

研究ノート

兵庫県の伝統野菜である網干メロンの粉末が本態性高血圧自然発症ラットの 血圧に及ぼす影響

井上美保¹, 川田あゆみ¹, 渡辺敏郎^{1,*}, 小河拓也², 辻 啓介³¹ヤエガキ醗酵技研株式会社 (679-4298 姫路市林田町六九谷 681)²兵庫県立農林水産技術総合センター (669-5254 兵庫県朝来市和田山町安井 123)³畿央大学健康科学部 (635-0832 奈良県北葛城郡広陵町馬見中 4-2-2)

* 著者連絡先 E-mail:watnb-ts@yaegaki.co.jp

(受取日: 2008年6月25日, 受理日: 2008年7月30日)

要旨: 我々は網干メロン(*Cucumis melo* L. var. *makuwa Makino*)パウダー(AMP, Aboshi melon powder)の本態性高血圧自然発症ラット (SHR) における抗高血圧効果について調べた。AMP 摂取群の SHR では対照群と比較して 14-28 日目に有意な(P<0.05)血圧低下を示した。AMP は多量のカリウムを含んでおり, AMP 摂取群の SHR は高いナトリウム排泄率を示した。それは AMP の高いカリウム濃度のためナトリウムの排出を促進させ, 血圧が下がるものと思われた。対照群と比べて, AMP 摂取群の盲腸の酢酸, プロピオン酸, 酪酸の量は有意に増加した。盲腸のコハク酸, イソ酪酸濃度は, AMP 摂取群で低下した。

キーワード: 網干メロン, カリウム, 抗高血圧効果, 本態性高血圧自然発症ラット(SHR)

1. はじめに

平成 15 年厚生労働省の国民健康・栄養調査によると高血圧と推定される日本人は 4,000 万人を超え, 日本人の 3 人に 1 人が高血圧とされている¹⁾。高血圧の人の割合は, 年齢を重ねるごとに増え, 30 歳代で 10 人に 1 人, 40 歳代で 5 人に 1 人, 50 歳代で 3 人に 1 人, 60 歳以上で 2 人に 1 人が高血圧となっている。高血圧は自覚症状がないものの血圧の高い状態が続くと動脈硬化につながり, 狭心症や心筋梗塞等の心疾患, 脳出血や脳梗塞等の脳血管疾患, また腎臓病等の合併症を引き起こすことで死に至る危険性を秘めている。このように様々な疾病を引き起こす高血圧を予防し, 国民が健康長寿を実現するため

には, 血圧を調節する働きのある食品を日常の食生活に取り入れることが必要となる。

網干メロン (*Cucumis melo* L. var. *makuwa Makino*) は, 兵庫県姫路市で栽培されているマクワウリの一様である²⁾。果実の形状は長い繭状で外観は淡緑色, 香気高く, ほのかな甘みがある。昭和初期にはお盆の供え物に利用されていたが, 現在でも姫路市では地場伝統野菜として市場出荷されている。収穫時期は 6 月下旬から 8 月上旬にピークを迎えるが, 日持ちが悪いので量産できない。

五訂増補日本食品標準成分表では, 生メロンにはカリウムが 350mg/100g 含まれる³⁾とされており, また血圧上昇抑制効果がある γ-アミノ酪酸(GABA)を含むことも報告され

ている⁴⁾。そこで、本研究では網干メロンを粉末化し、それを摂取させた本態性高血圧自然発症ラット(SHR)の血圧値の変動を調べ、網干メロンの粉末が高血圧の予防・改善に寄与するかどうか検討した。

2. 実験方法

(1) 網干メロンパウダーの調製

網干メロンは兵庫県西農業共同組合より入手した。皮と種の部分を取り除き可食部のみを凍結乾燥(トラップ温度 -50°C 、真空度 0.1Pa)した。その後、粉砕機にて粉末状にし、網干メロンパウダー(AMP, Aboshi Melon Powder)を得た。

(2) 成分分析

AMPの成分分析(糖質, 蛋白質, 脂肪, 食物繊維, 灰分, 水分)は(財)日本食品分析センターの方法に準じて測定した。またAMPに含まれるナトリウムおよびカリウム量は原子吸光法(SHIMADZU: AA-6200)により定量した。AMPの遊離アミノ酸の測定は次のようにおこなった。すなわち, AMPを水で200~400倍に希釈し, それを $0.45\mu\text{m}$ 孔のメンブランフィルター(Advantec, Dismic-13cp)に通した後, オルトフタルアルデヒド(OPA)ポストカラム誘導体化液体クロマトグラフ法(OPA-HPLC, SHIMADZU: RF-535, カラム Shim-pack Amino-Na 100mm \times 6.0mm)にて遊離アミノ酸を測定した。

(3) 実験動物

実験動物は星野実験動物株式会社より購入した10週齢の雄性SHR/Hosを使用し, 収縮期血圧の平均値がほぼ一定となるように6匹ずつ2群に分けた。飼育および保管に関しては「動物の愛護および管理に関する法律」(昭

和48年法律第105号)および「実験動物の飼養および保管等に関する基準」(昭和55年総理府告示第6号)に沿っておこなった。またヤエガキグループの動物実験委員会指針に沿い, 常に新しい指針やガイドラインに遵守して実施した。飼料の基本組成はTable 1に示したように米国国立栄養研究所(AIN)の組成に基づき, 血圧を上昇させるために食塩を1%加えた。試験群には, AMPを5%添加し, ショ糖で100%になるよう調整した。また, 実験飼料の給餌期間以外は, 市販の固形飼料CE-2(日本クレア)を与えた。固形飼料で7日間飼育後, 試験飼料に切り替え28日間飼育した。飲料水は蒸留水を用いて飼料とともに自由摂取とした。飼育室は, 温度 $23\pm 1^{\circ}\text{C}$, 明暗周期12時間(7:00~19:00点灯)に

Table 1 Composition of tested diets

Constituents (%)	Control group	AMP group
Casein	22.0	22.0
Lard	10.0	10.0
Mineral mixture*	3.5	3.5
Vitamin mixture*	1.0	1.0
Choline bitartrate	0.2	0.2
Sodium chloride	1.0	1.0
Cellulose	3.0	3.0
AMP**	—	5.0
Saccharose	59.3	54.3

Ten-week-old SHR (12 male) divided into 2 groups.

* AIN-93TM mixture

**AMP: Aboshi Melon Powder

調整し, ステンレス製個別ケージで飼育した。

(4) 試験方法

血圧は飼育初日および7日間ごとに午前9:00より各群より1匹ずつ無作為に選び, 無加温型非観血式血圧計 Model MK-2000(室町機械)を用いて, 23°C 以上の室温で尾動脈圧の収縮期血圧を無麻酔下の間接(カフ)法により測定した。血液は血圧測定後, 毎回ただちに尾部より採血し, 血中脂質(総コレステロール(TC), 高密度リポ蛋白質コレステロール

(HDL-C), トリグリセリド(TG))は酵素法(第一化学薬品キット:コレステスト)により定量した。また試験最終日にはエーテル麻醉下で腹部大動脈より採血し, 各種臓器を摘出後, 重量を測定した。血中および肝臓中の脂質分析は酵素法で定量した。尿中のナトリウムおよびカリウム濃度は, EasyLyte Na/K ANALYZER (MEDICA) にて定量した。盲腸内容物の短鎖脂肪酸および有機酸は, HPLC (SHIMADZU, カラム Shim-pack SCR-102H) にて測定した。

(5) 統計処理

すべての測定値は, 平均値±標準誤差(SE)で示した。経時変化の有意差検定には, 市販の統計解析ソフトウェア「SPSS ver. 12.0J for Windows (エス・ピー・エス・エス)」を用いて *t* 検定をおこない, 有意水準を危険率5%以下とした。

3. 実験結果および考察

網干メロンの重量は 1 個あたり平均 347g であった。このうち可食部は 248g で廃棄率は 28.5%であった。2.5kg の網干メロンの可食部を凍結乾燥すると 250g の AMP が得られたことから 10 倍の濃縮物であることが確認された。AMP の成分分析結果を Table 2 に示したが, 約 70%が糖質で最も高く, 次いで食物繊維, 灰分の順に高かった。灰分の中ではカリウムの含有量が最も高く (3.92g/100g), これは五訂増補日本食品標準成分表にある生メロン (350mg/100g) のカリウム含有量と比べて約 10 倍高いが, AMP の濃縮倍率を考慮すると妥当な数値といえる。AMP に含まれる遊離総アミノ酸 (2.63g/100g)のうち, GABA が 566mg/100g を占めていた。梶本ら⁵⁾はヒトにおいて GABA を 1 日に 10~20mg 摂取することで血

Table 2 Component concentration in AMP

Contents (%)	AMP
Carbohydrate	69.9
Protein	5.84
Fat	1.01
Dietary fiber	9.16
Ash	7.35
Sodium	0.02
Potassium	3.92
Moisture	6.77
Free amino acids	2.63
GABA	0.57

Values are means (n=3)

圧が低下することを報告しており, これを AMP に換算すると 1 日 2~3g 摂取すればよいことになる。

そこで, SHR における AMP の血圧に及ぼす影響を調べた。試験期間中において, 飼料摂取量および体重増加量には群間で違いは見られなかった。試験期間中の 7 日ごとに測定した収縮期血圧の変動を Fig.1 に示した。対照群の血圧値は, 7 日目以降徐々に上昇し, 最終日には 198 ± 4 mmHg であったが, AMP を摂取させた群では 14 日目から有意な上昇抑制がみられ, 最終日の血圧値は 180 ± 6 mmHg であった ($P < 0.05$)。尿中へのナトリウム排泄を測定した結果を Fig.2 に示した。AMP を摂取させると, ナトリウムの排泄量およびカリウムの排泄量が有意に増加した ($P < 0.05$)。これは, AMP に多く含まれるカリウムがナトリウムポンプの働きを促し, 細胞内のナトリウムを排出させているためであると考えられた⁶⁾。ヒトにおいても野菜や果物の摂取量を増やすことでカリウムの摂取量が増え, 収縮期および拡張期血圧値が低下することが報告^{7,8)}されている。本研究における SHR (AMP 摂取群) の飼料摂取量は 19.7 ± 0.4 g/day であり, 1 日あたりのカリウム摂

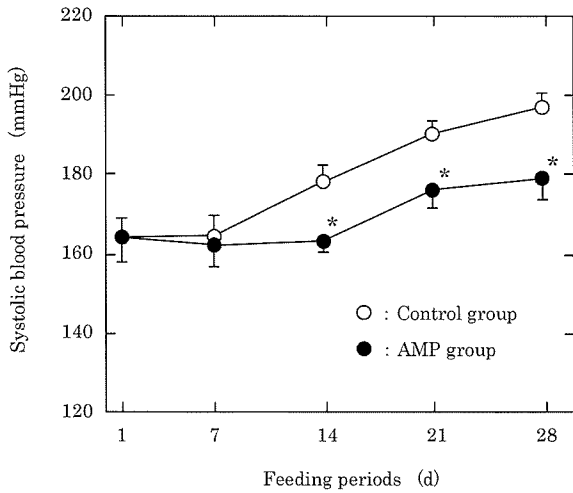


Fig.1 Changes of systolic blood pressure in SHR fed on 1% NaCl diets supplemented with AMP

Results are expressed as mean ± SE (n=6). *P<0.05 vs control group.

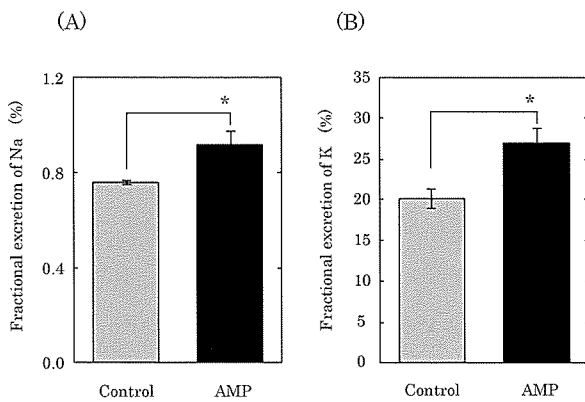


Fig.2 Analytical results of fractional excretion of Na (A) and K (B) in SHR fed on 1% NaCl diets supplemented with AMP

Results are expressed as mean ± SE (n=6). *P<0.05 vs control group.

取量は AMP 由来のカリウムだけで約 39mg 付加できたことになる。AMP を摂取することでカリウムの排泄率が増え、同時にそのカリウムがナトリウムの排泄も促し、血圧の調節効果に寄与したことが示唆された。また林ら⁹⁾は、ハヤトウリから降圧作用を示すアンジオテンシン変換酵素阻害物質であるニコチアミンを単離精製している。AMP はハヤ

トウリと同じウリ科であることからニコチアミンが存在することで血圧上昇抑制を示したことも推測された。

次に、解剖時の血中脂質レベルを調べたところ、対照群と比べて AMP 群は TC 値に変化は認められなかったが、HDL-C 値の有意な増加が確認された (P<0.01)。また TG 値は AMP を摂取することで低下する傾向がみられ、これは肝臓中の TG 値でも同様の傾向を示した (Fig.3, Fig.4)。TG 値は飼料摂取量の違いが結果に反映するが、試験期間中における対照群の飼料摂取量は 19.5 ± 0.3g/day であり、AMP 摂取群と比べても差は認められなかった。野菜や果物を摂取すると HDL-C 値を上昇させる効果があることは多数報告¹⁰⁻¹²⁾されている。本研究においても AMP の摂取で血中および肝臓脂質レベルの改善がみられ、AMP には動脈硬化の予防につながる可能性があると考えられた。

盲腸内容物中の短鎖脂肪酸および有機酸を測定することで AMP が腸内環境に与える影響について調べた。その結果、Table 3 に示したように AMP を摂取するとコハク酸やイ

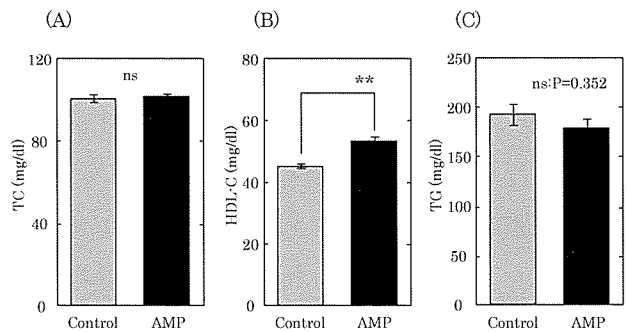


Fig.3 Serum lipid concentrations in SHR fed on 1% NaCl diets supplemented with AMP for 28 days

(A) Total cholesterol level
(B) HDL-cholesterol level
(C) Triglyceride level

Results are expressed as mean ± SE (n=6). **P<0.01 vs control group.

ソ酪酸が有意に減少した（コハク酸, $P<0.05$; イソ酪酸, $P<0.01$ ）。また酢酸やプロピオン酸, 酪酸が有意に増加しており（酢酸, $P<0.05$; プロピオン酸, $P<0.01$; 酪酸, $P<0.05$), 乳酸は増加傾向にあった。これらの結果から AMP の摂取により腸内でビフィズス菌や乳酸菌群が増殖した可能性が示唆された。乳酸菌は自律神経を介して血圧調節に与える効果があることが報告¹³⁾ されていることから, 腸内環境が改善されることで血圧を低下させたことも要因の一つと推測された。

以上の結果から, AMP には血圧上昇抑制効果と脂質代謝改善効果のあることが確認され, 特に血圧上昇抑制効果は AMP に多く含有するカリウムによるナトリウム排泄効果と抑制性神経伝達物質である GABA の働き, さらには AMP の摂取による腸内環境改善等, これらが相互に作用した結果と考えられた。つまり兵庫県伝統野菜である網干メロンは, 乾燥・パウダー化することで高血圧の予防・改善に寄与する食品となりうることが示された。

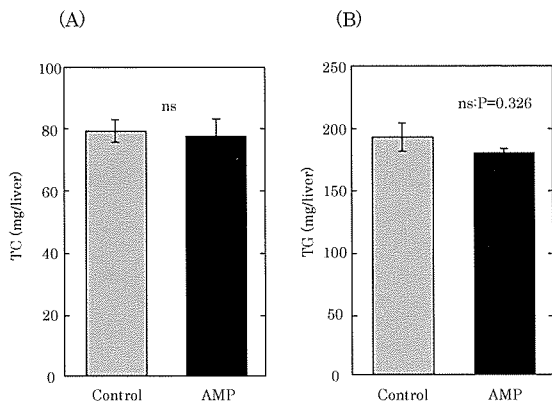


Fig.4 Lipid contents in the liver of SHR fed on 1% NaCl diets supplemented with AMP for 28 days

(A)Total cholesterol level (B)Triglyceride level

Results are expressed as mean \pm SE (n=6).

Table 3 Analytical results of pH, short chain fatty acid and organic acid in cecum contents in SHR fed with AMP

	Control group	AMP group
pH	8.18 \pm 0.06	7.73 \pm 0.08**
Succinic acid (\square g/g)	341 \pm 45	199 \pm 34*
Lactic acid (\square g/g)	83.5 \pm 8.8	112 \pm 12
Formic acid (\square g/g)	189 \pm 7	188 \pm 12
Acetic acid (\square g/g)	2848 \pm 182	3701 \pm 240*
Propionic acid (\square g/g)	866 \pm 58	1180 \pm 70**
Isobutyric acid (\square g/g)	1132 \pm 116	583 \pm 119**
Butyric acid (\square g/g)	741 \pm 50	886 \pm 29*

Each value represents as the mean \pm SE, n=6. * $P<0.05$. ** $P<0.01$.

文献

- 1) 厚生労働省：平成 15 年国民健康・栄養調査報告, pp.156 (2005) 第一出版, 東京.
- 2) 小林 保, 小松正紀：兵庫県における伝統野菜の発掘, 近畿の園芸, 5, 35-38 (2002).
- 3) 香川芳子：五訂食品成分表, pp.118 (1994) 女子栄養大学出版部, 東京
- 4) 松浦英之：果実の機能性を探る メロンと健康, 果実日本, 57, 52-54 (2002).
- 5) 梶本修身, 平田 洋, 中川聡史, 梶本佳孝, 早川和仁, 木村雅行：GABA 含有はっ酵乳製品の正常高値血圧者に対する降圧効果, 食科工誌, 51, 79-86 (2004).
- 6) 辻 啓介, 中川靖枝, 市川富夫：アルギン酸カリウムが高血圧自然発症ラットの血圧, ミネラル出納, 血清コレステロールレベルに及ぼす影響, 家政誌, 44, 3-9 (1993).
- 7) Whelton, P.K., He, J., Cutler, J.A., Brancati, F.L., Appel, L.J., Follmann, D. and Klag, M.J., Effects of oral potassium on blood pressure. *J. Am. Med. Assoc.*, 277, 1624-1632 (1997).
- 8) Appel, L.J., Moore, T.J. Obarzanek, E.,

- Vollmer, W.M., Svetkey, L.P., Sacks, F.M., Bray, G.A., Vogt, T.M., Cutler, J.A., Windhauser, M.M., Lin, P.H. and Karanja, N., A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. N. Engl. J. Med., 336, 1117-1124 (1997).
- 9) 林あつみ, 中山知子, 青柳康夫, 木元幸一: ハヤトウリからのニコチアナミン単離精製とその定量法の確立, 食科工誌, 52, 154-159 (2005).
- 10) Aprikian, O., Levrat-Verny, M.A, Besson, C, Busserolles, J., Remery C. Demigne C : Apple favourably affects parameters of cholesterol metabolism and anti-oxidatibe in cholesterol -fed rats. Food Chem, 75, 445-452 (2001).
- 11) Jahodal, L., Opletal, L., Lukes, J, Zdansky, P. Solichova : A study on antihypercholesterolemic and antihyperlipidemic effects of cabbage extracts and their phytochemical evaluation. Pharmazie, 50, 833-834 (1995).
- 12) Gorinstein, S., Zemser, M., Kulasek, G.W., Bartnikowska, E., Leontowicz, M., Morawiec, M., Trakhtenberg, S. : The influence of persimmon peel and persimmon pulp on the lipid metabolism and antioxidant activity, of rats fed choledterol: J. Nutr. Chem, 9, 223-227 (2001).
- 13) 川瀬 学 : 発酵乳の血清脂質改善機能, ミルクサイエンス, 51, 53-62 (2002).

責任編集者 : 高橋 砂織

Antihypertensive effect of Aboshi melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa Makino*) powder
in spontaneously hypertensive rats

Miho Inoue¹, Ayumi Kawata¹, Toshiro Watanabe^{1*}, Takuya Ogawa², Keisuke Tsuji³

¹YAEGAKI Bio-industry, Inc., 681 Mukudani, Hayashida, Himeji, Hyogo 679-4298

²Hyogo Prefectural Technology Center for Agriculture, Forestry and Fisheries, 123 Yasui,
Wadayama, Asago, Hyogo 669-5254

³Faculty of Health Science, Kio University, 4-2-2 Umaminaka, Koryo, Kitakatsuragi-gun,
Nara 635-0832

*Correspondence should be addressed.

Fax.: +81-79-268-8095, E-mail: watnb-ts@yaegaki.co.jp

ABSTRACT

We investigated the antihypertensive effect of Aboshi melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa Makino*) powder (AMP) on spontaneously hypertensive rats (SHR). SHR of the AMP diet group showed significantly ($P < 0.05$) lower blood pressure compared with a control group for 14-28 days. AMP contained a large amount of potassium, and the AMP diet group of SHR showed a higher sodium excretion rate. It was assumed that lowered blood pressure was due to the high potassium concentration in AMP, which stimulated the excretion of sodium. The amounts of cecal acetic acid, propionic acid and butyric acid in AMP supplied group diet were significantly increased when compared to the control group. The cecal succinic acid and isobutyric acid level were decreased in AMP supplied group.

Keywords: *Cucumis melo* L. var. *makuwa Makino*, potassium, antihypertensive effect, spontaneously hypertensive rats (SHR)

