

# 牛乳は豆乳のかわりになるのか

化学班：北村愛実 竹脇由佳

## 1. はじめに

牛乳にレモンを加えるとカッテージチーズと呼ばれるチーズが、豆乳ににがり(MgCl<sub>2</sub>)を加えると豆腐ができる。牛乳と豆乳を入れ替えても同じができるのかに興味を持った。

## 2. 実験の前に

牛乳と豆乳にはどちらも親水コロイド溶液という共通点がある。コロイド溶液とは直径  $10^{-7}$ ~ $10^{-9}$  程度の大きさの粒子が溶液中に分散しているものを指し、自らの電荷の反発で分散している疎水コロイドに対し多くの水分子を引き付けている(水和)ものが親水コロイドである。

チーズが固まる原理は pH 変性といい、タンパク質溶液に酸や塩基を加えることでタンパク質が変性する現象で、主な原因はタンパク質を構成するアミノ酸側鎖の一部が酸や塩基を加えることで帯電し静電気力によりタンパク質の立体構造が崩れることである。加熱によりタンパク質が変性することもあり、これを熱変性という。

また、豆腐が固まる原理は塩析といい、親水コロイドの溶液に多量の電解質を加えることで沈殿が生じる現象で、主な原因は多量の電解質により水和性が失われることである。

## 3. 実験①

- |            |                                         |
|------------|-----------------------------------------|
| (1) 牛乳+にがり | 80℃に温めた牛乳ににがり (牛乳の 5%) をいれかきまぜる         |
| (2) 豆乳+レモン | 60℃に温めた豆乳にレモン (牛乳の 7.5%) をいれ、かきまぜガーゼで濾す |

## 4. 結果①

- |            |                                |
|------------|--------------------------------|
| (1) 牛乳+にがり | 小さな塊はできたが固まらなかった。              |
| (2) 豆乳+レモン | 固まったが、本物のチーズより水分が少なくぼそぼそとしていた。 |

## 5. 実験②

実験①の結果をふまえ、条件を変えて実験した。

- (1) 牛乳+にがり
  - i. 温度を 20℃、40℃、60℃、80℃に変えて作る
  - ii. にがりの量を 2 倍にして作る

※実験①の際発生した均等に温まらない、かき混ぜた時に形が崩れるという問題を解消するため湯煎で温める、温める前ににがりを加えるという方法に変更した。

## (2) 豆乳+レモン

温度を 20℃、40℃、60℃、80℃に変えて作る

※出来上がったものを乾燥させ質量の差を測定し含まれている水分の量を比較した。

## 6. 結果②

### (1) 牛乳+にがり

i. 80℃のもののみ固まりそれ以下の温度では固まらなかったため、実験①での問題点が解決した。

ii. にがりを倍にしたものの方が固くなった

### (2) 豆乳+レモン

温度が高くなるほど水分の量が少なくなり固くなった。

## 7. 考察

### (1) 牛乳+にがり

温度が高いほど反応が起こりやすい。

熱変性は起こらなかった。

### (2) 豆乳+レモン

温度が高くなることで反応性が高くなったため生じた粒子が大きくなる水分含有量が多くなる。

## 8. 今後の課題

作成した豆腐やチーズを既製品と比較するために、硬さの数値化が必要とされる。

## 9. 参考文献

化学の新研究 ト部吉康

生物工学基礎講座 平野篤 白木賢太郎

生物物理化学 理学科化学コース 3年 第6 Semester 准教授 神山 匡

公開講座実験テキスト

化学講座第49回：コロイド溶液 私立大学医学部に入ろう！ドットコム

タンパク質の基礎 米田 真純

クックパッド