

## 抄 録

**凍結含浸法を利用した新食感食品の製造技術**

坂本宏司：食品の包装, 40, 55-58 (2009).

凍結含浸法は、酵素等を食材内部に急速導入する技術で、分解酵素等を導入すれば、形状を保持したまま食材の硬さを制御することが可能となる。また、農産物から肉、魚介類まで多くの食材に適用でき、操作が簡易で小規模施設でも技術導入しやすい面を持つ。これらの特徴を生かして高齢者・介護用食品として実用化が進んでいる現状を紹介するとともに、物性を改質して新しい食感を有する食品の開発への応用について言及した。

**真空包装機を用いた凍結減圧酵素含浸法による形状保持軟化食材の作製**

中津沙弥香, 柴田賢哉, 石原理子, 坂本宏司：日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌, 13 (2), 120~127 (2009).

凍結含浸法を用いて植物組織崩壊酵素を食材内部に導入すると、食材の形状を保持したまま任意の硬さに制御することが可能となる。そこで、真空容器内で減圧酵素含浸を行っていた従来法を改変し、真空包装機を用いて包装フィルム内で減圧酵素含浸する方法について検討した。その結果、解凍時に用いる酵素濃度は、従来の酵素溶液に浸漬させて減圧処理する方法に比べて1.25~1.67倍の濃度が必要であった。減圧時の真空包装機の圧力は38~115mmHgの範囲では有意な差は認められなかったが、真空度が高いほど軟化する傾向を示した。減圧保持時間は0~5分の範囲では長いほど有意に軟化した。また、表面に酵素溶液を付着・浸透させた後、真空包装機で減圧酵素含浸した結果、ほぼ均一に軟化することが分かった。このことから、真空包装機を用いた凍結含浸処理によっても、食材内部に均一に酵素を導入できることが示唆された。

**凍結含浸法による新しい介護食の可能性**

坂本宏司：臨床と栄養, 115 (3), 234-235 (2009).

凍結含浸法を用いて介護食を調理する際、病院や介護施設の厨房で真空調理システムを利用する方法について紹介した。また、嚥下造影食を利用したヒト臨床評価による安全性の確認や摂食時間の短縮などの食欲増進効果が確認されていることを紹介した。

**凍結含浸法による高齢者に対応した高品質食材の開発**

坂本宏司：研究ジャーナル, 33 (5), 34-38 (2010).

凍結含浸法は、酵素等を食材内部に急速導入する技術

で、新しい食品製造技術として注目されている。例えば、分解酵素と調味料を含浸すれば、形状を保持したまま食材の軟化と調味を同時に行なうことができる。また、酵素反応を利用して食材内部に機能性成分を付加・増強することも可能である。本論文では、高齢者・介護用食品や造影検査などの医療食分野での実用化例や今後展開が見込まれる新食感食品、機能性食品への応用例などを紹介した。

**凍結含浸法を用いた見た目においしい咀嚼・嚥下困難者用食品の開発**

坂本宏司：フードケミカル, 26 (5), 52-56 (2010).

高齢者・介護用食品の多くは、流動食や刻み食など安全性や機能性を重視したものが主流で、QOL (quality of life) の視点でみると未だ発展途上にある。このような現状において、凍結含浸法は、形状を保持したまま、食材を劇的に軟化させる技術として食のバリアフリー化をもたらす。比較的硬い食材であるタケノコやゴボウでもプリンのようにスプーンで食べることができ、硬さを自由に調節できることから、障害度に応じた硬さの介護食を提供することも可能となる。

**Enzymatic Production of Malto-oligosaccharide in Potato by Freeze-Thaw Infusion**

Kenya SHIBATA, Koji SAKAMOTO, Sayaka NAKATSU, Ryo KAJIWARA and Mitsuya SHIMODA\* : *Food Science and Technology Research*, 16, 4, 273-278 (2010).

Freeze-thaw infusion (FI) is a technique used to rapidly impregnate food materials with enzymes. We investigated whether an enzyme could penetrate both the intercellular spaces and the intracellular spaces using FI by determining the enzymatic potato starch decomposition efficiency and by assessing malto-oligosaccharide production. Malto-oligosaccharide production by FI using  $\alpha$ -amylase was dependent on time and enzyme concentration, reaching a maximum production of 6.5g/100g after 60 min at 1.0 % (w/v) enzyme. This corresponds to an enzymatic decomposition efficiency of 76%, compared with crushed potatoes (8.5 g/100 g). Production after infusion or immersion of unfrozen potatoes was below 1.0g/100g and production after immersion of freeze-thawed potatoes was 3.0g/100g. The results indicate that FI enables

efficient intracellular impregnation, which allows for efficient enzymatic decomposition of intracellular substrates, while retaining food material shape.

\* Department of Bioscience and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Kyushu University

### Effects of Freezing Conditions on Enzyme Impregnation into Food Materials by Freeze-Thaw Infusion

Kenya SHIBATA, Koji SAKAMOTO, Masako ISHIHARA, Sayaka NAKATSU, Ryo KAJIWARA and Mitsuya SHIMODA\*: *Food Science and Technology Research*, 16, 5, 359-364 (2010).

Freeze-thaw infusion (FI) is a new technique for rapid impregnation of enzymes into food materials. Volume expansion has been observed when freeze-thawed potatoes were exposed to vacuum. Therefore, the effects of freezing treatment on volume expansion and enzyme impregnation were investigated. According to the progress in freezing, the volume expansion ratio increased to over 20 %, and enzyme impregnation efficiency was also increased. A distinctive correlation was found between the volume expansion ratio and enzyme impregnation efficiency. During volume expansion, the air expanded in the materials, thereby pushing out the inner liquid from the materials. Thus, enzyme impregnation by FI appears to result from rapid influx of the enzyme solution into the expanding space formed in the materials.

\* Department of Bioscience and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Kyushu University

### 超臨界水を利用した食品廃棄物のガス化の基礎的検討

宗綱洋人\*, 今村邦彦\*\*, 玉井正弘\*, 樋口浩一\*\*\*, 橋本寿之\*\*\*\*, 野口賢二郎\*\*\*\*\*, 松村幸彦\*\*\*\*\*: *日本エネルギー学会誌*, 88 (2), 147 (2009).

食品廃棄物は、全国で約2,000万t/年排出されており、その発生抑制・リサイクルが強く望まれているが、約1,600万t/年が未利用のまま処分されており、そのリサイクル率は非常に低いというのが現状である。この低いリサイクル率の一因として、食品廃棄物の含水率の高さが挙げられる。食品廃棄物を燃焼などによりエネルギー源として再利用する場合、水分の除去が必要となるが、含水率が高く非常に多くのエネルギーを必要とするため、エネルギーとして利用することが困難である。しかし、高温高圧の水である超臨界水を利用する方法であれば、食品廃棄物を乾燥させる必要はなく、有益なエネルギー源である水素やメタンを多く含んだガスを得ることが可能であり、食品廃棄物を

エネルギー源として利用することが可能となる。

本研究では、超臨界水を利用した流通式連続ガス化装置を作製し、反応に安価なニッケル触媒を用い380~450℃という比較的低温条件でガス化反応を行い、食品廃棄物からエネルギーとして利用可能である水素あるいはメタンを連続的に得ることについて検討を行った。その結果、反応管出口温度約450℃、反応圧力25MPa、1dry-wt%の模擬食品廃棄物溶液から約6割の水素を含有するガスを得ることが可能であり、試料を均一に装置内に導入するための前処理として酵素処理が有効であることを確認した。

\* 広島総研西部工業技術センター

\*\* 広島総研西部工業技術センター

(現所属：広島県尾三地域事務所厚生環境局)

\*\*\* 広島総研西部工業技術センター

(現所属：広島総研食品工業技術センター)

\*\*\*\* 広島総研東部工業技術センター

\*\*\*\*\* (株) 東洋高圧

\*\*\*\*\* 広島大学大学院工学研究科機械システム工学専攻

### 広島県内における水素利用技術の開発状況

樋口 浩一：*生物工学*, 87, 306 (2009).

広島県内の公設試験研究所、大学および企業における水素利用技術の開発状況について、水素の製造、貯蔵、輸送、利用の立場から、バイオマスの水素・メタン発酵や超臨界によるメタンの生成、触媒を利用したメタンの改質による水素製造、水素吸蔵物質に関する開発状況等の概要を説明した。さらに、広島地区の水素利用に関する研究会活動を紹介すると共に、短期的ではない中長期的な研究の必要性を述べた。

### 凍結含浸法による軟化根菜類の高齢者による摂食評価

中津沙弥香, 石原理子\*, 前西政恵\*\*, 柴田賢哉, 坂本宏司, 横山輝代子\*\*: *日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌*, 14 (2), 95-105 (2010).

凍結含浸法で軟化処理したタケノコ、ゴボウ、レンコンおよびニンジンの4種類の根菜類について、介護施設入所者65名を対象に摂食評価を行い、介護食としての適性を評価した。その結果、凍結含浸食材の「見た目」、「硬さ」および「飲み込み易さ」について、通常の食事で極キザミ食やミキサー食を食べている対象者から特に高く評価され、自発的な摂食を促す傾向が認められた。このことから、凍結含浸法で処理した軟化食材は、極キザミ食やミキサー食を喫食している対象者に適している可能性が示唆された。

\* 広島県立総合技術研究所企画部

\*\* 医療法人社団あと会、社会福祉法人あと会

**凍結含浸法により軟化処理したレンコンの消化性**

中津沙弥香, 柴田賢哉, 坂本宏司: 日本食品科学工学会誌, 57, 434~440 (2010).

凍結含浸法により軟化処理したレンコンの消化性を評価した。パンクレチンを用いて人工消化を行った結果, 凍結含浸処理試料は, 人工消化3時間までは経時的に不溶性固形物量が減少し, 3時間で $4.3 \pm 0.1$  (g/100 g) となり一定となった。対照試料は, 人工消化9時間までは経時的に不溶性固形物量が減少し, 9時間で $6.7 \pm 0.1$  (g/100 g) となり一定となった。素材の硬さと人工消化後の不溶性固形物量には相関が認められ ( $r_s = 0.95$ ,  $p < 0.01$ ), 素材が軟らかいほど値が小さくなった。凍結含浸法による素材の軟化によって, 消化可能な試料量が増加し, 消化に要する時間が短縮されたと考えられた。

ラットへの胃内投与の結果, 凍結含浸処理試料は, 対照試料に比べて, 胃内の水溶性色素残存率が高く, 不溶性固形物のモード径および体積が小さかった。これらの結果から, 水溶性成分の胃排出速度の抑制や腹部膨満感の防止効果が期待できた。

本研究の結果, 凍結含浸法による食品素材の軟化処理によって, 消化性が向上すると考えられた。

**カプロン酸エチル高生成酵母 (広島吟醸酵母) と9号系酵母を混合醸造した清酒もろみにおける両酵母菌数および諸成分の経日変化**

谷本昌太, 松本英之, 藤井一嘉, 大土井律之, 山根雄一, 若林三郎: 醸造協会誌, 4, 312-319 (2009).

カプロン酸高生成酵母と発酵力の高い酵母の混合醸造を行い, もろみにおける両酵母菌数および諸成分の経日変化を比較した。広島吟醸酵母は, KA-4と比べてもろみ中での酵母菌数が少なかった。全酵母菌数に対する広島吟醸酵母の菌数の比率は, もろみ初期から減少し, もろみ中期に約10-60%に減少した。広島吟醸酵母の添加比率が増すにつれてもろみ中のアルコール濃度および酸度が低くなり, ポーメの切れは緩慢となった。もろみ中の香気成分については, 広島吟醸酵母の添加比率が増すことにより, もろみ期間を通じてカプロン酸エチルおよびカプロン酸は高く, 酢酸エチル, 酢酸イソアミルは低くなった。一方, 有機酸については, リンゴ酸およびゴハク酸が低下した。広島吟醸酵母と KA-4を混合醸造することで, もろみの発酵力を改善するとともに, 酒質を変化させることが可能であった。また, もろみ中のカプロン酸エチル濃度の違いは, 広島吟醸酵母の酵母菌数に応じて生成されたカプロン酸が広島吟醸酵母および KA-4によりエステル化を受けているためと推察された。

**凍結含浸法による果実の軟化**

若崎由香: 果樹試験研究推進協議会, 17 (7), 22-24

(2010).

凍結含浸法は, 食材に急速に酵素を導入し, 食材の形を保ったまま軟化する技術であり, 高齢者・介護用食品の分野から大きな注目を浴びている。この技術は酵素の種類を変えることで様々な食材を軟化することができ, これまでに野菜の他, キノコ類, 肉類, 魚介類の軟化に成功している。果実類の軟化も可能である。野菜類と同様の処理では形が崩れやすいが, 一時間加えることで, 形を保ったまま軟化することを可能とした。凍結含浸法では酵素以外の物質も導入可能である。今後は嚥下造影検査食の開発, 栄養成分の強化, ペプチダーゼによるペプチド増強といった機能性食品の開発など, 様々な展開を検討している。

**凍結含浸法によるジャガイモへの油脂含浸**

渡邊弥生, 石原理子, 中津沙弥香, 坂本宏司: 日本食品科学工学会誌, 58 (2), 51-54 (2011).

凍結含浸法を用いて, ジャガイモ内部に油脂を導入する方法を検討した。油脂の割合が30%の水中油滴型エマルションを用いると導入効率がよく, 3g/100g 含浸された。また, 油滴が小さいエマルションを含浸に用いると, ジャガイモの油脂含量が増えた。油脂とバクチナーゼを同時に含浸すると, 油脂が導入された軟らかいジャガイモができた。この方法は, 脂溶性成分の $\beta$ -カロテンを含浸する技術としても応用できる。凍結含浸法は, 油脂や疎水性物質を導入するのにも有効であることが示唆された。

**マイクロバブル超臨界二酸化炭素による Absidia fusca 由来キトサンの脱臭**

谷本昌太\*, 坂本宏司, 宮岡俊輔\*\*, 三宅正起\*\*\*, 下田満哉\*\*\*\*, 箴島 豊\*\*\*\*\*: 愛媛大学教育学部紀要, 57, 193-197 (2010).

A. fusca 由来キトサンの揮発性成分の同定・定量を行うとともに, ミクロバブル超臨界二酸化炭素によるキトサンの揮発性成分の除去効果について検討した。キトサンより炭化水素類 (2), ケトン類 (1), アルデヒド類 (12), アルコール類 (6) の合計21成分が同定された。キトサンの全揮発性成分の約55%は Hexanal で主要成分であった。20MPa, 40°C 処理の場合, 揮発性成分の定量値の合計値は処理前の約20%に減少した。20MPa, 60°C の処理でほとんどの成分が痕跡または不検出となり, 検出された 2-Butenal および Hexanal も処理前の約1%となった。

\* 愛媛大学教育学部

\*\* 愛媛県産業技術研究所

\*\*\* 九州女子大学

\*\*\*\* 九州大学大学院農学研究院

\*\*\*\*\* 元九州女子大学