



長崎県立猶興館高等学校

種岡瑞穂, 川久保貴博, 鈴木太士, 坂本 静, 堤 香菜子 (顧問: 福田勝樹)

果実中のタンパク質分解酵素の有効利用

本研究は、平成 20(2008) 年度日本農芸化学会大会 (開催地名古屋) 会期中に開催された高校生による第 4 回「ジュニア農芸化学会」において“最優秀賞”を受賞した。生食が可能な果物は、人類が古くから利用してきた安全な食物である。それゆえ、プロメラインのような果物のタンパク質分解酵素は、食品や医薬品産業で多用され、さらなる利用分野の拡大が期待されている。本研究は、メロンのような果実に存在するタンパク質分解酵素の基本的な性質の理解とその「地域特産物」加工への新たな応用を内容としている。



本研究の目的、方法および結果 (講演要旨を部分的に改変転載した。図はポスターより転載した)

【目的】 生のパイナップルではゼリーがつかれなかった経験から、果物にはタンパク質分解酵素が含まれていることがわかった。そこで、果実に含まれているタンパク質分解酵素のカゼイン (白色) 分解能とその温度依存性を調べることを目的とした。また、分解能の強さを色の変化だけで判断するのではなく、「色を数値化する」方法の開発も検討した。さらに、果物に含まれる酵素を利用し、タンパク質の汚れを落とす洗剤や入浴剤として利用すること、あるいは「いりこ」から“だし”をとったり、柔らかくすることの可能性を探った。

【方法】

活性測定法: 0.5% カゼイン 4.5 ml に果実の絞り汁を 10 倍に希釈したものを 0.5 ml 入れる (酸による影響を考慮し、果汁を煮沸し、酵素を失活させたものを対照群とした)。30°C, 40°C, 50°C の水浴で温め、2 分おきに 15 分後までの色の変化を見る。

色を数値化する測定方法の検討: ①チンダル現象を利用して、通過した光の強さを照度計で測定する。②カゼイン (スキムミルク) の 5, 1, 0.5, 0.1, 0.05, 0.01% 濃度を

準備し、デジタルカメラで記録したカゼインの色をパソコンに取り込み、イラストレーター (画像処理ソフト) のスポイド機能を利用して光の三原色 (RGB) の強さを数値化する。

【実験結果】 ゼラチンに様々な果実を入れて固まるか否かで調べた結果、パイナップルとメロンにタンパク質分解酵素が含まれていることを明らかにした。また、ゼラチンが本当に加水分解されたか否かをニンヒドリン反応で確認した。照度計は、光の強さを正確に測定することができず、分解能の測定法として不適であった。デジタルカメラでカゼインの色を測定する方法は、実験結果と良く一致し、特殊な装置を使わなくても分解能を数値として表現できることがわかった。カゼインの色の変化から、メロンのタンパク質分解酵素はパイナップルの酵素よりも分解能が高く、かつ 50°C でも強い分解能が認められた。現在、メロンの酵素を利用して、平戸市の特産物「あご」の“だし”を速くとする工夫や、「いりこ」を柔らかくして子供やお年寄りにも食べられるようにできないか研究を進めている。



研究の意義と展望

パイナップルを食べると口がヒリヒリする。生のパイナップルを用いるとゼラチンが固まらず、ゼリーができない。これらは、パイナップルに含まれているプロメラインというタンパク質分解酵素が原因で引き起こされる現象である。タンパク質分解酵素は、パイナップルに限らず多くの果物に高い濃度で含まれ、肉のテンダーリング (軟化) や食品の味の改善 (タンパク質からアミノ酸を遊離させる) など、食品産業で広く利用されている。



写真1 ■最優秀賞ポスターの前で

本研究では、数種の果汁について、タンパク質分解酵素の有無をゼラチンの固化（ゼリー形成の有無）を指標に調べ、パイナップルとメロンに比較的強いタンパク質分解酵素活性があることを確認した。タンパク質分解酵素の性質を理解するため、酵素液として果汁を、基質としてゼラチンの代わりにカゼイン（スキムミルク）を用いた反応系を採用した。活性は、カゼインに由来する白濁の変化（透明化）をデジタルカメラで撮影してパソコンに取り込み、市販の画像処理ソフトを用いて数値として客観的に表現できるように工夫している。酵素反応の仕方やその産物の測定にも、注意深い目が向けられている。特に、ブランク（盲検）の取り方をいろいろな角度から検討し、実験の信頼性を高めている。

現象を的確に計測することは、その現象の意味するところを正確に把握するために大事なことである。自ら様々な工夫を凝らして反応系や測定法を組み立てている点は大変に立派であり、得られた結果を説明する生徒達（写真1）にも大きな自信となったであろう。研究を進める上で欠いてはいけないことを、丁寧に指導された先生の熱意にも敬意を表したい。

デジタルカメラ測定法により、パイナップルのタンパク質分解酵素よりもメロンのそれ（これはククミシンと考えられる）のほうが活性が強く（図1, 図2-A）、かつ50℃でも高い活性を示すことを明らかにした（図2）。また、メロンのタンパク質分解酵素は、カゼインを遊離アミノ酸レベルまでは分解しないことも示唆している。ただ、パイナップルのタンパク質分解酵素の場合には、その活性が見られるまでに7分も要している（図2-A）。なぜなのか、説明が欲しいところである。

本研究で得られた成果に基づいて、メロンに含まれるタンパク質分解酵素を、長崎県の特産物「あご」や「いりこ」の改善（「だし」の調製や軟化）に利用したり、洗

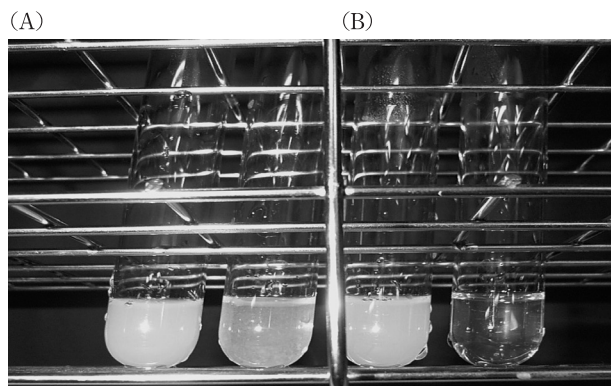


図1 ■パイナップル(A)とメロン(B)果汁によるカゼインの分解
反応時間 (A, Bとも)：左, 0分；右, 15分

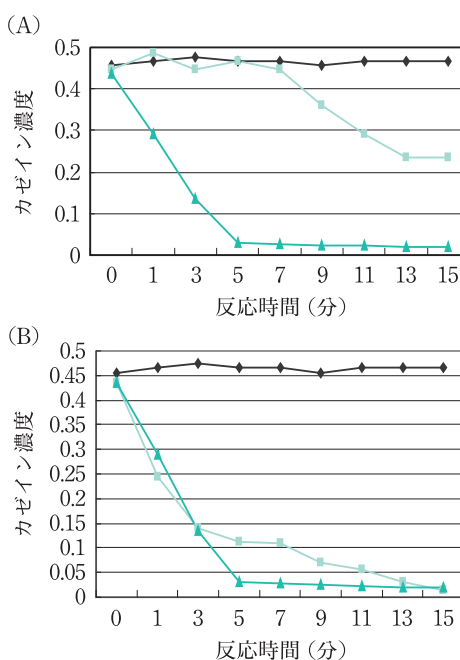


図2 ■パイナップルとメロンのカゼイン分解活性
(A) ◆：対照群, ■：パイナップル(50℃), ▲：メロン(50℃).
(B) ◆：対照群, ■：メロン(40℃), ▲：メロン(50℃)

剤・入浴剤として利用する研究を進めようとしている。研究成果を社会に還元し、地元産業の発展に寄与しようとする生徒達の意気込みを高く評価したい。酵素を食品に応用するためには、それが安価で安全であることに加えて、食品の質（味や香りなど）に悪い影響を与えないことなどが求められる。こうした問題にも果敢に取り組み、是非とも実用化してもらいたい。

本研究は、果物のタンパク質分解酵素の応用に焦点が当てられている。なぜ、果物はこのように強いタンパク質分解活性を示すのか、その生理的な意味にまで考えを拡げれば、さらに興味深い研究テーマが展開できるであろう。（文責「化学と生物」編集委員会）