



〇はじめに

豆乳に玄米を入れるとヨーグルトができることが知られている¹⁾。ここには玄米に存在する乳酸菌によって豆乳が凝固することによりヨーグルトができると書かれている。しかし、凝固する仕組みの詳細については書かれていない。そこで、玄米により豆乳が凝固する仕組みを明らかにすることを目的に本研究を行った。

〇結論

玄米による豆乳の凝固は、乳酸菌による凝固と玄米に含まれているマグネシウムによる凝固が複合的に組み合わさった現象である。

〇実験Ⅰ 凝固の要因を調べる(乳酸菌)

仮説 豆乳は玄米に存在する乳酸菌により凝固する。

仮説が正しいとすると、次の4つを見ることができると考えられるためこれらについて調べた。

実験Ⅰ-1

目的 グラム陽性菌が存在するか調べる。

方法 豆乳 30mL に玄米 2g を加えて作成した凝固物にグラム染色を行う。

結果 グラム陽性菌が存在した。

実験Ⅰ-2

目的 作成した凝固物を別の豆乳に加えても凝固するか調べる。

方法 豆乳 30mL に玄米 2g を入れ作成した凝固物を豆乳 30mL に加え、凝固するか調べた。

結果 豆乳は凝固した。

実験Ⅰ-3

目的 加熱すると乳酸菌が死滅するか(豆乳が凝固しないか)調べる

方法 オートクレーブに 120°C 20 分入れて滅菌した玄米 2g を豆乳 30mL に入れ、凝固するか調べた。

結果 豆乳は凝固しなかった。

実験Ⅰ-4

目的 乳酸が生成されているか(pHが下がっているか)調べる。

* 豆乳の pH は 6.75、等電点は 4.5 付近であることから³⁾、乳酸による酸凝固が起こっているならば pH は 4.5 付近であることが予想される。

方法 豆乳 30mL に、玄米 2g、市販の乳酸菌(フジッコカスピ海ヨーグルト) 0.3g、糖 2g をそれぞれ加え、入れた直後と凝固時の pH を測定した。なお、試料を入れた直後の pH はどれも 6.75 で、もとの豆乳と同じであった。

結果 豆乳に玄米と糖を加えたものは pH 6.5 付近で凝固し、市販の乳酸菌を加えたものでは pH が 4.9 付近で凝固した。

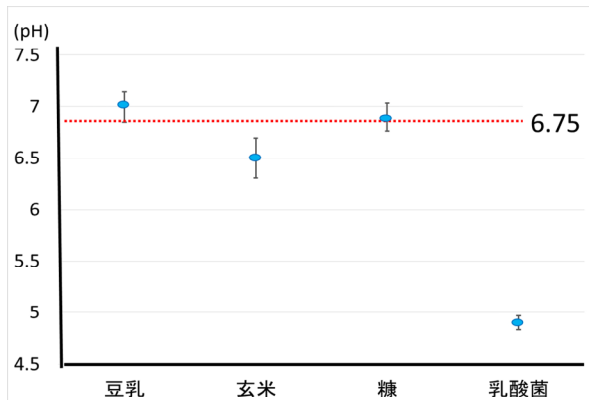


図1 各試料を入れた豆乳の凝固時の pH

考察 実験Ⅰ-1~3の結果は、豆乳が乳酸菌により凝固しているという仮説を裏付けるものである。しかし、実験Ⅰ-4の結果は、豆乳が乳酸菌により凝固しているという仮説に反する結果である。そのため、玄米を豆乳に入れたときに起こる凝固には乳酸菌以外の要因が関与していると考えられる。

〇実験Ⅱ 凝固の要因を調べる(マグネシウム)

仮説 玄米に含まれるマグネシウムが豆乳の凝固に関与している。

実験Ⅰ観察事実にあるように凝固物が豆腐のような硬さであったことから、玄米に含まれる 2 価の金属イオンが凝固の要因の一つだと予想した。

実験Ⅱ-1

目的 塩化マグネシウムで豆乳が凝固するのかを調べる

方法 塩化マグネシウム(4mg、20mg、100mg)を豆乳 30mL に入れ、凝固するか調べ、凝固時の pH を測定した。なお豆乳にマグネシウムを加えると pH 6.0 付近で凝固することが知られている³⁾。

結果 塩化マグネシウムに含まれるマグネシウムが 25mg 以下では豆乳は一部凝固し、25mg では完全に凝固した。

表1 凝固の有無

加えた MgCl ₂ (mg)	0	4	20	100
含まれる Mg 量 (mg)	0	1	5	25
凝固の有無	—	±	±	+
pH	6.9	6.7	6.9	5.7

実験Ⅱ-2

目的 玄米に含まれるマグネシウムで豆乳が凝固するのかを調べる

方法 オートクレーブに 120°C 20 分入れて滅菌した玄米(2g、10g、15g)を豆乳 30mL に入れ、凝固するか調べ、凝固時の pH を測定した。

結果 玄米に含まれるマグネシウムが 2mg では豆乳は凝固しなかったが、それより多い量では凝固した。

表2 凝固の有無

加えた滅菌した玄米 (g)	0	2	10	15
含まれる Mg 量 (mg)	0	2	10	15
凝固の有無	—	—	+	+
pH	7.1	*	5.9	6.0

* 測定せず

考察 オートクレーブに入れ滅菌した玄米に含まれるマグネシウムで豆乳は凝固したため、マグネシウムも凝固の要因の一つであるといえる。

〇参考文献

- 1) 栗生隆子・さとうみつろう・光岡知足(2015)豆乳グルグルヨーグルトで腸美人!マキノ出版
- 2) 文部科学省 科学技術・学術審議会資源調査分科会報告(2010)日本食品標準成分表
- 3) 大塚電子株式会社
<https://www.otsukael.jp/appcase/detail/caseid/20>
参照2018-1-21
- 4) 渡辺篤二・阿部和可(1962)各種酸類および塩類による豆乳の凝固について日本食品工業学会誌 第9巻 第4号