

## 新鮮パッションフルーツ果汁のラット成長に対する影響

橋永文男・山崎裕子・満永義幸・伊藤三郎

(青果保蔵学研究室)

昭和57年8月5日 受理

### Effect of Fresh Passion Fruit Juice on the Growth of Rats

Fumio HASHINAGA, Yūko YAMASAKI, Yoshiyuki MITSUNAGA  
and Saburo ITOO

(Laboratory of Postharvest Physiology and Preservation of Fruits and Vegetables)

#### 緒 言

亜熱帯果実であるパッションフルーツの果汁は独特の芳香を有し、橙色を呈して酸度が強く、果汁飲料として有望視されている<sup>3,5,6)</sup>。一方、バナナやグレープフルーツ<sup>4)</sup>などの果汁にはカルシウムの保持効果、さらにリンゴの果汁やパッションフルーツ果汁には滞腸時間短縮効果<sup>9)</sup>が認められているが、パッションフルーツ果汁においてもラットの成長促進およびカルシウム、リン、窒素の見かけの体内保留量を増加させることが報告されている<sup>7)</sup>。他方、タンパク質を酵素処理して動物に投与すると発育がよいという報告がある<sup>8)</sup>。著者ら<sup>2)</sup>は先に本果汁中に最適 pH が2.3と5.7の2種のタンパク分解酵素を見出したので、ラットの成長促進に対するパッションフルーツ果汁とこれらの酵素の効果およびアセトン粉末調製前の貯蔵法の違いによるタンパク分解酵素の活性保持について研究を行った。

#### 材 料 と 方 法

##### 1. 供試材料

(1) パッションフルーツ (*Passiflora edulis* Sims) 果汁は鹿児島県指宿産の紫色系果実を用い、手動式ジューサーで搾汁後遠沈(3,000rpm, 10分)し、パルプとデンプンを除去した上澄液を用いた。(2) さらに実験 I では5分間、実験 II では10分間100°Cで加熱処理してプロテアーゼなどの酵素を失活させた。(3) パッションフルーツ果汁から常法によってアセトン粉末を作り、その0.5gを0.02Mクエン酸緩衝液(pH 6.0)250mlで抽出して酵素液を調製し、これにクエン酸を添加してパッションフルーツ果汁のpHに近づけた。また対照区には水のみを用い、それぞれ-20°Cに凍結保存し、投与直前に解凍した。

材料の糖含量はフェノール硫酸法<sup>1)</sup>によって測定した。プロテアーゼ活性は1.2%カゼイン基質(5ml)に1mlの果汁を加え、37°Cに1時間反応させたのち、0.4Mトリクロル酢酸5mlを加えて沈でんさせ、ろ液を紫外吸収(280nm)で測定した。酵素活性1単位(U)は果汁1ml中の酵素が1分間にカゼイン基質を分解して生成したチロシン量(1μmole)で表した。

また新鮮果実の凍結保存の方法を検討するため、全果、剥皮果肉(種子を含む)、果汁に分けて150日間-20°Cに保ったのち、果汁のタンパク分解酵素活性を測定した。

##### 2. 動物実験

実験 I では鹿児島大学医学部動物実験施設から生後3週目のウイスター系ラットの雄(40~50g)を購入し、2日間予備飼育後、各区4匹ずつ、3区に分けた。給与飼料にはラット飼育用固型飼料(オリエンタル酵母KK製、タイプMF)を用いた。飼料および水は自由摂取させた。室温は18~24°Cに調節した。

実験 II では43~63gのラットを1区6匹ずつ、4区に分け、ラット飼育用粉末飼料(タイプM粉末)で2日間予備飼育後実験を開始した。

強制投与試験はラット1匹当たりの果汁量を成長に伴い10日間ごとに増し、0.5ml, 1.0ml, 1.5mlずつ用いた。毎日16時にカテーテルで直接胃袋に注入し、1日おきに体重と飼料摂取量とを記録した。実験 I では30日後、実験 II では35日後にエーテル麻酔し、体長と肝臓重とを計測し、胃を切開して胃壁の異常の有無を肉眼で観察した。

#### 結果および考察

パッションフルーツ果汁のプロテアーゼ活性はカゼイン基質でpH 2.3と5.7に最適pHを有する2種が

存在し、pH 2~4 で安定である。新鮮果汁において酸性プロテアーゼ活性が強いが、加熱処理 (100°C, 5分) により活性が低下し、100°C, 10分間処理では残存活性が認められなかった (Table 1)。

これらの飲料を毎日強制投与しながら30日間または35日間飼育した結果を Table 2 に示した。その結果は新鮮パッションフルーツ果汁がラットの成長を促進し、水のみ对照区に比べ、体重の増加は10%の危険率で差を生じた。実験 II では酵素液だけの区の方が新鮮果汁区よりわずかに体重増加が大きかった。加熱処理パッションフルーツ果汁は水のみ对照区とほとんど変らなかった。

体長は对照区のものが最も短く、新鮮パッションフルーツ果汁区と酵素液区が長い傾向にあった。

肝臓は新鮮パッションフルーツ果汁区が最も大きく、对照区が最も小さかった。実験 I では危険率 5%以下で有意差を示した。胃壁の検査の結果、すべてのラットの胃壁には異常が認められず、果汁中の酸性プロテアーゼによる胃壁への影響および酸による影響もないものと考えられる。

一方、飼料の摂取量からみると実験 I では新鮮果汁区、実験 II では酵素液区が最も多く、对照区が最も少なかった。しかしながら、飼料効率も両実験とも新鮮パッションフルーツ果汁区が最も多く、有効に飼料が利用される傾向を示した。加熱処理パッションフルーツ果汁区は水だけの区と大差が認められなかった。

以上の実験結果は Pruthi ら<sup>7)</sup> が果汁、シラップ、スカッシュを野菜の少ない米主体の飼料に補足してラットの成育試験を行い、パッションフルーツ果汁の添加飼料が最大の成長を示すことを認めた結果と一致した。このように実験 I からラット 1 匹当たりの飼料摂取量 (431~446g) に対する投与果汁量 30ml は 7% に相当し、しかも果汁中のタンパク質含量は全体の約 0.3% にすぎない。また予備実験で水にショ糖とクエン酸を加えてパッションフルーツ果汁と同じ濃度にした区を設けた結果は水だけの区とほとんど変らなかったことから、果汁中の糖質による影響も少ないものと思われる。しかしながら、パッションフルーツ果汁がラットの成長を促進する傾向にあり、加熱処理果汁にはその効果が少ないことは興味深い。

Table 1. Composition and protease activity of passion fruit juice and enzyme solution

Exp. No.	Juices	Brix	Sugar (%)	pH	Titratable acidity (%)	Protease activity (mU*)	
						pH 2.3	pH 5.7
I	Fresh juice	16.5	13.2	3.20	1.95	31	21
	Heat-treated juice	16.5	13.8	3.20	1.95	4	4
II	Fresh juice	14.0	13.0	3.40	1.84	35	16
	Heat-treated juice	13.9	12.5	3.42	1.85	0	0
	Enzyme solution	1.4	0.5	3.54	0.90	16	7

\* U:  $\mu$  equivalent of tyrosine/min/ml of juice, at 37°C using casein as substrate.

Table 2. Effect of juices on the growth rate of rats and feed efficiency

Exp. No.	Group	Body weight (g)			Body length (cm)	Liver weight (g)	Feed intake (g/day)	Feed* <sup>1</sup> efficiency (%)
		Initial	Final	Gain				
I	A Water	57.4±0.2* <sup>2</sup>	264.4±9.2	207.0±9.0	36.0±0.5	11.9±0.5 <sup>a</sup>	15.9±1.8	43.3±1.9
	B Fresh juice	56.7±4.6	287.8±4.6	231.1±0.2	36.8±0.8	14.4±0.7 <sup>b</sup>	17.0±1.0	45.4±0.1
	C Heat-treated juice	58.9±0.7	267.8±6.5	208.9±7.2	36.5±0.2	12.3±0.1 <sup>a</sup>	16.0±1.5	43.7±1.5
II	D Water	56.9±7.2	264.4±19.8	207.4±15.5	37.4±0.7	10.3±0.7	16.0±1.3	37.0±2.5
	E Fresh juice	55.7±3.8	280.7±11.1	225.0±13.0	38.2±0.4	10.8±1.0	16.4±1.6	38.2±1.5
	F Heat-treated juice	55.9±4.0	269.6±28.0	213.7±24.9	37.4±1.1	10.5±2.2	16.9±1.0	37.2±1.9
	G Enzyme solution	56.0±6.3	282.4±23.7	226.3±20.4	38.3±0.4	10.6±0.8	17.1±1.4	37.8±0.9

\*<sup>1</sup> g of body weight gain/g of feed intake.

\*<sup>2</sup> Mean±S. D. (Exp. I for 4 rats, Exp. II for 6 rats).

Means with different superscripts are significantly different from each other (P<0.05).

Table 3. Proteolytic activities after 150 days freezing

Frozen materials	Juice content per 2 kg fresh fruits (ml)	Specific activity (mU*)		Total activity (U*)	
		PFP-I	PFP-II	PFP-I	PFP-II
—	711	12.9	12.8	42	48
Whole fruit	773	12.4	6.5	43	26
Flesh and seeds	740	7.0	6.0	28	24
Juice	718	11.6	10.5	44	40

\* U:  $\mu$  mole of tyrosine/min/mg protein. Protein content: 1.06 mg/ml juice.

新鮮果汁中のプロテアーゼまたはアミラーゼなどの酵素による飼料の分解促進効果が考えられるので、実験 II ではパッションフルーツ果汁からアセトン粉末を調製し、それから作った酵素液を投与した区が新鮮パッションフルーツ果汁区以上の成長促進を示す傾向が得られた。パッションフルーツ果汁にはプロテアーゼ以外にアミラーゼ活性（未発表）も認められ、また食欲促進効果なども考えられる。しかし、タンパク質をプロテアーゼ処理することによってアミノ酸の利用がよくなること<sup>8)</sup> から、新鮮パッションフルーツ果汁中に存在する酸性プロテアーゼなどの酵素によってラットの成長が促進されることが推察されるが、詳細については研究中である。

さらに酵素活性保存の点からアセトン粉末調製前のパッションフルーツの凍結貯蔵法を検討したのが Table 3 である。搾汁したものを凍結した区が最も活性があり、剥皮したままの種子を含んだ状態で凍結したものは酵素活性が低下することが認められた。したがって搾汁処理まで行って凍結する方法が最良であると考えられる。

### 要 約

2 種のプロテアーゼを含む新鮮パッションフルーツ果汁がラットの成長に及ぼす影響を検討した。ラットに新鮮パッションフルーツ果汁、加熱処理パッションフルーツ果汁、新鮮パッションフルーツ果汁から調製した酵素液および水を投与し、30日または35日間飼育した。その結果、加熱処理区は対照区と差がなかったが、新鮮パッションフルーツ果汁およびパッションフルーツ果汁の酵素液はラットの成長を促進する傾向を示した。また体長および肝臓重も同じ傾向を示し、飼料効率は新鮮パッションフルーツ果汁区が最も高いことが認められ、これは果汁中の酸性プロテアーゼによ

るものと推察される。しかも胃壁の障害は観察されなかった。またパッションフルーツの酵素活性は全果または果汁の状態で凍結貯蔵することにより、よく保持された。

謝辞 本実験を行うにあたり有益な御助言を頂いた本学農学部富田裕一郎教授に謝意を表する。

### 文 献

- 1) Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A. and Smith, F.: Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, **28**, 350-356 (1956)
- 2) 橋永文男・澤 大作・伊藤三郎: パッションフルーツ (*Passiflora edulis* Sims) 果汁中のプロテアーゼ. *園学雑*, **47**, 282-288 (1978)
- 3) 門田利作・中村武彦: 果物時計草 (*Passiflora edulis* Sims) に関する食品化学的研究 (第 1 報) 果汁中の一般成分および揮発性物質について. *日食工誌*, **19**, 567-572 (1972)
- 4) Mallon, M. G. and Rosenblatt, R. S.: Effect of fresh grapefruit juice and commercially canned tomato juice on Ca retention. *J. Am. Diet. Assoc.*, **22**, 673-676 (1946)
- 5) Parliment, T. H.: Some volatile constituents of passion fruit. *J. Agric. Food Chem.*, **20**, 1043-1045 (1972)
- 6) Pruthi, J. S.: Physiology, chemistry and technology of passion fruit. *Adv. Food Res.*, **12**, 203-282 (1963)
- 7) Pruthi, J. S., Lal, G., Swaminathan, M. and Subrahmanyam, V.: Effect of supplementation of poor vegetarian rice diet with passion fruit juice and squash on the growth rate, calcium, phosphorus and nitrogen metabolism in albino rats. *Ann. Biochem. and Exp. Med.*, **18**, 107-112 (1958)
- 8) 外川嘉子: 酵素処理たん白質の栄養に関する研究 (3 報). *栄養と食糧*, **26**, 413-419 (1973)
- 9) 竹久文之・鈴木 徹・木村修一: マウスにおける食餌性繊維の種類と滞腸時間. *栄養と食糧*, **33**, 27-33 (1980)

### Summary

The effects of fresh passion fruit juice containing two kinds of protease on the growth rate, feed intake and the walls of the stomach of rats were studied. Rats were dosed with fresh purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) juice, heat-treated passion fruit juice, the enzyme solution prepared from the juice and water, respectively.

As the result of dosing with these three kinds of juice for one month or the period of 35 days, the addition of the fresh passion fruit juice was noted to have the most beneficial effect on the growth rate, liver weight, body length and feed efficiency in comparison with the effects of other groups. The enzyme solution also showed the effect similar to the one in case of the fresh passion fruit juice. These results were estimated to be owing to the acid protease in fresh passion fruit juice. Besides it was ascertained that no abnormal symptoms were induced in the walls of the stomach by the acid protease in the fresh passion fruit juice. For the preservation of proteolytic enzyme in passion fruit juice it was ascertained to be the most effective to keep it in the state of frozen juice or frozen whole fruit.