

丸大豆粉碎物を用いた豆腐様食品の開発（平成11年度）

研究開発課 川原美香、永草 淳
帯広畜産大学地域共同研究センター 清水祥夫、美濃羊輔
有限会社中田食品 貴戸武司

1．研究の目的と概要

大豆は畑作地帯における輪作体系の主要作物であるとともに、その栄養価の高さから食生活においても重要な食材であり、今後の需要と生産に積極的に振興を図るべき作物として位置付けられている。特に十勝地域は全国でも有数の大豆産地として知られており、その品質の良さ、豆腐・煮豆等への加工適性は高い評価を得ている。しかし、現在、日本の大豆製品はほとんどの原料を米国、中国等からの輸入に頼っており、国内の大豆自給率は低迷している。また、加工面では主要な大豆食品である豆腐の製造時に排出されるおからが産業廃棄物扱いとなり、その処理に各メーカーとも苦慮しているのが現状である。このような背景から廃棄物が極めて少ない加工を念頭におき、丸大豆粉碎物を用いた地域特産的な豆腐様食品の開発を検討した。

2．試験研究の方法及び結果

(1) 供試試料

原料の大豆は平成10年十勝産のトヨムスメを用いた。原料大豆を帯広畜産大学地域共同研究センター所有の粉碎機 [MIKRO-ACM PULVERIZER ホソカワミクロン(株)] を用いて微細化し、丸大豆粉碎物を得た。大豆はタンパク質・脂質含量が高いことから、それらの変性をおこさずに連続的に状態の良い粉末を調製することは難しいが本試験で用いた粉碎機は熱発生が少なく、大豆の粉末化に適していた。

(2) 豆腐様食品への成型

豆腐は大豆から得られた豆乳のタンパク質と無機塩やグルコン酸等の反応により凝固させ成型するが丸大豆を用いた場合タンパク以外の成分による阻害もあり、良い物性の凝集反応が見られなかった。そこで、より強固な物性に成型するために、タンパク質の熱凝固反応による成型を試みた。

丸大豆粉碎物を15、20、25、30 (w/w) %の濃度で水懸濁液に調製し、80ml容のゼリー型カップに充填し、上面をフィルムシートで封をした。次いで各調製品をレトルト殺菌機を用いて100℃、60分処理したところ、4段階に固さが異なる固形物を得た。それぞれの物性はテクスチャーアナライザー (TA-XT2、3mmシリンダー、プローブ使用、Stable Micro Systems 社製) による突き刺し荷重の測定と外観の状態から評価した。その結果、丸大豆粉碎物が25%のものが最も好ましい物性であった。また、同濃度のものについて加熱時間を100℃、50、65、80分で比較したところ、風味と色調から65分処理のものが好ましく感じた。なお、物性についてはいずれも違いは感じられなかった。

(3) 醗酵処理の検討

加熱凝固による(2)の固形物は大豆含量が高い食品であることから、大豆の風味だけではなく不快な豆臭さも増強されており、食味の改善を図る必要があった。また、従来おからとして廃棄される成分を含有すること、熱変性による成型であることから豆腐と比較すると滑らかさに欠ける物性であった。そこで、加熱成型品をさらに味噌漬け、醤油漬け、チーズのカビづけによる3種の醗酵処理を行い、それぞれの風味付けと大豆タンパク質から生成するグルタミン酸等による旨みの増強を期待した。また、この微生物醗酵によるタンパク分解酵素の作用で同時に物性の改善も期待できると考えられた。

）味噌漬け

市販の未殺菌タイプの味噌（塩分12%）に加熱成型した試作品を漬け込み、25℃で1ヶ月熟成させたところ、風味が改善された滑らかな物性の試作品が得られた。さらに、別途、味噌を10%滅菌食塩水で希釈（味噌重量の3割添加）し、漬け込みを行ったところ、25℃で3日間、冷蔵（5℃）3日間の熟成で良好な物性のものが得られた。また、味噌漬け前後のサンプルを電子顕微鏡で観察したところ、タンパク質の熱変性による網目状の強固な組織が消失しており、物性の改善が確認できた。

）醤油漬け

市販の米こうじ、醤油、青なんばんを配合して醤油漬けによる醗酵（25℃、6日間）を行った。醤油漬けの場合は味噌漬けよりも漬け込み作業が簡便であった。醤油漬けも味噌漬けと同様に旨みが増強され、物性も改善された。

）チーズ様食品（カマンベールタイプ）

加熱成型品にカマンベール用のカビづけを行い、熟成（20℃、2日間の後、10℃以下で5日間）させたところ外見上カマンベールチーズと同様な状態のものが得られた。しかし、内部の大豆部分の物性は固く、カマンベールチーズ特有のやわらかい物性は得られなかった。これはカビのプロテアーゼが十分に大豆タンパク質に作用していなかったことが考えられた。そこで、補助的に大豆部分にプロテアーゼ処理（プロレザー、天野製薬（株）、サンプル重量に対して0.1%注入）を行った後カビづけを行ったところ、滑らかで良好な物性のものが得られた。ただし、大豆部分の色調が醗酵中に暗色化しており、商品化を考えた場合、更に改良の余地があると考えられた。

（4）原料と試作品の成分比較

本試験で検討した加熱成型品は丸大豆を用いた加工品であることから機能性成分として着目される食物繊維、イソフラボンが豊富な食品であることが予測された。そこで、両者の分析を行ったところ、原料大豆から加熱成型品への損失はなく、食物繊維は木綿豆腐の10倍以上（5.1g/100g、四訂食品成分表との比較）であった。イソフラボンは豆腐製造時におからより豆乳部分に移行するため豆腐でも大きな損失はない（市販木綿豆腐で50mg/100g程度）が、本試作品では大豆濃度が高いこともあり、73mg/100gと1.5倍近い値であった。各醗酵処理を行った試作品について、みその熟成評価に用いられているタンパク溶解率（味噌で目標値約60%）、タンパク分解率（味噌で目標値20~25%）とL-グルタミン酸生成量の測定を行った。その結果、タンパク溶解率・分解率とも味噌、醤油漬けの試作品は十分熟成が進んでいる数値を示し、グルタミン酸量で醗酵前の30~50倍量が含まれていた。カマンベールタイプの試作品で酵素無添加のものはタンパク分解率が低かったが、酵素添加したものは味噌熟成目標値相当の値であった。また、グルタミン酸量は酵素添加したものでも、味噌漬けの試作品より20%程度低い値（168mg/100g）であった。

3. まとめ

- 1) 丸大豆粉碎物を適切な濃度で水懸濁して加熱加工することにより、豆腐様成型物が得られた。
- 2) 丸大豆加熱成型物は味噌、醤油等を用いた醗酵処理により、食味・物性の改善が可能であった。
- 3) 本試験の加工は簡便であり、おから等の廃棄物がでない、食物繊維等の成分が豊富、規格外の原料にも対応ができる等のメリットがあった。