0032, Japan

***JANIFTEC, Inc. c/o Asahi Food Processing Co., Ltd., 4-21-6 Higashiikebukuro, Toshima-ku, Tokyo 170-0013, Japan

Most of chickens for egg production are just discarded when they get old and their productivity decreases, because quality of the meat is low compared with broilers'. On the other hand, chicken meat is well known to be rich in physiologically functional dipeptides such as anserine and carnosine. In order to add value to culled chickens, a new extraction system which can produce high quality chicken extract with physiological functionality from carcass of the culled chickens was studied. Extraction with hot water (103°C) under slightly pressurized condition provided mellow chicken extract with high yield. By sterilizing the extract with a polymeric microfiltration membrane, whole chicken soup suitable for distribution at room temperature could be obtained. Product after microfiltration kept its original chicken flavor and taste because it had not been exposed to excess heat treatment, and no change in appearance was observed after storage at room temperature and 55°C for three months.(Received November 27, 2004)

Key words: culled chicken; whole chicken soup; membrane sterilization

緒 言

平成 13・14 年度における採卵鶏の羽数は、表 1 のとおりであった¹⁾。

平成 14 年度は、1 億 8 千 5 百万羽がコンスタントに卵を生み、約 1 億 2 千万羽が新生ひなとして導入され、ほぼ同数の採卵鶏が廃棄された。その中の 80%弱が、統計上、廃鶏として集計され、数字に現れたもののみにても、総重量は 16 万トンに達したことになる。

廃鶏は、ブロイラーに比して肉質が劣り、経費をかけて解体・脱骨して正肉（鶏肉）を得ても採算が合わないことから、有用資源であるにもかかわらず、廃棄されるケースが多く^{2), 3)}、その高付加価値化は、未利用資源の有効活用に

つながる。このような観点から、廃鶏中抜き屠体を出発素材として、良質な丸鶏エキスを高効率で取得するプロセス開発に着手した。

古来、鶏肉は滋養強壮素材として珍重され、わが国はじめ、中国・韓国・東南アジア諸国のみならず、世界各国において、宗教的な制約のないタンパク質食材として重要視されてきており、チキンエキスを多量に含まれるジペプチド（アンセリン・カルノシン）が、その有効性の本体であることを示唆するものを含めて多数の報告がなされている^{4)~10)}。

戦後、ブロイラーの出現により、生鶏の処理・食肉流通を含めた市場が「卵肉別建て」となったが、戦前の鶏肉の大部分は、現行の「廃鶏（成鶏）」で賄われてきた。必然的に、鶏肉はタンパク質素材として重視され、チキンスープ用素材としては、丸鶏の解体時に発生する「鶏ガラ」が用いられ、丸鶏がスープ素材として供されることはまれであった。

鶏は古くからの身近な食材であり、特に主菜用素材のため、丸鶏スープ取得に関する体系的な報告は少ない。越

表 1 採卵鶏羽数

平成 年度（採卵用めす、千羽）	ひなふ化数	飼養羽数 （採卵鶏、千羽）	廃鶏処理量	
			羽数（千羽）	重量(t)
13	117,240	186,202	89,545	158,380
14	117,450	185,028	89,510	158,716

智・福地は、チキンエキスの抽出とその利用について、1) 良質なエキスを得るためには、新鮮な原料の選択が不可欠、2) 抽出条件は原料種（肉・骨・内臓）により異なる、3) チキンエキス強化食品の将来展望、などについて報告したが、丸鶏からのエキス抽出については言及していない¹¹⁾。

古諺に「清湯（澄明なエキス）は常圧」との言い伝えがあり、「良質エキス」と「高収率」の間には「二律背反」の関係の存在が定説化されていた。予備試験において、常圧・静置下抽出では「良質品が少量」、高温・高圧下では「劣化品が大量」に得られることを確認し、良質品の熱安定性の検討から、目指す「高品位品・高収率抽出条件創出」に着手した。

材料と方法

廃鶏中抜き屠体：房総食品株式会社（千葉県山武郡大網白里町南大泉 3373）より凍結品を購入し、*K* 値（魚・獣肉中に含まれる ATP 関連化合物の総量に対するイノシンとヒポキサンチンの割合、魚肉などの生鮮度の指標）が 20 以下のもののみを使用した。採卵鶏の品種については特定できなかったが、大部分は白色レグホーンであった。中抜き屠体重量は 1.1～1.8 kg、平均重量は約 1.2 kg であった。

***K* 値の測定：**Bio Fresh NJZ219 型（内外マシナリー（株）製）を用いて測定した。

官能試験：東海物産（株）食品研究所（静岡県袋井市）、食品開発センター（東京都千代田区）所属の専門要員（総勢 15 名）より、必要な人員を選抜して実施した。

抽出試験：屠体に 3 倍量の水道水を加え、オートクレー

ブ中、所定の温度で 3 時間加熱し、抽出残渣を除いた液層から、分液漏斗を用いて油分と水層を分離した。水層と油分の乾燥重量は、Sartorius MA-30 天秤によって測定した。

HPLC：カラム, TSKgel G2, 500 W_{XL}; 溶媒 45%アセトニトリル（0.1%トリフルオロ酢酸）; 流速 0.5 mL/min; 検出 UV_{210 nm}; 操作温度 室温。

濃縮装置：小スケール試験では、ロータリーエバポレーター Type N-N（東京理科機械（株））によった。遠心式薄膜真空蒸留装置は大川原製作所（株）製エバポールテスト機（CEP-5S）によった。

結果と考察

1. 抽出温度、固形分抽出率、エキス品質の相関

表 2 に見られるとおり、95℃においては、低収率ながら、透明で優れた味と芳香に富んだエキスが得られた。抽出温度の上昇とともに、Bx 10 品取得率は上昇したが、110℃では、味の劣化と苦味の生成、120℃では、重度の苦味と濁りが観察された。

2. 良質エキスの熱安定性

丸鶏エキスの抽出温度とエキス品質の関係は、中抜き屠体からのエキス成分の抽出の難易と、媒体（水）中に抽出された成分の抽出系における安定性との積として、前項の結果に反映されたはずである。

そこで、チキンエキス旨味成分とエキス物性の耐熱挙動を確かめるため、95℃において取得された「良質のチキンエキス」を用いて、過酷試験を行なった。

表 3 に明らかなように、110℃を境に、急速に味の劣化が進んだ。

表 2 抽出温度がエキスの品質と取得率に及ぼす影響

	95℃		100℃	105℃	110℃	115℃	120℃
	I	II					
屠体 (g)	1346		1086	1320	1183	1241	1212
加水量 (g)	2700	1700	2200	2600	2300	2500	2400
Bx 10 品取得率 (%)	5.8	5.3	14.7	14.4	21.0	20.5	24.3
外観 (濁り)	—	++	+	+	+	+	++
味	++	+	+	+	—	—	—
苦味	—	±	±	±	+	+	++
香り	++	±	±	±	±	±	±
粗脂肪 (%)	0.48	0.39	0.41	0.54	0.38	0.69	0.39

Bx 10 品取得率：原料屠体重量に対する抽出液（固形分濃度 10%）の取得量の比 (%)

II: I 終了後、残肉に 1700 g の水を加えて加熱抽出

抽出時間：3 時間

外観 (濁り)：— 透明, + 微濁, ++ 混濁

味：++ 極めて良好, + 良好, — 不良

苦味：— なし, ± 弱い苦味, + 苦味, ++ 強い苦味

香り：++ 強い, ± ほとんど認めず

表3 丸鶏エキスの過酷試験

	対照	95℃	100℃	110℃	120℃	130℃
外観(色)	±	+	+	+	++	++
味	++	++	++	±	-	-

試験条件: 丸鶏エキス (95℃抽出品, Bx 2) を, 所定温度で3時間加熱

外観(色): ± ほとんど無色, + 着色, ++ 著しい着色
味: ++ 極めて良好, ± 不味, - 劣悪

表4 抽出条件設定

抽出温度	エキス品質	取得率	総合評価
95℃	◎	×	△
100℃	○	△	○
110℃	△	○	△
120℃	×	◎	×

◎, 極めて良好; ○, 良好; △, 不良; ×, 極めて不良

これらの結果を総合的に比較したのが表4である。表から明らかなように, 丸鶏エキス抽出温度は, 100~110℃の間が最適と判断され, 実機を用いたスケールアップ試験を通じて, 103℃が最も良好な結果を与えることが確認された。

村田¹²⁾は, 外国産ビーフエキスの色調の濃さがその汎用性の妨げになっている点に着目し, 膜分離やゲルろ過によ

る分画, 吸着剤との組合せによる色素の選択的除去について報告している。色の濃さを1/200まで脱色が可能なうえ, 歩留まり損失は約10%強, かくして得られた脱色ビーフエキスは, チキンブロスよりも色が淡く, 色の淡い商材にも使用できるため, 応用範囲が広いと, 述べている。さらに, 着色(OD_{650nm})の高いビーフエキスと低着色度品(汎用性ビーフエキス)のゲルろ過パターンが示され, 高分子画分含量の多寡が, 品質上の決定的な差異につながっていることを明示している。

図1に, 抽出温度とHPLCパターンの相関を示した。図から明らかなとおり, 抽出温度の上昇とともに, 高分子成分の低分子化が促進され, 分子量500~10,000の成分に変化している様子が示されている。抽出温度の上昇に伴い, 抽出成分全体に占める低分子成分(分子量500以下の呈味成分)の割合は減少しているが, これは, 高分子成分の抽出率の増大に起因する相対的な減少である。また, 加熱に伴う低分子ピークの減少は官能検査の結果と符合する。

3. 濃縮工程

最近のエキス・だし商材(液体品)は, 「ストレート指向・低濃縮品」が支配的であり, 抽出原液または低濃縮品の醸す「生(き)の味と風味」が重視されるようになってき

図1 抽出温度とチキンエキス HPLC パターンの相関
(図中の矢印は, 分子量標準物質のピーク位置を示す)
抽出温度: A, 105℃; B, 120℃; C, 130℃

表5 香気成分蒸発に及ぼす濃縮条件の影響

	原液	遠心式薄膜真空蒸発装置		ロータリーエバポレーター
	(無処理)	(30℃)	(40℃)	(60℃)
凝縮水の香り	(-)	+	++	+++
濃縮物の香り	(+++)	+++	++	+

-, 無臭; +, 弱い臭気; ++, 明かな臭気; +++, 強い臭気

た、中抜き屠体に3倍量の水を加えて抽出した場合に得られる抽出原液の固形分濃度(Bx)は2%程度であり、基礎調味素材としての商品化には、濃縮操作が不可欠である。そこで、製品品質に与える濃縮方法の影響を予見する目的で比較検討した(表5)。

ロータリーエバポレーターによる濃縮物は、濃縮操作中に、その香味の大部分が失われ、濃縮物は風味に乏しいものとなった。一方、遠心薄膜真空蒸留装置による濃縮操作では、香味の揮散が限定され、特に低温で実施した場合には、香氣成分の凝縮水への移行は、ほとんど認められなかった。

4. 除菌工程

チキンエキスについては、優れた調味素材として市場からの要請は強いが、鶏肉由来の微生物の影響もあり、易腐敗性という弱点を有する。この点を克服するため、常温流通型には高度濃縮品の加塩品として、良質のストレート品や低濃縮品は凍結状態で、限定的な範囲で流通されてきた。無塩品を常温流通させるためには無菌化が不可欠であるが、加熱操作がエキス品質にダメージを与えることは、エキスの過酷試験・濃縮試験の結果から明らかであり、品質保持のためには加熱殺菌は推奨できない。

チキンエキス(Bx 10品)をプレートヒーター(130℃, 30秒)で加熱・滅菌し、無菌袋に充填したところ、本条件下では高温菌(芽胞菌, *Bacillus* 属)を死滅せしめるには至らず、50℃近辺の温度にさらされると、この高熱菌の急速な増殖が起こり、内容物の腐敗とガス発生に伴う破袋が懸念された。

常温流通性チキンエキスとしては、アセップチキン(協和発酵工業(株)製、原料: 鶏ガラ、殺菌方法: UHT)が上市されている。丸鶏エキスは、鶏ガラエキスに比して耐熱性が低い¹¹⁾ことから、熱劣化を伴わない「膜除菌方式」について検討した。

水、日本酒、ビール、清涼飲料水など、膜を用いて無菌化された商品が、多数、上市されている。いずれの場合も、前工程において、大部分の微粒子を除去し、仕上げ工程(0.22~0.45 μm 膜処理)の負担低減・効率アップと無菌

保証を果たしている。

膜の評価・選定の第一段階として、バッチタイプラボテストユニット C-40B(日東電工(株)製)に各種膜(孔径=0.45 μm, φ=75 mm)を装着し、各膜のろ過性能とエキス品質(外観・濁り・味・香り・風味など)への影響を調べた。丸鶏エキス(Bx 10品)を40℃に加温してテスト機に供し、透過流束の経時変化を観察した(操作圧力: 約0.5 kg/cm², 操作温度: 40℃)。

いずれの膜でも目詰まりが著しく、透過流束は、時間の経過と共に低下した。20℃における操作では、その透過速度は、40℃での値の1/2~1/3であった。

得られた透過液は、PVDF(ポリビニリデンジフロライド)製膜による処理液にわずかな濁りが認められた以外は、いずれも、清澄度の高いものであった。官能評価において、PVDF製膜およびポリスルホン製膜を用いた処理品以外は、チキンエキスの風味の低下・消失が著しかった。また、無処理チキンエキスをファイナルフィルター(孔径=0.45 μm)一段で無菌化することの困難さも明確になった。

膜除菌の妨げになる微粒子の除去には、遠心分離(25,000 g×30分)処理とプレフィルター(セルロース系、孔径=1.2 μm)の採用が有効であったが、これらの前処理を施しても、ファイナルフィルターの処理能力は、工業的に実施しうるレベルにまでは達しなかった。

透過速度の低下したプレフィルターのSEM画像を検証の結果、ゼラチン状の高分子物質が膜表面に付着して目詰まりを起こしていることが判明した。微粒子の粒度分布測定(島津, Laser Diffraction Particle Analyzer Sald 300 V)の結果、微粒子の平均粒径は4.2 μmと算出された。いずれにしても、微粒子の除去が経済性のある膜除菌プロセス確立の前提との視点から検討を進め、珪藻土ろ過(ボディーフィード・プレコート併用)の有効性が確認された。さらに、酸を加えてチキンエキスのpHを低下させ、生成した沈殿を除去後、再び当初のpH(6.4)に戻すことによって透過速度が改善されることが判明し、酸処理と珪藻土ろ過の組合せが、微粒子除去に優れた前処理操作であること

表6 透過流束測定結果

材 質 商品コード名 膜メーカー名	PVDF HVLP ミリポア	再生セルロース FM-45 富士写真フイルム	ポリエーテルスルホン Sartopore Sartorius	ポリスルホン Astropore 富士写真フイルム
1分	800	1080	540	1152
5分	18	58	18	72
10分	11	36	11	36

単位: kg/m²・h

チキンエキス (pH 6.4) → 遠心薄膜真空濃縮 → 酸処理 (pH 5.5) → 珪藻土ろ過 → アルカリ処理 (pH 6.4)
→ プレフィルター → ファイナルフィルター → 無菌化チキンエキス

図2 膜除菌システム

図3 前処理条件と PVDF 膜透過流束

図4 膜除菌フロー図

が明らかになった。これらの経過を踏まえ、次の手段の組み合わせによって経済性のある膜除菌システムが構築された (図2)。

無処理チキンエキス, 遠心分離品, 珪藻土ろ過品, 酸処理・珪藻土ろ過品 (pH 6.4) の透過流束測定結果を図3に示す。使用後の膜は, 温水 (70℃) 洗浄により, 当初の透過性能を回復した。

無処理品と酸処理・珪藻土ろ過品 (pH 6.4) について HPLC 評価 (全体プロファイル) と化学分析 (全固形分・全 N) を実施して比較したが, 質・量両面とも明確な差異を確認することはできなかった。ろ材表面を覆って液の透過を妨げた物質 (ゼラチン様高分子物質) の正体については未解明ながら, 量的には極めて微量と判断される。

食品にとっては, 味と香り・風味が決め手であり, 上記のような多段階処理が, チキンエキス本来の品質に与える影響が懸念されたが, 官能検査では無処理品と処理品の間に差異は認められなかった。

これらの基礎データに基づいて組み立てた膜除菌システム (プレフィルターとファイナルフィルターは2連切り替え方式) により, 実用に供しうる透過流束 (500 kg/m²·h) を確保することが可能となった (図4)。

酸処理・珪藻土ろ過チキンエキス (Bx 11.4, 670L) を用いる本試験は, 操作温度 70℃, 操作圧力 0.06~0.07 MPa

で実施し, プレフィルター・ファイナルフィルター1系列のみの使用により, 約 90 分間で終了した。初期・中期・終期 (各 1 kg×5 個×2) の3カ所で取得したサンプルは, 室温および 55℃, 3カ月の保存期間を通じて, 外観上の変化は認められず, 膜除菌システムによる無菌化の達成が確認された。

使用後の当該膜除菌システムのプレフィルターとファイナルフィルターは, 温水 (70℃) 循環により, いずれも, 当初の透過性能を回復した。

謝 辞

本研究は, 生研機構 (生物系特定産業技術研究推進機構) の助成を受けて行われた。

膜除菌関連事項について, 有益なご助言とご援助を賜りました富士写真フイルム (株) の大谷純生氏, 日本ミリポア (株) ファーマシューティカル事業部の梅津 輝氏に, 感謝いたします。

濃縮試験にご協力を賜りました大川原製作所 (株) に感謝いたします。

本研究の遂行に当たり, 貴重な考察と HPLC データを提供された柳内延也博士に, 感謝いたします。

- 1) 農林水産省統計情報部: 平成 14 年度食鳥流通統計調査結果の概要 (2003)。

- 2) 多田耕太郎, 菅野三郎: 日本食品科学工学会第 50 回大会講演要旨集, p. 65 (2003).
 - 3) 前田正道, 玉屋 圭, 松竹寛康: 平成 15 年度食品試験研究成績・計画概要集 ((独)食品総合研究所編), pp. 161-162 (2003).
 - 4) D. W. Peterson, A. L. Lilyblade, and J. Lyon: *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.*, **113**, 789-802 (1963).
 - 5) R. Kohen, Y. Yamamoto, K. C. Cundy, and B. N. Ames: *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, **85**, 3175-3179 (1988).
 - 6) C. Geissler, M. Boroumand-Naini, and C. Tomassen: *Nutr. Reports Intl.*, **39**, 547-556 (1989).
 - 7) A. T. Williams and S. A. Schey: *Intl. J. Food Sci. Nutr.*, **44**, 17-20 (1993).
 - 8) H. Nagai, M. Harada, M. Nakagawa, T. Tanaka, B. Gunadi, M. L. J. Setiabudi, J. L. A. Uktolseja, and Y. Miyata: *Appl. Human Sci.*, **15**, 281-286 (1996).
 - 9) C. L. Xu, and M. K. Sim: *Intl. J. Food Sci. Nutr.*, **48**, 113-117 (1997).
 - 10) P. A. Roberts, K. W. Black, J. T. Santamauro, and G. P. Zaloga: *Appl. Nutr. Investigation*, **14**, 266-269 (1998).
 - 11) 越智宏倫, 福地輝樹: *New Food Industry*, **11**, 24-29 (1969).
 - 12) 村田昂三: *フードケミカル*, **3**(11), 72-80 (1987).
-