

佳作

## タンパク質分解酵素の研究～1 番肉を柔らかくできる酵素は何か？～

千葉市立貝塚中学校

第1学年 朝倉 陽暉

### 1 動機・目的

夏休みに入る前、今年自由研究は鶏の骨格標本を作製しようと思っていたが、アドバイスをを受けて、違うテーマに変更することになった。フライドチキンの骨から肉をとる作業をしていた時に、肉がなかなか取れずとても苦労した。本を調べてみると酵素が入った入れ歯洗浄剤を使うと、骨にこびりついた肉が取れることを知った。酵素にはタンパク質を分解するはたらきがある。そこで、今年自由研究は、タンパク質分解酵素はどんな食品に多く含まれているのか、食材の種類によって違いはあるのか、どんな条件で活性するのか、また、1 番肉を柔らかく出来る食材の酵素は何か、様々な実験をして研究していく。

### 2 タンパク質分解酵素

#### (1) タンパク質分解酵素を多く含んでいる食品で本当にタンパク質を溶かすか確かめる実験

- ① 方法・・・タンパク質を主成分としている、ゼラチンを使用する。カップに 90 mL、ゼラチン液を入れ、余熱が取れたら、冷蔵庫で1時間冷やし固め、各食材を 15 g 載せる。
- ② 考察・・・12 種類の食品を使い実験したが、タンパク質分解酵素を多く含んでいるはずの、マンゴー、梨、アボカド、ショウガには、はたらきが見られなかった。

#### (2) タンパク質分解酵素のはたらきを室温で確かめる実験

- ① 方法・・・ゼラチンをお湯で溶かし、食用色素で色を付け、冷蔵庫で2時間冷やし固める。各食品 (15 g) 13 種類を、ゼラチンの上に乗せ、ゼラチンの1番上に油性ペンで線を書いて印をつけ、ゼラチンが溶けて食品が何 cm 沈下したか、計測していく。
- ② 考察・・・パイナップル、グリーンキウイが、タンパク質分解酵素が多い食品だということが分かった。イチジク、ナットウ、こうじも完全に沈下し、タンパク質分解酵素が多いということが分かった。梨、アボカド、ショウガは沈下したが、それは、きっと浮力の問題で、同じ条件で室温に置いたゼラチンと、柔らかさに差はなく、タンパク質分解酵素は、はたらいていなかったと思う。

#### (3) 液化したゼラチンを再び冷やし固める実験

- ① 方法・・・再び、冷蔵庫 (5℃) に一晩入れ、(翌朝 8:00 まで) タンパク質分解酵素がはたらいた確認と、各食材のゼラチンの様子を観察する。
- ② 考察・・・冷蔵庫(5℃)よりも、室温(27.3～28.0)のほうが、タンパク質分解酵素は活性するということが分かった。

#### (4) 食材をペースト状にしてタンパク質分解酵素のはたらきを強める実験

- ① 方法・・・それぞれの食材をペースト状にして、タンパク質分解酵素のはたらきが強まった

様子を観察し、(1)(2)(3)の実験で、タンパク質分解酵素のはたらきが全く見られなかった、梨、アボカド、ショウガが、タンパク質を分解することができるのか実験をしていく。

② 考察・・・ペースト状にしたほうが食材の組織が壊れ、タンパク質分解酵素は活性する。

#### (5) ゼラチンの濃度を薄めてタンパク質分解酵素のはたらきを強める実験

① 方法・・・ゼラチンの濃度を薄めるため、ゼラチンの量 25 g に対して水の量を 1500 mL にする。

② 考察・・・タンパク質分解酵素の量が少ない食材でも、ゼラチンの濃度を薄めれば、はたらきが確認できる。しかし、アボカドは、全くタンパク質分解酵素のはたらきが見れず、タンパク質分解酵素がととても少ないということが分かった。

#### (6) ゼラチン以外のタンパク質を使ってタンパク質分解酵素のはたらきを確認する実験

① 方法・・・各食材の果汁を 15 mL シャーレに入れる。イチジク、アボカド、マイタケ、ナットウは、ペースト状にして、こうじはそのまま、15 g、シャーレに入れる。かまぼこ、はんぺん、ハムを 1 g ずつ、各シャーレに入れ、どのようにタンパク質を分解していくのか、実験する。

② 考察・・・ゼラチンの時とはたらく強さは同じだった。ゼラチンよりも低いタンパク質保有量でも結果が出た。

#### (7) タンパク質分解酵素がはたらけなくなる温度を調べる実験

① 方法・・・今回使う食材は、パイナップルのみとする。パイナップルの果汁を加熱する温度は、-18℃、30℃、40℃、50℃、60℃、70℃、80℃、90℃、100℃の9段階にする。冷蔵庫に一晩置いて実験する。

② 考察・・・はたらけなくなる温度は 50℃程度からだ。

#### (8) タンパク質分解酵素がはたらけなくなる果汁の濃度は何%か調べる実験

① 方法・・・パイナップルの果汁を水で薄めて、70%、40%、10%、5%の果汁を作り、実験する。また、100%果汁と0%（水）も用意する。

② 考察・・・果汁の濃度を薄めていくにつれて、沈んだ深さは短くなっていった。10%、5%の濃度にもタンパク質分解酵素のはたらきが見られたことにとても驚いた。

#### (9) 部位によってタンパク質分解酵素に差はあるのか調べる実験

① 方法・・・パイナップルを6つの部位に分ける。

①上の部分の中心 ②上の部分の外側 ③真ん中の部分の中心 ④真ん中の部分の外側

⑤下の部分の中心 ⑥下の部分の外側

各部位の果汁(10 mL)を絞り、ゼラチン溶液(90 mL)の中に入れて冷蔵庫で一晩冷やし固め、ゼラチンの様子を観察する。

② 考察・・・糖度計測から、パイナップルは、甘ければ甘いほど、タンパク質分解酵素は含まれていないことが分かった。

#### (10) 熟し方によってタンパク質分解酵素に差はあるのか調べる実験

① 方法・・・新しいパイナップル（購入から1日目）、古いパイナップル（購入から7日目）を20%の果汁にする。5 mLのゼラチン溶液を試験管の中に入れ、2時間冷やし固める。そして、油性ペンで線を引いた部分から、何cmゼラチンが溶けて、下に下がったか計測する。

② 考察・・・(9)の実験同様、パイナップルは、甘ければ甘いほどタンパク質分解酵素は含まれていないということが分かった。

### 3 タンパク質分解酵素で肉を柔らかくする

#### (1) 肉を柔らかくするベスト6

これまでの実験結果から、肉を柔らかくする実験に使用する食材は決まった。グリーンキウイ、パイナップル、イチジク、マイタケ、ショウガ、こうじだ。牛肉、豚肉、鶏肉を使用し、一番肉を柔らかくすることのできる、食材は何か実験する。

#### (2) タンパク質分解酵素で牛肉を柔らかくする実験

タンパク質分解酵素で1番牛肉を柔らかくしたのはグリーンキウイだ。

#### (3) タンパク質分解酵素で豚肉を柔らかくする実験

グリーンキウイは繊維や筋まで溶かし切れなかった。しかし、パイナップルは繊維や筋も溶かすことが出来た。なので、タンパク質分解酵素で1番豚肉を柔らかく出来たのはパイナップルだった。

#### (4) タンパク質分解酵素で鶏肉を柔らかくする実験

タンパク質分解酵素で1番鶏肉を柔らかく出来たのは、パイナップルだった。

### 4 研究のまとめ

牛肉の実験では、グリーンキウイが1番サイコロステーキを柔らかくし、溶かした。豚肉、鶏肉では、圧倒的にパイナップルが肉を柔らかくし、溶かした。牛肉の実験のサイコロステーキは、かまぼこ、はんぺん、ハムと同じ加工食品で、繊維や筋がない。肉の繊維や筋が肉の硬さになるので、それを溶かして柔らかくしたパイナップルのタンパク質分解酵素が「1番肉を柔らかく出来る酵素」だ。肉を柔らかく出来るランキングは、1位パイナップル、2位グリーンキウイ、3位イチジク、マイタケ、4位こうじ、5位ショウガという結果になった。

### 5 感想

はじめは、鶏の骨格標本を作りたいと思っていたが、鶏の骨格標本ではなく、タンパク質分解酵素の研究にテーマを変えて、本当に良かった。たくさん失敗もしたが、その失敗が次の実験につながり、たくさんを知ることが出来た。たくさん反省をすることがあるが、それがすべて勉強になった。

3(3)で使った、パイナップルにつけた手羽先で、骨格標本を作製した。安全に簡単に作れてうれしかった。消化酵素には、炭水化物分解酵素、脂質分解酵素もある。「1番もちを柔らかく出来る食材の酵素は何か?」「1番牛脂を溶かすことが出来る食材の酵素は何か?」も研究したい。

### 6 指導と助言

本研究では、身近な自然現象に着目し多くの実験を行っている。実験の内容としても、多数の食材を用いて温度など酵素のはたらく条件を細かく調べている。実験で用いたゼラチンの変化を見やすくするために食用色素を用いるなど実験方法の工夫も見られる。また、その結果を科学的に分析し丁寧にまとめられている点に努力が認められる。

研究の感想にも書いてあるように、来年度以降タンパク質以外の炭水化物や脂質に対する分解酵素の研究にも期待したい。

(千葉市立貝塚中学校理科部会)