

研究ノート

大豆保存による豆乳の変化とRVAによる解析

日渡美世*¹、村上耕介*¹、半谷朗*²、西田淑男*¹

Changes in the Soymilk Prepared with the Stored Soybeans and Analysis of their Viscosity using Rapid Visco Analyser (RVA)

Miyo HIWATASHI*¹, Kosuke MURAKAMI*¹, Akira HANYA*²
and Yoshio NISHIDA*¹Food Research Center, AITEC*^{1,2}

大豆の豆腐加工適性を簡便に評価するため、その指標の一つである豆乳たんぱく質濃度を、Rapid Visco Analyser (RVA) の測定値から推定することを検討した。保存条件の異なる大豆から調製した豆乳をRVAで解析したところ、保存条件により豆乳たんぱく質濃度の低下、RVA測定値の変化が確認された。低温、中温保存の大豆では未保存大豆と同様に、RVA測定値から豆乳たんぱく質濃度の推定が可能であった。

1. はじめに

豆腐製造においては、原料大豆の品質に合わせて大豆の配合や凝固剤濃度といった製造条件を決定する必要がある。原材料や製造条件に関する客観的データを得るためには煩雑な分析が必要であり、これらを製造現場で日常的に行うのは困難である。そこで我々は、大豆の豆腐加工適性を簡便に評価するため、RVAを利用した豆乳の粘度測定法について検討してきた¹⁾。

大豆は保存により劣化し、豆乳や豆腐への加工適性が変化する²⁾ことから、保存温度や保存期間に伴う加工適性の変化を短時間で簡便に測定する必要がある。本研究では、異なる保存条件の大豆について、豆乳の性質とRVA測定値の変化について検討した。次に、豆腐加工適性の指標の一つである豆乳たんぱく質濃度とRVAパラメーターの関係について検討した。

2. 実験方法

2.1 実験材料

大豆は、平成18年産または19年産の国産大豆（フクユタカ、ミヤギシロメ、オオスズ、とよまさり、大振袖、青ばた豆、黒豆、スズマル、いちひめ）を使用した。保存試験には生産量が多く豆腐加工適性の高いフクユタカを用いた。凝固剤は10%(w/v)塩化マグネシウム溶液を使用した。

2.2 大豆の保存試験

大豆130gをポリエチレンパックに封入した後、5、30、50℃の恒温器で1、2、3、6か月間保存した。

2.3 豆乳の調製および分析

豆乳の調製は前報¹⁾に従って行った。豆乳たんぱく質濃度はケルダール法により測定した。窒素-たんぱく質換算係数は5.71とした。豆乳の色調は測色計(ND-Σ80、日本電色工業(株)製)を使用して測定した。測定値はL*、a*、b*で示した。

2.4 豆腐ゲルの調製と破断応力の測定

30mlのガラスビーカーに10%(w/v)塩化マグネシウム溶液0.9ml、6.5倍加水豆乳30mlを添加後、アルミ箔で蓋をし、恒温水槽中で80℃、60分間加熱した。加熱凝固後、氷上で冷却し、5℃で一晩放置した。豆腐ゲルの破断応力(N/m²)は、豆腐を25℃恒温器内に1時間放置後、クリープメーター(RE3305、(株)山電製)を使用して測定した。測定条件は以下の通りとした。試料厚さ：約28mm、プランジャー：11mm円柱状プランジャー、試料台速度：1mm/sec。

2.5 RVAによる粘度測定および解析

RVAによる豆乳粘度測定は前報¹⁾に従って行った。解析には、最高粘度(peak viscosity: PV)および最高粘度時の時間(peak viscosity time: PVT)を用いた。塩化マグネシウム濃度ごとのPVおよびPVTをグラフにプロットし、その近似式を求めた。求めた近似式において、180秒における最高粘度をPV(180)とし、解析に用いた。

3. 実験結果及び考察

3.1 大豆保存条件による豆乳の変化

10種類の国産大豆について、豆腐ゲルの破断応力と大

*1 食品工業技術センター 保蔵技術室、*2 食品工業技術センター 保蔵技術室(現応用技術室)

豆および豆乳成分との関係を解析した。この結果、豆乳たんぱく質濃度との間で高い正の相関性が認められ ($n=10$, $r=0.745$)、豆乳たんぱく質濃度が豆腐加工適性の指標となることが確認された(データ省略)。

大豆(フクユタカ)を、5、30、50°Cで1、2、3、6か月間保存し、保存後の大豆から豆乳を調製、そのたんぱく質濃度、pH、色調の経時変化を調べた。豆乳たんぱく質濃度は、5°Cおよび30°C保存で3か月以後にわずかに低下したが、50°C保存では1か月で顕著に低下した(図1)。このことから、50°Cで保存した大豆は、豆腐加工適性が低下することが示唆された。豆乳pHは保存期間30°C、50°C保存で3か月以降減少したがその差はわずかだった(データ省略)。豆乳の色調は保存期間6か月間では有意な変化は認められなかった(データ省略)。

保存大豆から調製した豆乳の粘度をRVAで測定し、その測定値から算出したPV(180)の経時変化を調べた。30°C保存の大豆では、PV(180)が3か月以後に増加したのに対し、50°C保存では2か月以後で顕著に増加した(図2)。このことから、異なる温度で保存することにより豆乳の最高粘度が変化すること、その変化をRVAで測定可能であることが確認された。

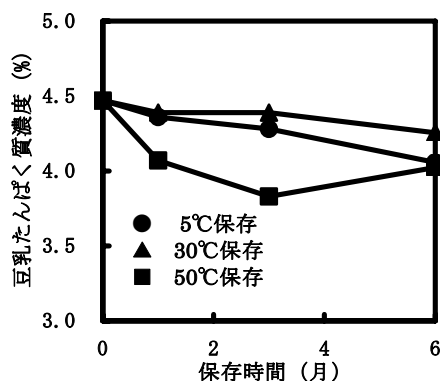


図1 大豆の保存に伴う豆乳たんぱく質濃度の変化

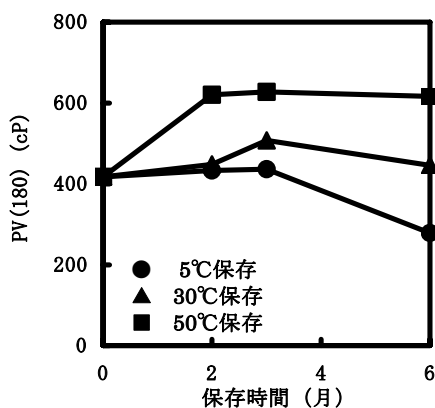


図2 大豆の保存に伴う最高粘度の変化

3.2 豆乳粘度と豆乳たんぱく質濃度の解析

未保存の各品種大豆から豆乳を調製し、そのたんぱく

質濃度の測定およびRVA解析を行った。その結果、豆乳たんぱく質濃度とPV(180)の間に高い正の相関が認められた ($n=20$, $r=0.829$, 図3A)。

保存大豆から豆乳を調製し、たんぱく質濃度とPV(180)との関係を解析した。その結果、5°Cおよび30°C保存大豆は、保存期間に関わらず、未保存大豆の品種間でのばらつきの範囲内に収まり、RVAによる豆乳たんぱく質濃度の推定が可能と考えられた。一方、50°C保存した大豆は、たんぱく質濃度に関わらず最高粘度が明らかに高くなる傾向が見られた。したがって、RVA解析によって豆乳たんぱく質濃度は推定できないと考えられた(図3B)。豆乳の凝固には、大豆たんぱく質の性質が大きく関与している。50°Cの高温で保存することで大豆種子の貯蔵細胞が損傷し、それに伴って大豆たんぱく質の変性が生じたため、豆乳粘度が増加したと推測された。

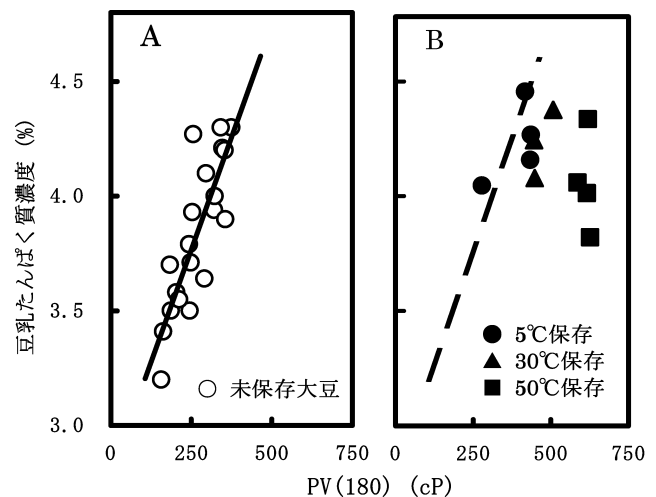


図3 最高粘度と豆乳たんぱく質濃度の関係 (A: 未保存大豆、B: 保存大豆)

4. 結び

大豆の豆腐加工適性を簡便に評価するため、保存条件の異なる大豆から調製した豆乳の、RVAによる粘度測定・解析を行った。低温、中温保存した大豆では、RVA測定によって豆乳たんぱく質濃度を推定できたが、高温保存した大豆では豆乳たんぱく質濃度以上に粘度が上昇し、豆乳たんぱく質濃度の推定ができなかった。今後はこの粘度上昇の要因の特定、解析方法を検討する。

文献

- 1) 日渡美世、半谷朗、西田淑男: 愛知県産業技術研究所年報, 7, 104(2008)
- 2) F.Kong, S.K.C.Chang, Z.Liu, and L.A.Wilson: *J. Food Science*, 73, 134(2008)