

宮崎県産ニガウリのラット脂質代謝に及ぼす影響

著者	柚木崎 千鶴子, 青木 宏太, 本多 可奈, 高司 清香, 井野 寿俊, 赤木 功, 宍野 昌信, 福田 亘博
雑誌名	日本食品科学工学会誌
巻	55
号	7
ページ	323-329
発行年	2008-07-15
URL	http://hdl.handle.net/10458/3560

宮崎県産ニガウリのラット脂質代謝に及ぼす影響

柚木崎千鶴子, 青木宏太*, 本多可奈*, 高司清香*, 井野寿俊**,
赤木 功***, 窄野昌信*[§], 福田巨博*

宮崎県食品開発センター

* 国立大学法人宮崎大学農学部

** 宮崎県総合農業試験場

*** 財団法人宮崎県産業支援財団

Novel Varieties of Bitter Melon (*Momordica charantia*)
in Miyazaki Reduced Rat Liver Lipids

Chizuko Yukizaki, Kota Aoki*, Kana Honda*, Sayaka Takaji*, Hisatoshi Ino**,
Isao Akagi***, Masanobu Sakono*[§] and Nobuhiro Fukuda*

Miyazaki Prefectural Food R & D Center, 16500-2 Higashikaminaka
Sadowara-cho, Miyazaki, Miyazaki 880-0303

* University of Miyazaki, 1-1 Gakuenkibanadai-nishi, Miyazaki, Miyazaki 889-2192

** Miyazaki Agricultural Experiment Station, 5805 Shimonaka, Sadowara-cho, Miyazaki, Miyazaki 880-0212

*** Miyazaki Prefectural Industrial Support Foundation, 16500-2 Higashikaminaka
Sadowara-cho, Miyazaki, Miyazaki 880-0303

In our previous study, we showed the presence of liver lipid-lowering activity in the rat by Miyazaki-koimidori (KM), a traditional variety of bitter melon (*Momordica charantia*). Here, we studied the effect of novel varieties of *M. charantia* and ethanol/water extracts on rat liver lipid levels. First, we found that the liver lipid-lowering activity of Sadowara-sangou (S3), a main variety of bitter melon in Miyazaki was comparable to that of KM. Next, the effect of ethanol/water (100 : 0, 80 : 20, 60 : 40) extracts of S3 on liver lipid reduction was examined, and we found that the 60% ethanol extract was the most effective in lowering hepatic triglyceride levels. Finally, in addition to S3, 4 novel bitter melon cultivars (Miyazaki-N-ichigou, N1; Miyazaki-N-nigou, N2; Miyazaki-N-sangou, N3; Miyazaki-N-yongou, N4) were fed to rats and the serum and liver triglycerides were analyzed. Among the 5 varieties, N3 and N4 tended to exert the most potent hepatic triglyceride-lowering activity, suggesting a variety-dependent difference. In these experiments, diets containing either bitter melon or ethanol/water extract caused no adverse effects on food intake or growth of rats, and the effects on serum lipids were marginal.

The results of the present and previous studies clearly show that bitter melon exhibits a potent hepatic triglyceride-lowering activity. (Received Mar. 10, 2008; Accepted Apr. 22, 2008)

Keywords : bitter melon (*Momordica charantia*), triglyceride-lowering effect, rat

キーワード : ニガウリ, 脂質代謝, ラット

ニガウリ (*Momordica charantia*) はインド原産ウリ科のつる性植物で, 東南アジア, 中国, 日本で主に栽培されており, その果実や種子は, 血糖低下作用, 抗がん作用¹⁾²⁾, 抗 HIV 作用³⁾⁴⁾ あるいは抗炎症作用⁵⁾ を有することが報告されている。また, ニガウリは, 古来より東南アジア諸国において糖尿病治療食として用いられており⁶⁾⁷⁾, 血糖値に

焦点をあてた研究が行われてきた^{8)~10)}。

これらの作用に加えて Jayasooriya らは, ニガウリのラット肝臓トリグリセリド (TG) 濃度およびコレステロール (CHOL) 濃度低下作用を明らかにした¹¹⁾。また, Ahemed らは, ニガウリのストレプトゾトシン誘導 I 型糖尿病ラットにおける血漿脂質濃度低下作用を報告している¹²⁾。また, Chen らは, 高脂肪食摂取ラットにおいて, ニガウリ摂取が, 内臓脂肪量および血清レプチン濃度を低下させたと報告している¹³⁾。このように, ニガウリの生理活性として, 血糖低下作用に加えて脂質代謝調節作用についても注目されつつある。

〒880-0303 宮崎県宮崎市佐土原町東上那珂 16500-2

* 〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1

** 〒880-0212 宮崎県宮崎市佐土原町下那珂 5805

*** 〒880-0303 宮崎県宮崎市佐土原町東上那珂 16500-2

[§] 連絡先 (Corresponding author), sakono@cc.miyazaki-u.ac.jp



Fig. 1 Miyazaki-koimidori and newly produced varieties of bitter melon

Senanayake らは、宮崎県産のニガウリである「宮崎こいみどり」(KM) を用いて、ラットの血清および肝臓の脂質濃度に及ぼす影響を検討した。その結果、KM のメタノール抽出画分が濃度依存的にラット肝臓の TG 濃度を低下させることを明らかにした¹⁴⁾。しかし、昔ながらの円筒形で苦味の強い KM は市場性が低く、現在ではほとんど栽培されなくなった。

近年宮崎県では、ニガウリの生産量が年々伸びており、平成 17 年の生産量は 5588 t で沖縄県に次いで全国 2 位であるが、その中心を占めるのは、沖縄由来で紡錘形をした苦味の少ないゴーヤタイプである。本研究では、現在宮崎県の主要品種となっている「佐土原 3 号」(S3) を用いてラット脂質代謝に及ぼす影響を検討した(実験 1)。さらに食品に利用可能な有機溶媒であるエタノールを用いて分画を行い、抽出画分がラット肝臓脂質濃度に及ぼす影響について検討した(実験 2)。

また、宮崎県総合農業試験場では、消費者の多様なニーズに応えるために、平成 16 年に「宮崎 N1 号」(N1)、「宮崎 N2 号」(N2)、「宮崎 N3 号」(N3)、「宮崎 N4 号」(N4) の 4 品種を新規に育成した(Fig. 1)。N1 は、従来の佐土原 3 号と並ぶ主要品種として位置づけられ、露地栽培に向くように草勢が非常に強い。N2 は、通常の 1/2 の大きさで一度の食事で使い切れる大きさである。N3 は、美しい白色で彩色料理に向く。N4 は、イボがないので、収穫や輸送の際に傷みにくい。このような特徴を有する新品種についてラット肝臓脂質濃度に及ぼす影響を比較検討した(実験 3)。

実験方法

1. 材料

ニガウリは、平成 16~17 年に宮崎県総合農業試験場あるいは宮崎県内のは場で栽培されたものを使用した。いず

れも水洗後、胎座および種子を除去して果肉の凍結乾燥(FD)粉末を調製しラット摂食試験に供した。

2. 佐土原 3 号(S3)の分画方法

S3-FD 粉末 100 g に 10 倍量の各種濃度のエタノール溶液(100%, 80% および 60%)を加え 1 時間かくはん後、吸引ろ過を行った。この操作を 2 回行い、ろ液と残渣に分けた。このろ液を濃縮後、各エタノール抽出物(EF)を得た。S3-FD 粉末 100 g から、約 9 g の 100% EF、約 32 g の 80% EF、約 41 g の 60% EF をそれぞれ得た。

3. 実験動物および飼料

4 週齢の Sprague-Dawley (SD) 系雄ラットを九動株式会社(熊本)より購入した。市販粉末飼料 CE-2 (日本クレア株式会社)で予備飼育した後、AIN76 組成に準じて調製した飼料(Table 1)を与え、以下に示すような摂食試験を行った。飼育期間は 2 週間で、飼育室の温度は $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ に維持し、7 時から 19 時までを明期とした。飼料および水は自由に与えた。飼育終了後、断頭屠殺し、血清、肝臓、腎臓周辺脂肪および睾丸周辺脂肪を採取した。血清および肝臓は分析に供するまで -80°C で保存した。また、実験 2 および実験 3 では飼育終了前 2 日分の糞を採取し、凍結乾燥後、中性ステロールおよび胆汁酸の分析に供した。

(実験 1) S3 および KM 摂食試験

6 日間予備飼育した後、コントロール群、S3 群および KM 群の 3 群に分け、ニガウリ添加群にはそれぞれの品種の FD 粉末 3% を含むように調製した飼料を摂食させた。

(実験 2) S3-FD 粉末および S3-EF 摂食試験

8 日間予備飼育した後、コントロール群、S3-FD 群、100% EF 群、80% EF 群および 60% EF 群の 5 群に分けた。各抽出物の収率から、S3-FD3% に相当するレベルとなるように 100% EF 群には 0.3%、80% EF 群には 1%、60% EF 群には 1.2%、各種 EF をそれぞれ添加した飼料を摂食

Table 1 Composition of Diets (%)

	Control groups	Experimental groups					
		Exp. 1	Exp. 2			Exp. 3	
			KM, S3	S3	100% EF		80% EF
Casein	20	20	20	20	20	20	20
Corn oil	5	5	5	5	5	5	5
β -Cornstarch	15	15	15	15	15	15	15
Cellulose	5	5	5	5	5	5	5
DL-Methionine	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Mineral mix (AIN-76)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin mix (AIN-76)	1	1	1	1	1	1	1
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Test material	—	3	3	0.3	1	1.2	3
Sucrose	to 100	to 100	to 100	to 100	to 100	to 100	to 100

KM, koimidori freeze dried powder ; S3, Sadowara-sangou freeze dried powder ; EF, Ethanol fraction of bitter melon Sadowara-sangou variety ; N1, Miyazaki-N-ichigou freeze dried powder ; N2, Miyazaki-N-nigou freeze dried powder ; N3, Miyazaki-N-sangou freeze dried powder ; N4, Miyazaki-N-yongou freeze dried powder.

させた。

(実験3) 新規育成品種摂食試験

1週間予備飼育した後、コントロール群、S3群、N1群、N2群、N3群およびN4群の6群に分けた。ニガウリ添加群にはそれぞれの品種のFD粉末3%を含むように調製した飼料を摂食させた。

全ての動物実験は、宮崎大学動物実験規則に基づき、「実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準（平成18年環境省告示第88号）」を遵守して行った。

4. 肝臓および血清の脂質分析

肝臓および血清の脂質は、Folchらの方法¹⁵⁾に準じて抽出、濃縮した後、一定量のヘキサランに溶解した。この脂質抽出液について、TG濃度はFletcher法¹⁶⁾、コレステロール(CHOL)濃度はSperry&Webb法¹⁷⁾、リン脂質(PL)濃度はRouser法¹⁸⁾によりそれぞれ定量した。

5. 糞中の中性ステロイドおよび胆汁酸の分析

糞は、凍結乾燥後重量を測定し、粉砕した。その一定量をエタノールを用いてホモジナイズし、75°C、60分間の条件で熱エタノール抽出を行い、定量用サンプルを調製した。胆汁酸は、Eatonらの方法¹⁹⁾で、コール酸ナトリウムを標準品として3 α -Hydroxysteroid dehydrogenaseを用い、酵素比色法により測定した。

中性ステロイドは5 α -コレスタンを内部標準として、Grundyらの方法²⁰⁾を用いて測定した。装置は、島津GC-14A(検出器:FID)、カラムは、DB-1701 Capillary Column(15m \times 0.25mm \times 0.15 μ m film thickness)を使用し、カラム温度260°C、検出器温度300°Cでガスクロマトグラフ分析を行った。

6. 統計処理

結果は、平均値 \pm 標準誤差で表した。統計処理はTukey-kramerによる多重比較で、 $p < 0.05$ で有意差ありと判定

した。

実験結果

1. 成長パラメーターおよび各臓器重量

Table 2に示すように、いずれの実験においてもラットの体重増加量、摂食量および脂肪組織重量に及ぼすニガウリ粉末および各種濃度のエタノール抽出物による影響は観察されなかった。実験1においては、コントロール群に比べKM群およびS3群において肝臓重量が有意に低下したが、実験2および実験3では、肝臓重量に各群間で有意差は観察されなかった。

2. 血清脂質濃度

血清脂質濃度をTable 3に示した。実験1では、TG、CHOLおよびPL濃度には、各群間で明確な差異は観察されなかった。実験2では、TGおよびCHOL濃度には、各群間で明確な差異は観察されなかったが、PL濃度は、コントロール群に対しS3群で有意に低下した。一方、実験3において、TG濃度はN3群がその他の群に対して低下する傾向を示した。CHOL濃度はコントロール群に対し、S3、N2、およびN3群で有意に低下した。PL濃度には、各群間で明確な差異は観察されなかった。

3. 肝臓脂質濃度

肝臓脂質濃度をTable 4に示した。実験1において、TG濃度およびCHOL濃度はコントロール群に対し、S3群およびKM群で有意に低下した。実験2において、TG濃度はコントロール群に対し、100% EF群においては、低下が観察されなかったが、S3群、80% EF群および60% EF群で有意に低下した。なお、各エタノール抽出群のうち60% EF群が最も低い値を示した。CHOL濃度は、コントロール群に対し、60% EF群で有意に低下し、S3群、100% EF群および80% EF群で低下する傾向を示した。PL濃

Table 2 Growth Parameters in SD Rats

	Body weight		Food intake (g/day)	Liver weight (g/100 g BW)	Adipose tissue weight	
	Initial (g)	Final (g)			Retroperitoneal (g/100 g BW)	Epididymal (g/100 g BW)
Exp. 1						
Control	154± 4	279±6	24.1±0.6	6.27±0.27 ^a	1.61±0.14	1.23±0.05
KM	153± 3	269±8	23.3±0.6	5.54±0.12 ^b	1.58±0.14	1.26±0.08
S3	154±32	284±9	24.2±1.0	5.41±0.08 ^b	1.58±0.18	1.24±0.14
Exp. 2						
Control	166± 3	279±4	23.0±0.4	5.53±0.09	1.12±0.08	1.03±0.07
S3	166± 3	276±8	23.0±0.7	5.36±0.19	1.01±0.10	0.94±0.07
100% EF	164± 2	279±7	23.7±0.8	5.50±0.21	1.19±0.22	1.05±0.04
80% EF	165± 3	285±6	24.3±0.6	5.55±0.13	1.32±0.10	1.08±0.07
60% EF	162± 2	270±6	22.4±0.6	5.23±0.23	1.05±0.11	0.89±0.06
Exp. 3						
Control	157± 3	276±9	23.2±1.5	5.92±0.40	1.30±0.16	1.19±0.07
S3	157± 3	271±7	22.2±0.6	5.83±0.12	1.31±0.09	1.17±0.05
N1	157± 3	271±7	22.2±0.8	5.45±0.30	1.36±0.07	1.15±0.09
N2	157± 3	272±6	23.5±1.1	5.57±0.22	1.44±0.15	1.13±0.08
N3	158± 2	265±9	21.9±1.1	5.33±0.08	1.04±0.07	0.97±0.05
N4	158± 2	264±9	21.7±1.0	5.27±0.15	1.13±0.08	1.08±0.06

Values are Means±SE of 5-7 rats.

Within a column in each experiment, means not sharing a common superscript letter are significantly different at $p < 0.05$.

BW, Body weight; KM, koimidori freeze dried powder; S3, Sadowara-sangou freeze dried powder; EF, Ethanol fraction of bitter melon Sadowara-sangou variety; N1, Miyazaki-N-ichigou freeze dried powder; N2, Miyazaki-N-nigou freeze dried powder; N3, Miyazaki-N-sangou freeze dried powder; N4, Miyazaki-N-yongou freeze dried powder.

度には各群間で明確な差異は観察されなかった。一方、実験3において、TG濃度はコントロール群に対し、S3, N1, N3およびN4群で有意に低下し、N2群で低下する傾向を示した。CHOL濃度は、コントロール群に対し各ニガウリ品種群で有意に低下した。PL濃度には明確な差異は観察されなかった。

4. 糞中へのステロイドおよび粗脂肪排泄量

Table 5に実験2および実験3の飼育終了前2日分の糞重量、糞中へのステロイドおよび粗脂肪排泄量を示した。糞重量、糞中へのステロイドおよび粗脂肪排泄量には各群間で明確な差異は観察されなかった。

考 察

実験1で、宮崎県の主要品種である「佐土原3号」(S3)が「宮崎こいみどり」(KM)と同様にラット肝臓脂質低下作用を有することが明らかとなった。次いで、実験2では、S3から有効成分を抽出することを目的として、100, 80および60%エタノール溶液を用いて抽出物を調製し、ラット血清および肝臓脂質濃度に及ぼす影響を検討した。その結果、80%および60%EFはラットの肝臓TGを有意に低下させたが、100%EF添加による肝臓TG濃度の低下は観察されなかった。また、60%EFはラットの肝臓CHOL

濃度を有意に低下させた。Senanayakeらは、ニガウリ凍結乾燥粉末からヘキサソール、アセトンおよびメタノール抽出物を調製し、ラット血清および肝臓脂質濃度に及ぼす影響を検討している¹⁴⁾。その結果、メタノール抽出画分が最も強く肝臓TGおよびCHOL濃度を低下させることを明らかにした。本実験では、食品として利用可能なエタノールを用いて、有効成分の抽出法を検討した。その結果、60%EFが最も強い肝臓脂質濃度低下作用を有し、60%エタノール溶液で抽出することで最も効率的にS3の脂質濃度低下作用物質を抽出できることが示唆された。

一方、宮崎県では、様々な市場ニーズに応えるため、平成16年に4種類の新品種(N1~N4)を育成した。味、色および形がそれぞれ異なるN1, N2, N3およびN4を用いてS3と同様に肝臓脂質濃度低下作用を有するか検討した。実験3では、N1, N3およびN4がS3と同様に、ラットの肝臓TGおよびCHOL濃度を有意に低下させた。また、N3およびN4はS3よりも肝臓脂質濃度を低下させる傾向が観察された。

肝臓TG濃度低下の要因には、一般的に、肝臓におけるTG合成の抑制、脂肪酸の酸化系への代謝亢進、糞中への粗脂肪の排泄増加などが考えられる。実験2および実験3において、糞中への粗脂肪排泄量には各群間で明確な差異

Table 3 The Concentration of Serum Lipids

	Triglyceride	Cholesterol (mg/dl)	Phospholipid
Exp. 1			
Control	203±10	110±7	217±18
KM	256±11	105±6	232±11
S3	230±14	108±7	247±15
Exp. 2			
Control	473±55	140±12	202±22 ^a
S3	315±45	115±10	120±19 ^b
100% EF	390±67	123±11	169±23 ^{ab}
80% EF	386±81	122±10	194±17 ^{ab}
60% EF	292±54	120±7	170±15 ^{ab}
Exp. 2			
Control	339±35	140±7 ^a	247±13
S3	431±69	103±10 ^b	227±12
N1	374±32	109±8 ^{ab}	221±13
N2	381±87	102±5 ^b	221±9
N3	230±34	96±6 ^b	231±14
N4	337±62	127±8 ^{ab}	215±6

Values are Means±SE of 5-7 rats.

Within a column in each experiment, means not sharing a common superscript letter are significantly different at $p < 0.05$.

KM, koimidori freeze dried powder ; S3, Sadowara-sangou freeze dried powder ; EF, Ethanol fraction of bitter melon Sadowara-sangou variety ; N1, Miyazaki-N-ichigou freeze dried powder ; N2, Miyazaki-N-nigou freeze dried powder ; N3, Miyazaki-N-sangou freeze dried powder ; N4, Miyazaki-N-yongou freeze dried powder.

Table 4 The Concentration of Liver Lipids

	Triglyceride	Cholesterol (mg/g liver)	Phospholipid
Expt. 1			
Control	92.8±15.6 ^a	4.16±0.35 ^a	26.0±1.8
KM	28.5±5.4 ^b	2.43±0.11 ^b	26.7±0.9
S3	33.1±6.2 ^b	2.25±0.08 ^b	26.4±0.8
Exp. 2			
Control	53.0±7.6 ^a	4.19±0.35 ^a	26.0±1.8
S3	27.8±3.0 ^{bc}	3.42±0.13 ^{ab}	26.7±0.9
100% EF	45.7±6.7 ^{ab}	3.69±0.22 ^{ab}	26.4±0.8
80% EF	27.7±2.2 ^{bc}	3.40±0.11 ^{ab}	28.3±1.2
60% EF	25.0±3.0 ^c	3.20±0.14 ^b	27.3±0.6
Exp. 3			
Control	80.2±10.0 ^a	4.45±0.44 ^a	16.9±0.8
S3	43.8±5.2 ^b	3.05±0.17 ^b	16.4±0.7
N1	38.5±9.2 ^b	3.15±0.16 ^b	16.7±0.3
N2	45.2±12.4 ^{ab}	3.28±0.14 ^b	16.7±0.9
N3	24.2±3.2 ^b	2.28±0.08 ^b	17.1±0.5
N4	26.7±2.5 ^b	2.99±0.04 ^b	17.4±0.5

Values are Means±SE of 5-7 rats.

Within a column in each experiment, means not sharing a common superscript letter are significantly different at $p < 0.05$.

KM, koimidori freeze dried powder ; S3, Sadowara-sangou freeze dried powder ; EF, Ethanol fraction of bitter melon Sadowara-sangou variety ; N1, Miyazaki-N-ichigou freeze dried powder ; N2, Miyazaki-N-nigou freeze dried powder ; N3, Miyazaki-N-sangou freeze dried powder ; N4, Miyazaki-N-yongou freeze dried powder.

Table 5 The Excretion of Neutral Steroid, Bile acid and Crude fat into Feces

	Dry feces weight (g/2 days)	Neutral steroids			Bile acids (mg/2 days)	Crude fat (mg/2 days)
		Total	Cholesterol (mg/2 days)	Coprostanol		
Exp. 2						
Control	3.32±0.14	12.4±0.6	5.45±0.89	6.93±1.28	4.30±1.14	274±21
S3	3.60±0.27	13.3±1.3	7.58±1.52	5.71±1.44	5.91±0.62	260±26
100% EF	3.26±0.35	12.1±1.4	4.41±0.50	7.67±1.03	3.19±1.00	264±37
80% EF	3.31±0.32	11.5±2.2	4.67±1.08	6.78±1.14	4.62±0.61	307±40
30% EF	3.50±0.12	12.4±0.9	4.12±0.46	8.29±0.95	3.40±0.41	406±26
Exp. 3						
Control	3.11±0.51	11.9±1.8	4.82±0.97	6.77±1.12	2.83±0.78	244±41
S3	3.11±0.33	10.7±1.3	4.47±0.55	6.18±0.83	3.94±0.70	225±17
N1	3.60±0.38	9.65±1.55	5.77±0.85	3.89±1.27	5.14±1.16	201±30
N2	3.42±0.31	10.4±1.2	5.44±1.03	5.59±1.40	3.11±0.66	184±16
N3	3.56±0.17	10.8±1.1	5.57±1.03	5.26±1.08	3.81±0.98	261±34
N4	3.41±0.24	12.0±1.6	5.94±0.76	6.07±1.41	2.03±0.77	269±27

Values are Means±SE of 5-7 rats.

Within a column in each experiment, means not sharing a common superscript letter are significantly different at $p < 0.05$.

S3, Sadowara-sangou freeze dried powder ; EF, Ethanol fraction of bitter melon Sadowara-sangou variety ; N1, Miyazaki-N-ichigou freeze dried powder ; N2, Miyazaki-N-nigou freeze dried powder ; N3, Miyazaki-N-sangou freeze dried powder ; N4, Miyazaki-N-yongou freeze dried powder.

がみられなかったことから、ニガウリによる肝臓 TG 濃度低下メカニズムには、糞中への粗脂肪排泄促進以外の要因が示唆された。

また、肝臓 CHOL 濃度の低下に関しては、サポニンや植物ステロールが小腸でコレステロールの吸収を阻害するという報告がある²¹⁾²²⁾。これらの成分は、ニガウリにも含まれている²³⁾が、今回の実験においては、糞中への中性ステロイドの排出量が増加していないことから、肝臓における CHOL 生合成の抑制などの要因が考えられた。

ニガウリによる脂質代謝調節に関連して、Chao らは、H4IIEC3 細胞を用いた *in vitro* 実験で、ニガウリの酢酸エチル画分が Peroxisomal proliferator activated receptor α を介して、Acyl coA oxidase mRNA の発現を増加させたことを報告している²⁴⁾。また、Nerurkar らは、HepG2 細胞を用いた実験で、ニガウリ果汁上清の添加による Apolipo protein B および TG の分泌低下、Microsomal triglyceride transfer protein mRNA の発現低下、細胞内 TG の合成抑制を観察している²⁵⁾。これらの報告から、ニガウリの脂質代謝調節作用には、複数の調節因子が関与することが示唆された。今回の実験において、ニガウリは肝臓脂質濃度低下作用を有するものの、血清脂質濃度への影響は明確ではなかった。このことから、肝臓からの Very low density lipoprotein (VLDL) としての脂質分泌に及ぼすニガウリの影響は顕著ではないことが予想された。

ニガウリ摂食による肝臓脂質濃度低下作用メカニズムの解明のためには、さらなる検討が必要であると考えられた。

要 約

本研究において、宮崎県の主要品種である「佐土原 3 号」(S3) が「宮崎こいもどり」(KM) と同様にラット肝臓脂質低下作用を有することが明らかとなった。さらに S3 から有効成分を効率的に抽出するために、100, 80 および 60% エタノール溶液を用いて抽出物を調製し、ラット血清および肝臓脂質濃度に及ぼす影響を検討した。その結果、80% および 60% EF はラットの肝臓 TG 濃度を、60% EF はラットの肝臓 CHOL 濃度を有意に低下させた。

また、宮崎県で新規に育成された宮崎 N1 号、宮崎 N2 号、宮崎 N3 号および宮崎 N4 号の 4 品種 (N1, N2, N3, N4) を用いてラット血清および肝臓脂質濃度に及ぼす影響を S3 と比較検討した。その結果、N1, N3 および N4 は、ラットの肝臓 TG および CHOL 濃度を有意に低下させ、S3 同様に肝臓脂質濃度低下作用を有することが明らかとなった。加えて、N3 および N4 は S3 よりも肝臓 TG 濃度を低下させる傾向が観察された。

本研究は、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「健康志向に対応したニガウリの高品位加工技術の開発」により得られた研究成果であり、ご支援いただいた関係者

各位にお礼申し上げます。

文 献

- 1) 江藤公美, 岩下恵子, 武井利之, 八巻幸二, 篠原和毅, 小堀真珠子, ニガウリのアポトーシス誘導効果, 食科工, **49**, 250-256 (2002).
- 2) Yasui, Y., Hosokawa, M., Sahara, T., Suzuki, R., Ohgiya, S., Kohno, H., Takuji, T. and Miyashita, K., Bitter gourd seed fatty acid rich in 9c,11t,13t-conjugated linolenic acid induces apoptosis and up-regulates the GADD45, p53 and PPAR γ in human colon cancer Caco-2 cells. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, **73**, 113-119 (2005).
- 3) Bourinbaiar, A. and Lee-Hung, S., Potentiation of anti-HIV activity of anti-inflammatory drugs, dexamethasone and indomethacin, by MAP30, the antiviral agent from bitter melon. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **208**, 779-785 (1995).
- 4) Jiratchariyaku, W., Wiwat, C., Vongsakul, M., Somanabandhu, A., Leelamanit, W., Fujii, I., Suwannaroj, N. and Ebizuka, Y., HIV inhibitor from Thai bitter gourd. *Planta Med.*, **67**, 350-353 (2001).
- 5) 小堀真珠子, 雨宮潤子, 酒井美穂, 白木己歳, 杉下弘之, 坂上直子, 星 良和, 柚木崎千鶴子, ニガウリのがん細胞アポトーシス誘導効果および炎症性サイトカイン産生抑制効果, 食科工, **53**, 408-415 (2006).
- 6) Karunanayake, E.H., Welihinda, J., Sirimanne, S.R. and Sinnadorai, G., Oral hypoglycemic activity of some medicinal plants of Srilanka. *J. Ethnopharmacology*, **11**, 223-231 (1984).
- 7) Platel, K. and Srinivasan, K., Plant foods in the management of diabetes mellitus : Vegetables as potential hypoglycaemic agents. *Nahrung*, **41**, 68-74 (1997).
- 8) Shetty, A., Suresh, G. and Salimath, P., Bitter gourd (*Momordica charantia*) modulates activities of intestinal and renal disaccharidases in streptozotocin-induced diabetic rats. *Mol. Nutr. Food Res.*, **49**, 791-796 (2005).
- 9) Shetty, A., Suresh, G., Sambaiah, K. and Salimath, P., Effects of bitter gourd (*Momordica charantia*) on glycaemic status in streptozotocin induced diabetic rats. *Plant Foods for Human Nutrition*, **60**, 109-112 (2005).
- 10) Uebanso, T., Arai, H., Taketani, Y., Fukaya, M., Yamamoto, H., Mizuno, A., Uryu, K., Hada, T. and Takeda, E., Extracts of *Momordica charantia* suppress postprandial hyperglycemic in rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol*, **53**, 482-488 (2007).
- 11) Jayasooriya, A., Sakono, M., Yukizaki, C., Kawano, M., Yamamoto, K. and Fukuda, N., Effects of *Momordica charantia* powder on serum glucose levels and various lipid parameters in rats fed with cholesterol-free and cholesterol-enriched diets. *J. Ethnopharmacology*, **72**, 331-336 (2000).
- 12) Ahemed, I., Lakhani, M.S., Gillett, M., John, A. and Raza, H., Hypotriglyceride and hypocholesterolemic effects of anti-diabetic *Momordica charantia* (karela) fruit extract in streptozotocin-induced diabetic rats. *Diabetes Research and Clinical Practice*, **51**, 155-161 (2001).
- 13) Chen, Q., Chan, L.L.Y. and Li, E.T.S., Bitter melon (*Momordica charantia*) reduces adiposity, lowers serum insulin and normalizes glucose tolerance in rats fed a high fat diet. *J. Nutr.*, **133**, 1088-1093 (2003).
- 14) Senanayake, G.V.K., Maruyama, M., Shibuya, K., Saokono,

- M., Fukuda, N., Toshiro, M., Yukizaki, C., Mikio, K. and Ohta, H., The effects of bitter melon (*Momordica charantia*) on serum and liver triglyceride levels in rats. *J. Ethnopharmacology*, **91**, 257-262 (2004).
- 15) Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G.H., A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497-509 (1957).
- 16) Fletcher, M.J., A colorimetric method for estimation of serum triglyceride. *Clin. Chem. Acta.*, **22**, 393-397 (1968).
- 17) Sperry, W. and Webb, M., A revision of the schoenheimer-sperry method for cholesterol determination. *J. Biol. Chem.*, **187**, 97-103 (1950).
- 18) Rouser, G., Siakots, A.N. and Fleisher, S., Quantitative analysis of phospholipids by thinlayer chromatography and phosphorus analysis of spots. *Lipid*, **1**, 85-86 (1966).
- 19) Eaton, D.L. and Klaassen, C.D., Effects of Acute Administration of taurocholic and taurochenodeoxycholic acid on biliary lipid excretion in the rat. *Proceedings of the society for experimental biology and medicine*, **151**, 198-202 (1976).
- 20) Grundy, S.M., Ahrens, E.H.Jr. and Miettinen, T.A., Quantitative isolation and gas-liquid chromatographic analysis of total fecal bile acids. *J. Lipid Res.*, **6**, 397-410 (1965).
- 21) Morehouse, L.A., Bangerter, F-W., DeNino, M.P., Inskeep, P.B., McCartney, P.A., Pettini, J.L., Savoy, Y.E., Sigarman, E.D., Wilkins, R.W., Wilson, T.C., Woody, H.A., Zaccaro, L.M. and Chandler, C.E., Comparison of synthetic saponin cholesterol absorption inhibitors in rabbits : evidence for a non-stoichiometric, intestinal mechanism of action. *J. Lipid Res.*, **40**, 464-474 (1999).
- 22) Ikeda, I., Tanaka, K., Sugano, M., Vahouny, G.V. and Gallo, L.L., Inhibition of cholesterol absorption in rats by plant sterols. *J. Lipid Res.*, **29**, 1573-1582 (1988).
- 23) Raman, A. and Lau, C., Anti-diabetic properties and phytochemistry of *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae). *Phytomedicine*, **2**, 349-362 (1996).
- 24) Chao, C. and Hung, C., Bitter gourd (*Momordica charantia*) extract activates peroxisome proliferators-activated receptors and upregulates the expression of the acyl coA oxidase gene in H4IIEC3 hepatoma cells. *J. Biomed. Sci.*, **10**, 782-791 (2003).
- 25) Nerurkar, P.V., Pearson, L., Efrid, J.T., Adeli, K., Theriault, A.G. and Nerurkar, V.R., Microsomal triglyceride transfer protein gene expression and ApoB secretion are inhibited by bitter melon in HepG2 cells. *J. Nutr.*, **135**, 702-706 (2005).

(平成 20 年 3 月 10 日受付, 平成 20 年 4 月 22 日受理)