

〔食の安全性確保技術と機能性食品の開発〕
大豆由来新素材の食品への利用に関する研究
〔平成 18～19 年度〕

廣瀬理恵子
(食品技術センター)

【要 約】 大豆の単細胞化技術により得られる新素材は保水性並びに遊離アミノ酸組成に相違があることを認めた。また、酵素を用いず浸漬、加熱等新素材製造における条件を提案すると共に、製パン改良効果の検討も加えた。

【目 的】

大豆は細胞組織が強固であるため、通常は磨砕・抽出や発酵などの工程により、消化吸収性を高め、豆腐・納豆・味噌などに利用・加工しているが、昨今、酵素を用いて単細胞化する新たな素材が開発された。本素材は細胞が壊れていないために青臭みが無く、製法上の特徴からオカラのような廃棄物が出ないので、栄養成分を無駄なく利用できる利点も有する。本研究は、この新素材の加工性を分析し、用途拡大を図ることを目的とした。

【方 法】

- 1) 試料：市販の大豆単細胞化素材（粉末およびペースト、日本セルフーズ製）およびその原料となる大豆を入手し、以下に記す性状分析の試料とした。なお、原料大豆は 0.5mm 以下に粉砕し、細胞を破砕した粉砕大豆として比較対照とした。また、実験室規模での大豆の単細胞化素材の調製には市販の国産大豆（北海道産）を用いた。
- 2) 各試料の形態観察：走査型電子顕微鏡により単細胞化素材および粉砕大豆を観察した。
- 3) 吸水率、離水率および水分蒸発率の変化：吸水率は一定量の試料に 10 倍量の水を加え、水和後、遠心分離して全容量中の沈殿容量から求めた。離水率は一定量の試料に 3 倍量の水を加え、水和し、遠心分離後の固形物重量の変化から求めた。また、この水和試料の水分含量を常法（130℃、2 時間）により測定し、これより低い温度（50℃）で経時的な水分含量の変化を測定し、水分蒸発率の変化とした。
- 4) タンパク質の定量：原料大豆および単細胞化素材のタンパク質含量はケルダール法により分析し、窒素タンパク質換算係数を 5.71 として求め、乾物換算値により比較検討した。
- 5) 遊離アミノ組成：各試料を 75%エタノールで抽出し、エタノール除去後 0.02N HCl で定容し、アミノ酸自動分析計で遊離アミノ酸組成を求めた。また原料大豆に 3 倍加水し、25℃、15 時間浸漬し、浸漬大豆として上記同様に分析した。
- 6) 香气成分：粉砕大豆と単細胞化素材の香气成分を固相マイクロ抽出法によりファイバー（CAR/PDMS）に吸着（吸着温度 35℃）させ、GC および GC-MS を用いて分析した。
- 7) 加熱大豆による単細胞化の検討：市販大豆を 25℃、15 時間浸漬後 110℃で 40 分間加熱した後、フードカッターで粉砕後 60 メッシュの篩いを通し、ペースト状の単細胞化素材を調製した。
- 8) 単細胞化素材の利用：国産小麦粉を用いて、製パン改良を目的とし、小麦粉の 3%（固形分として）を配合し、中種法で食パンを試作し、体積、硬さ、凝集性（復元性）を分析した。

【成果の概要】

- 1) 単細胞化素材は図1に示すように細胞壁に囲まれた長楕円形の単細胞として存在した。粉砕大豆とは明らかに異なるが、この市販品には損傷を受けた細胞、さらにその内容成分が露出している状態も観察された。
- 2) 単細胞化素材の粉末および粉砕大豆を吸水させて比較すると、単細胞化素材は吸水率が高く、離水率が低く、緩慢な水分蒸発率を示した。単細胞化素材は粉砕大豆に比べ、水分保持能力が高いことが示された(図2, 3)。
- 3) 粉砕大豆および単細胞化素材のタンパク質含量はそれぞれ、37.6%, 37.7%と大差なく、製造工程中での変化はみられなかった(データ未掲載)。しかし、アミノ酸分析をした結果、単細胞化素材は総遊離アミノ酸量が増加した。各アミノ酸としては呈味に影響のあるグルタミン酸(Glu), アラニン(Ala), 生理機能性を有するといわれている γ -アミノ酪酸(γ -ABA), アルギニン(Arg)が高くなることを認めた(図4)。大豆は浸漬工程中に遊離アミノ酸組成が変化することが知られているため、原料大豆を浸漬し、同様に分析した結果、浸漬前と比較してGlu, Ala, γ -ABA, Argの増加を認めた。従って、単細胞化素材は製造工程で浸漬などを経ることにより遊離アミノ酸組成が上記のように変化すると考えられた。
- 4) 単細胞化素材は細胞が壊れていないためにリポキシゲナーゼの作用を受けず、青臭みが少ないといわれているが、市販粉末品では酸敗臭が感じられる場合もあるため、香气成分について分析した。表1に示したように、粉砕大豆からは青臭みの原因とされているhexanal, E-2-hexanal, hexanolが確認された。しかし、単細胞化素材ではいずれもかなり低いことを認めた。特にE-2-hexanalは粉末品でごく微量しか検出されず、ペーストでは検出されなかった。また、本実験では酸敗臭に関するデータは得られなかった。
- 5) 市販単細胞化素材は前述したように風味などの点で安定しない場合もあることから、実験室規模で単細胞化素材を調製することとし、その条件について検討した。既に、市販の単細胞化素材はその性状を調べる過程で、機械的磨砕によってもほとんど壊れない状態がみられたことから、大豆は加水・加熱を受けることにより、細胞壁が非常に強靱なることが推察された。そこで、酵素を使用しなくても加熱と機械的な破砕で単細胞化が可能である条件を見いだした(図5)。即ち、浸漬大豆を加熱(110℃, 40分)後、クッキングカッターで処理した結果、細胞は破壊せず単離した。さらに均一な状態を得るために60メッシュの篩を通したものは細胞内成分の流出もないため、大豆風味の良いなめらかなペースト状の素材として得られた(図6)。
- 6) 上記素材を用いて、食パン製造時に添加し、製パン試験を行った。加水量が57→63%に増加したが、生地感にべた付きがなく、焼成前の発酵状態も無添加と遜色ない状態が得られた。体積は無添加とほぼ同じ(図7)で、破断応力(硬さ)は低く推移し(図8)、パンの硬化が無添加より遅く、老化抑制を示した。この素材は製パン時において加水量を増やす効果があり、老化抑制が課題となっている国産小麦粉パンへの利用効果が示唆された。
- 7) まとめ：市販大豆単細胞化素材の性状分析を行い、保水性並びに遊離アミノ酸組成が粉砕大豆より優れることを見だし、さらに新たな素材製造技術の提案をした。また、素材を利用した製パン試験に取組、なお継続中である。
- 8) 成果の普及：加水量の増加を必要とする国産小麦粉などへの利用について、共同研究の中で試作検討中である。

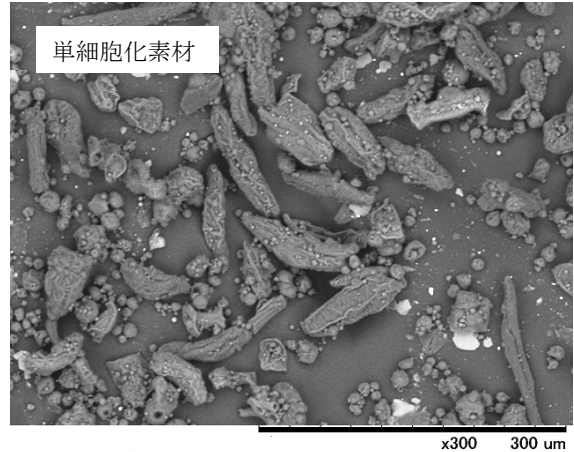
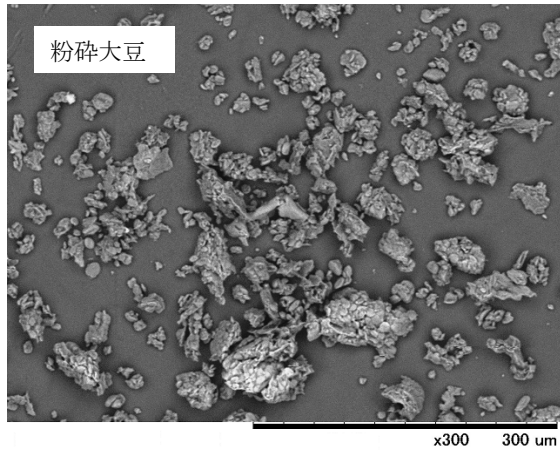


図1 粉碎大豆および単細胞化素材の走査型電子顕微鏡観察

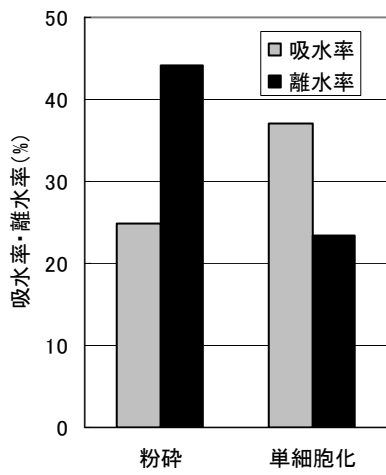


図2 粉碎および単細胞化素材の吸水率・離水率

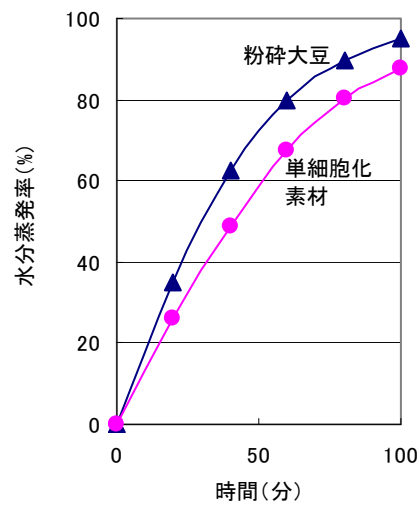


図3 粉碎および単細胞化素材の水分蒸発率の変化

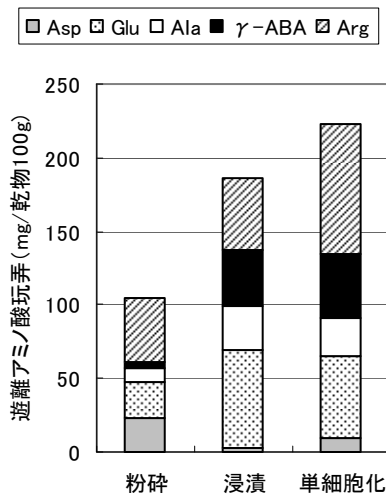


図4 処理工程の異なる大豆中の主な遊離アミノ酸

表1 粉碎大豆および単細胞化素材の香気成分 (μg)

香気成分	粉碎大豆	単細胞化素材	
		粉末	ペースト
hexanal	17.61	1.50	0.26
E-2-hexenal	11.99	0.02	0.00
hexanol	1.36	0.03	0.37

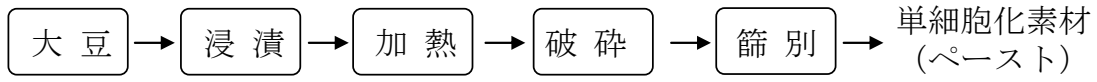


図5 大豆風味を生かした単細胞化処理工程

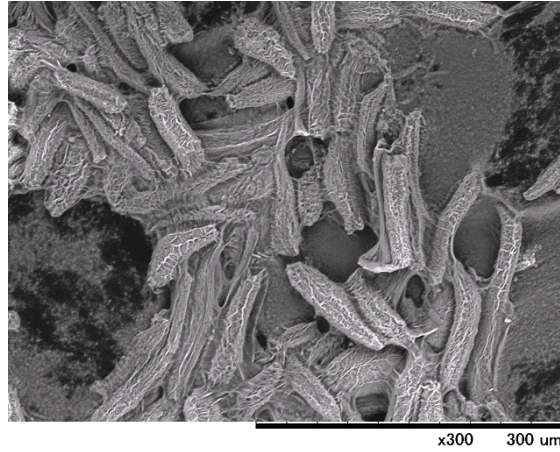


図6 大豆風味を生かした単細胞化素材の観察

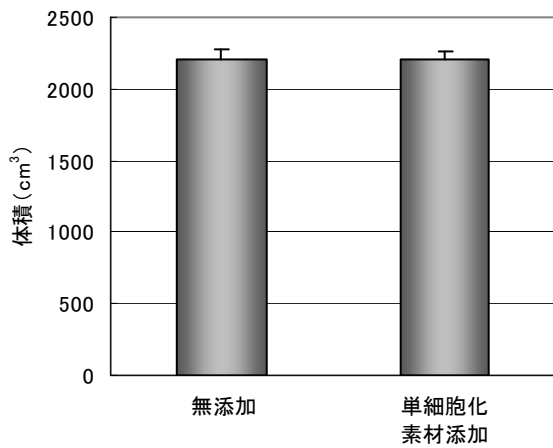


図7 単細胞化素材を添加した食パンの体積

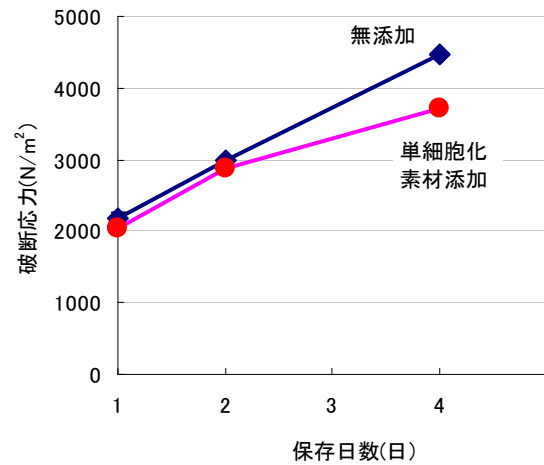


図8 単細胞化素材を添加した食パン
保存中の硬さの変化