脱脂米糠タンパク質分解物のアンジオテンシンI変換酵素阻害活性

誌名	日本獣医生命科学大学研究報告 = Bulletin of Nippon Veterinary and Life Science University
ISSN	18827314
著者名	金山,朝子 岡村,美那子 麻生,慶一
発行元	日本獣医生命科学大学
巻/号	56号
掲載ページ	p. 36-41
発行年月	2007年12月

原　著

脱脂米糠タンパク質分解物のアンジオテンシンⅠ変換酵素阻害活性

金山（奈良井）朝子・岡村美那子・麻生慶一

日本獣医生命科学大学　応用生命科学部　農産食品学教室

要　約　脱脂米糠から抽出した水溶性タンパク質を消化酵素のα-キモトリプシンとトリプシンで分解した試料中に，高血圧予防効果のあるアンジオテンシンⅠ変換酵素（angiotensin I-converting enzyme : ACE）を阻害する活性を見出した。限外濾過による分子量分画を行ったところ，5-10 kDa と 5 kDa 以下に ACE 阻害ペプチドが存在していた。腸管からの吸収率が高いと思われる 5 kDa 以下のペプチドを含む低分子画分について，C8 および C18 カラムを用いた逆相クロマトグラフィーによって更に精製を進めると，ACE 阻害活性が複数の画分に認められた。脱脂米糠のタンパク質は，消化を経て様々な ACE 阻害ペプチドを産生することから，高血圧予防効果のある機能性食品として利用できる可能性があると考えられた。

キーワード：米糠，タンパク質分解物，アンジオテンシンⅠ変換酵素

日獣生大研報 **56**，36-41，2007.

高血圧は，動脈硬化・虚血性心疾患・脳血管疾患などの重篤な循環器系疾患を引き起こす危険因子である。日本では，これら疾患の治療費が一般診療と高齢者（65 歳以上）の医療費に占める割合が一番大きい。高血圧発症の要因としては，遺伝的原因もあるが，食塩の過剰摂取・肥満・運動不足・ストレスといった生活習慣の影響が大きい。厚生労働省による 2000 年の循環器疾患基礎調査によれば，30 歳以上の日本人のうち男性で 51.7%，女性で 39.7% が高血圧（140/90 mmHg 以上）ということになっているから，降圧剤の服用によって血圧上昇を抑えている人が潜在していると考えると，国民の相当数が循環器系疾患のリスクを抱えていることになる。そこで低塩食の他にも，普段の食生活のなかで手軽に高血圧を予防する工夫が求められ，血圧上昇抑制作用を示す食品由来成分について研究が進められるようになった。その中でも生理活性ペプチドの一部は特定保健用食品として認可・利用されるようになっている。

血圧上昇抑制ペプチドの多くは，アンジオテンシンⅠ変換酵素（angiotensin I-converting enzyme, EC 3.4.15.1 : 以下，ACE）の働きを *in vitro* 試験で阻害する。ACE は肺血管内皮細胞に高レベルで発現し血液中に分泌されている酵素で，生体の血圧調節において重要な役割を果たしている[1]。昇圧系（レニン-アンジオテンシン系）では，肝臓で産生されたアンジオテンシノーゲンにレニン（腎臓から分泌されるタンパク質分解酵素）が作用してアンジオテンシンⅠ（10 残基のペプチド）を生じるが，そのC末端側 2 残基を ACE が切断することで強い血管収縮作用をもつアンジオテンシンⅡが生成され血圧が上昇する。また，ACE は降圧系（カリクレイン-キニン系）で生成したブラジキニン（9 残基のペプチド）にも作用してこれを分解するので，ブラジキニンの血管拡張作用は阻害されて血圧が上昇する。そのため，ACE の働きを抑えることで血圧上昇は抑制されるが，降圧剤として広く利用されている化学合成された ACE 阻害薬は，空咳などの副作用を示すことが問題となっている。一方，特定保健用食品として使用が認められているイワシ，カツオ節，牛乳や発酵乳，ワカメ，ノリ，ゴマ由来の ACE 阻害ペプチドでは，空咳や電解質の代謝異常といった副作用が認められない[2]。一般に，食品由来 ACE 阻害ペプチドの阻害活性は合成治療薬に比べて弱く[3,4]，そのことが穏やかな高血圧予防効果をもたらしている原因なのかもしれない。特定保健用食品以外にも数多くの食品素材から ACE 阻害ペプチドが見出されているが，筆者らは有効に活用されていないペプチド資源として脱脂米糠のタンパク質に注目した。

米糠には，玄米から精白米を作る際に取り除かれる果皮，種皮，糊粉層および胚芽部分が含まれており，それらは玄米重量の 8-10% に相当する[5]。国内で発生する米糠は 80-90 万トンで，このうち約 30% は米油の生産に利用されているが，残りの米糠や米油を搾った後の残渣は漬け物や配合飼料，肥料に用いられるか廃棄されている[5]。一方で，米糠特有の生理活性成分であるフェルラ酸やフェルラ酸の誘導体であるγ-オリザノールは医薬品，化粧品，食品の分野で注目を浴びており，それらの原料として米糠の利用価値は高まってきている。しかし，フェルラ酸やγ-オリザ

ノールは米油から分離されているため，米糠重量の約10%をも占めるタンパク質[6]は十分に活用されていないのが現状である。米糠タンパク質は構成アミノ酸として分岐鎖アミノ酸をはじめとする必須アミノ酸を多く含んでおり，リジンがわずかに少ないことを除けば大豆タンパク抽出物と遜色なく栄養価が高い[7,8]。また，アレルギーリスクが低いことも知られている[9]。さらに最近になって，自然発症高血圧ラットを用いた *in vivo* 試験で，米糠を混ぜた食餌投与による高血圧・高血糖の症状緩和や血中脂質の改善が報告された[10]。その報告の中で米糠タンパク質やその消化物であるペプチドの関与については吟味されていないが，有用な生理活性ペプチドが含まれている可能性は否定できない。そのような機能性成分の存在が明らかになれば，栄養的にもすぐれた米糠タンパク質の用途を拡大できる。そこで本研究では，脱脂米糠を用いてACE阻害ペプチドの探索を試みることにした。

実験材料および方法

1. タンパク溶液の調製

築野食品工業株式会社（和歌山県）の脱脂米糠を使用した。この脱脂米糠は，n-ヘキサンで脱脂した後，110-120℃の高温によってヘキサンを揮発・除去した乾燥粉末の状態で提供され，使用まで冷蔵保存（4-8℃）しておいた。脱脂米糠の10倍量の蒸留水を加えたホモジナイザー（アズワンCM-100）で水溶性画分を抽出し（5,000 rpm，室温，5 min），遠心（8,400×*g*，20℃，30 min）後の上澄みを回収した。次に，低分子の糖類や塩類，ポリフェノールなどを除去するために蒸留水に対して透析し，殺菌とタンパク質の変性を目的に沸騰水中で10分間加熱して水溶性タンパク溶液を得た。調製した試料溶液のタンパク濃度は，牛血清アルブミンを標準としてCoomassie Protein Assay Reagent（PIERCE社）により測定した。

2. プロテアーゼによる消化

試料溶液のpHをNaOHを用いて7.4に調整後，タンパク量の1/100量に相当するα-キモトリプシンとトリプシン（いずれもウシ膵臓由来，SIGMA社）を加え，37℃で一晩（約20時間）インキュベートした。続いて10分間の煮沸処理によってプロテアーゼ消化を停止した。

3. 限外濾過による分子量分画

プロテアーゼ消化後の試料を減圧濃縮してから水に再溶解して，遠心（8,400×*g*，20℃，30 min）後，上清を回収した。これを，分画分子量（mwco：molecular weight cut off）10,000と5,000の再生セルロース製膜を装着した遠心チューブ（Amicon Ultra-15，MILLIPORE社）で順次処理することで，10 kDa以上，5～10 kDa，5 kDa以下の3つに分画した。

4. 逆相カラムを用いた分画

5 kDa以下の低分子画分をC18 Dispo Column（ADVANTEC社）に通し，未吸着，10，20，30，50，70，100%メタノール溶出画分に分画した。溶出試料は減圧乾固の後に超純水に溶解してACE阻害活性を測定した。活性が認められた画分については，Inertsil C8カラム，4.6×150 mm（GL Science社），あるいは，Cadenza CD-C18カラム，4.6×150 mm（Imtakt社）を装着したHPLCシステムによる逆相クロマトグラフィーを行った。HPLCの溶離液には0.1%トリフルオロ酢酸とアセトニトリルを用い，流速は0.5 ml/minとした。分画試料の純度は，薄層クロマトグラフィー（展開溶媒：1-ブタノール/水/酢酸＝9/2/4，呈色：ニンヒドリン試薬）と質量分析を用いて確認した。質量分析は，島津/KRATOSレーザーイオン化飛行時間型質量分析装置（KOMPACT-MALDI）を使用し，分析用マトリックスにはα-Cyano-4-hydroxycinnamic acidを用いた。

5. ACE阻害活性測定

ACE阻害活性は，従来から頻用されているCushmanとCheungの方法[11]に代わり，比色法でより正確にACE活性を測定できるLiらの方法[12]を一部改変して測定した。すなわち，ウサギ肺由来のACEと基質Hippuryl-L-His-L-Leu（以下，HHL）（いずれもSIGMA社）を，生体内血液条件に近いpH 7.4（300 mM NaClを含む100 mMリン酸ナトリウム緩衝液）で37℃にて20時間反応させ，反応によって生成した馬尿酸（Hippuric acid，以下，HA）をキノリンと塩化ベンゼンスルフォニル（いずれもALDRICH社）によって発色させて492 nmの吸光度を測定し，HA濃度を求めた。ACE活性阻害率（%）は，被験試料を含んだ条件で生じたHA濃度（T），含まない条件で生じたHA濃度（C），ACEを含まない条件下HHLのインキュベートによって生じたHA濃度（B）から，

$$\text{ACE活性阻害率}(\%) = (C-T)/(C-B)\times 100$$

で算出した。

実験結果

一般に，脱脂米糠中のタンパク含量は乾燥重量中12～18%で，そのうち水溶性タンパク質であるアルブミンの割合は27～34%（総タンパク含量を15%とすると米糠の4～5%）を占めている[6,13,14]。しかし従来から，細胞壁構成多糖類やフィチン酸の存在によって米糠タンパク質の溶出が妨げられることが知られており，これらの成分を分解する酵素で処理するとタンパクの回収量は増加することが報告されている[7]。また，その他の酵素処理や物理的操作によって不溶性高分子を低分子化する抽出方法も試みられている[8,15]。今回は簡素な水抽出を行ったため，脱脂米糠から得られた水溶性タンパク質は米糠乾燥重量の0.6%（3回平均）であったが，ひきつづきこの抽出試料を用いてACE阻害ペプチドの探索および単離を試みた。

米糠タンパク質を経口摂取した後，タンパク質分解酵素の作用によってACE阻害ペプチドが生じるかどうかを調べるために，α-キモトリプシンとトリプシンでタンパク消化を行った。消化前と後の試料をSDS-PAGEに供したところ，一部分解しきれないタンパク質のバンドがわずかに残っていたが，大部分のタンパク質は消化されており（Fig. 1），

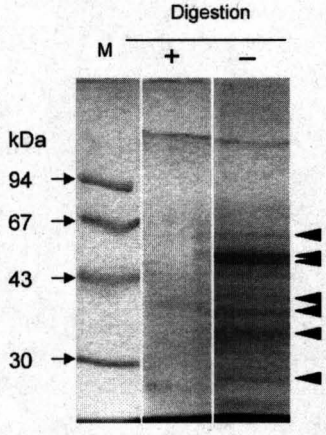

Fig. 1. SDS-PAGE pattern of the water-soluble rice bran protein and its enzymatic hydrolysate. Protein concentration of the sample before enzymatic digestion was 6 mg/ml. Protein markers (M) and both samples with (+) and without (−) digestion (30μl of each sample) heated with SDS and 2-mercaptoethanol were loaded onto a 10% polyacrylamide gel. Protein bands were stained with Coomassie Brilliant Blue R-250. This figure shows that major proteins included in the water-soluble fraction of rice bran (arrow heads) are digestible.

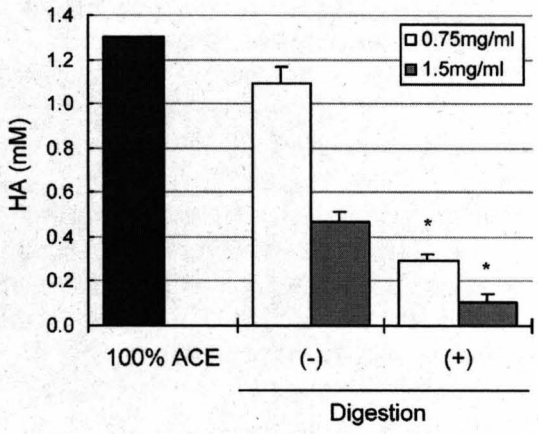

Fig. 2. ACE inhibition by the water-soluble rice bran protein and its enzymatic hydrolysate. ACE reaction was performed with ACE (13 mU) and HHL (3.125 mM) in 100 mM Na-phosphate, pH 7.4, containing 300 mM NaCl, at 37℃ for 20 hr, and then, released HA was measured as described in the "Materials and Methods" section. Protein concentrations of test samples in the reaction mixture were 0.75 (open bar) and 1.5 (hatched bar) mg protein/ml, on the base of which before digestion. Experimental data are given as the means±SE of triplicate measurements. *Significant difference from (−) digestion ($P<0.05$).

抽出されたタンパク質は易消化性であることが示唆された。試料の濃度を変えて ACE 反応に及ぼす影響を調べた結果，消化前の加熱変性タンパク質においても，高濃度では ACE 反応における HA 生成阻害効果を示すことがわかったが，消化後の試料は消化前に比べてより顕著に HA 生成を阻害した（Fig. 2）。このことから，米糠タンパク質分解物中にはペプチド性の ACE 阻害活性成分が存在すると考えられた。

次に，分解物に含まれる成分を限外濾過膜を用いて 10 kDa 以上，5〜10 kDa，5 kDa 以下の 3 つに分子量分画し，それぞれの ACE 阻害活性を測定した。その結果，5〜10 kDa，5 kDa 以下の画分に強い ACE 阻害活性が認められた（Fig. 3）。腸管上皮からのペプチド吸収には，プロトン依存性ペプチドトランスポーター PEPT I による輸送か上皮細胞層の細胞間隙を透過する経路が挙げられるが，前者は 2〜3 残基の特異的なペプチドしか輸送できず，後者では細胞間接着装置がバリア機能を担っており，高分子の透過を制限している[16-19]。そこで次に，腸管で吸収されうるサイズのペプチドが含まれる 5 kDa 以下の画分を用いて，ACE 阻害ペプチドの精製を試みた。

5 kDa 以下の画分について，C18 の固相カラムを用いて粗分画したところ，30% と 50% メタノールで溶出した画分に顕著な ACE 阻害活性が認められた（データ省略）。これらを C8 カラムを用いた逆相 HPLC に供したところ，そ

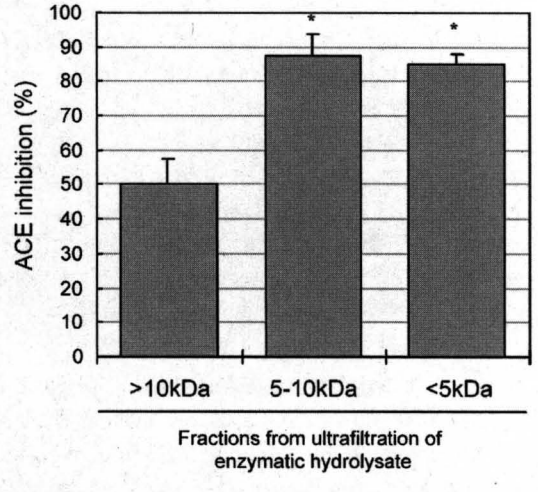

Fig. 3. ACE inhibition by fractionated enzymatic hydrolysates of the water-soluble rice bran protein, protein concentration of which before digestion was 4 mg/ml. Experimental data are given as the means±SE of triplicate measurements. *Significant difference from >10 kDa fraction ($P<0.05$).

れぞれの画分におけるクロマトグラムと活性の分布（Fig. 4）から，いずれの試料でもACE阻害活性が保持時間の異なる画分に分散しており，複数種のACE阻害ペプチドが存在することが明らかになった。Fig. 4Bの保持時間35～40分に回収された活性画分について，さらにC18カラムを用いた逆相HPLCを行ったところ，Fig. 5に示すクロマトグラムが得られた。顕著なACE阻害活性を示した画分（Fig. 5中に矢印で示した）について質量分析による純度確認を行った結果，分子量650～880の複数成分が混在していることが認められた。薄層クロマトグラフィーにおいてもニンヒドリン陽性成分のスポットが複数検出された。このことから，活性ペプチドの同定と解析には，さらに大量の試料から分離・精製を進める必要があった。

考　　察

脱脂米糠から水で抽出されたタンパク質の量は少なかったが，抽出後の残渣から塩水，希アルカリ，希酸，さらに70%エタノールを用いて抽出した試料では，プロテアーゼ処理の有無に関わらず，水抽出試料に匹敵するACE阻害活性はみられなかった（データ省略）。本研究は，米糠を混合した食餌を摂取した自然発症高血圧ラットで認められた血圧上昇抑制[10]に対して，米糠の水溶性タンパク質やその消化ペプチドが関与している可能性を示したといえる。

脱脂米糠の水溶性タンパク質は，加熱変性した状態でもACE阻害活性を示したが，変性前の試料には活性がみられなかった（データ省略）。ACE阻害に有効なアミノ酸配列がタンパク質自体に存在し，変性によってタンパク質分子表面に露出して作用を発揮したものと考えられる。そのような アミノ酸配列が *in vivo* 試験で効果を発現するためには，吸収可能なサイズに断片化されたペプチド態でACE阻害活性を示すと予想されたので，主要な消化酵素として α-キモトリプシンとトリプシンで処理をした。SDS-PAGE

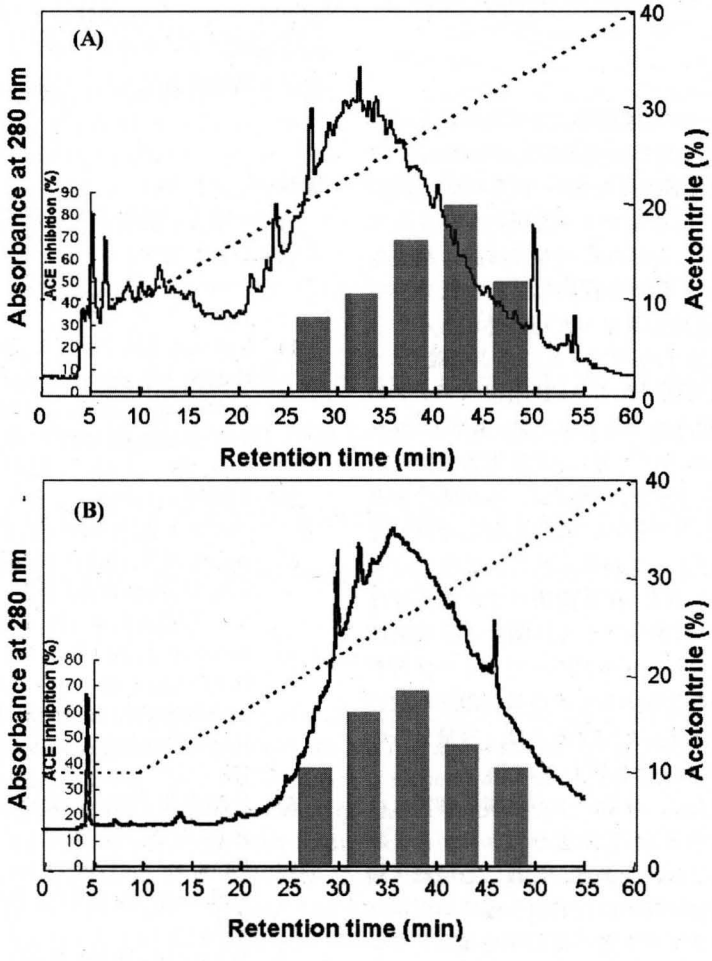

Fig. 4. Reversed-phase HPLC with an Inertsil C8 column (4.6×150 mm) of the 30% (A) and 50% (B) methanol fractions obtained by a C18 dispo column. Protein elution patterns (absorbance at 280 nm, solid lines), acetonitrile gradient condition (dashed lines), and ACE inhibitory activity (bars) were represented.

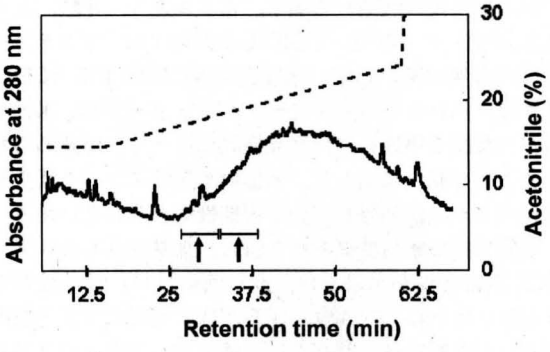

Fig. 5. Reversed-phase HPLC with a Cadenza CD-C 18 column (4.6×150 mm) of the ACE inhibitory fraction obtained by a C8 column (retention time : 35-40 min) shown in Fig. 4B. Protein elution pattern (absorbance at 280 nm, solid line), acetonitrile gradient condition (dashed line) were represented. Arrows indicate the fractions having distinct ACE inhibitory activity.

の結果から試料中のタンパク質は易消化性であることがわかり，さらに，分解・低分子化したペプチド（10 kDa 以下）画分にはプロテアーゼ消化前よりも強い ACE 阻害活性が認められた。ACE 阻害に有効なアミノ酸配列が存在していても，高分子では ACE との相互作用が立体的に制限されて ACE 阻害活性が低く，配列を保持したまま低分子のペプチドになったことで活性が高まった可能性がある。

腸管吸収されやすい低分子のペプチドに焦点を絞り，5 kDa 以下のペプチドを含む画分から ACE 阻害ペプチドの単離を試みたところ，逆相クロマトグラフィー用 C18 カラムに吸着性を示す疎水性のペプチドに ACE 阻害活性を認めた。また，HPLC を用いた精密分画では，溶出成分を波長 280 nm の吸収で検出したところ，吸収を示した画分と ACE 阻害活性が重なるパターンが見られた。これらのことから，芳香族アミノ酸を含む ACE 阻害ペプチドが存在すると考えられた。ACE 阻害ペプチドに関する構造活性相関の研究報告[20]においても，ジペプチドやトリペプチドにおいて芳香族アミノ酸を含有するものが多い傾向が認められている。なお，今回分離したペプチドは，質量分析の結果から 5〜8 残基程度のものと推定している。

以上，報告してきたように，米糠タンパク質分解物には高血圧予防効果が期待される ACE 阻害ペプチドが含まれていることが明らかとなった。今後は，これらを単離・精製して，米糠タンパク質分解物中の含有量や腸での耐消化性と吸収性を調べ，米糠タンパク質の有用性を検証していく。さらに，構造や活性について既知の活性ペプチドと比較したり，活性ペプチドに有効なアミノ酸配列を有するタンパク質を同定すれば，類似のタンパク質を含む食材を機能性食品素材として開発していく道を示すことができるかもしれない。また，抽出・回収されなかったタンパク質にも ACE 阻害ペプチドをはじめ各種の機能性ペプチドが潜在している可能性があるため，現在，タンパク質の回収率が高い抽出方法の導入も検討している。

先に述べてきた結果では，胃内滞留（酸性条件，ペプシンによる消化）の影響を考慮していなかったが，ペプシン〜キモトリプシン・トリプシン消化を経た試料では，ペプシンで処理しない試料よりも強い ACE 阻害活性が認められている（データ省略）。このことは，経口摂取された米糠タンパク質が胃を通過して腸へ達した後に，腸管内で ACE 阻害ペプチドを生じることを示唆している。Ardiansyah ら[10]は，米糠入り食餌を摂取した自然発症高血圧ラットにみられた血中 ACE 活性の低下と最高血圧値の抑制は，単独でも効果が知られるフェルラ酸（ただし，これは用いた試料中の含有量から寄与の度合いが小さいと考えられる）や，ビタミン E や γ-オリザノールなどの抗酸化性成分による影響だろうと考察している。しかし，筆者らの研究結果から，米糠タンパク質の消化中に生じた ACE 阻害ペプチドが作用している可能性は十分に考えられる。詳細な *in vivo* 試験によってそれが確かめられれば，米糠の栄養補助食品・機能性食品としての利用が一層進むことが期待される。

謝辞

脱脂米糠をご提供下さった築野食品工業株式会社に心より感謝いたします。

文　献

1) Laragh, J.H., Bear, L., Brunner, H.R., Buhler, F.G., Ealey, J.E., and Vaughan E.D. (1972). Renin, angiotensin, and aldosterone system in pathogenesis and management of hypertensive vascular disease. *Am. J. Med.*, **52**, 633-652.
2) 川崎晃一 (2006). 高血圧における代替医療としてのペプチド食品 *New Food Industry*, **48**, 9-20.
3) Ariyoshi, Y. (1993). Angiotensin-converting enzyme inhibitors derived from food proteins. *Trends Food Sci. Technol.*, **4**, 139-144.
4) Menard, J., and Patchett, A.A. (2001). Angiotensin-converting enzyme inhibitors. "Drug Discovery and Design" (Scolnick, E. M.ed). Advances in Protein Chemistry, Vol. 56, Academic Press, pp. 14-75.
5) 辻脇里美 (2001). 米ぬか成分の生理活性機能. 食品と科学, **8**, 75-80.
6) Prakash, J. (1996). Rice bran proteins : properties and food uses. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **36**, 537-552.
7) Wang, M., Hettiarachchy, N.S., Qi, M., Burks, W., and Siebenmorgen, T. (1999). Preparation and functional properties of rice bran protein isolate. *J. Agric. Food Chem.*, **47**, 411-416.
8) Tang, S., Hettiarachchy, N.S., Horax, R., and Esw-

ARANANDAM, S. (2003). Physicochemical properties and functionality of rice bran protein hydrolyzate prepared from heat-stabilized defatted rice bran with the aid of enzymes. J. *Food Sci.*, **68**, 152–157.

9) HELM, R.M., and BURKS, A.W. (1996). Hypoallerginicity of rice protein. *Cereal Foods World*, **41**, 839–842.

10) ARDIANSYAH, SHIRAKAWA, H., KOSEKI, T., OHINATA, K., HASHIZUME, K. and KOMAI, M. (2006). Rice bran fractions improve blood pressure, lipid profile, and glucose metabolism in stroke-prone spontaneously hypertensive rats. *J. Agric. Food Chem.*, **54**, 1914–1920.

11) CUSHMAN, D.W., and CHEUNG, H.S. (1971). Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.*, **20**, 1637–1648.

12) LI, G.-H., LIU, H., SHI, Y.-H., and LE, G-W. (2005). Direct spectrophotometric measurement of angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity for screening bioactive peptides. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, **37**, 219–224

13) SAUDERS, R.M. (1990). The properties of rice bran as a food stuff. *Cereal Foods World*, **35**, 632–662.

14) HAMADA, J.S. (1997). Characterization of protein fractions of rice bran to devise effective methods of protein solubilization. *Cereal Chem.*, **74**, 662–668.

15) TANG, S., HETTIARACHCHY, N.S. and SHELLHAMMER, T. (2002). Protein extraction from heat-stabilized defatted rice bran. 1. Physical processing and enzyme treatments. *J. Agric. Food Chem.*, **50**, 7444–7448.

16) WEBB, Jr. K.E. (1990). Intestinal absorption of protein hydrolysis products : A review. *J. Anim. Sci.*, **68**, 3011–3022.

17) LIANG, R., FEI, Y.-J., PRASAD, P.D., RAMAMOORTHY, S., HAN, H., YANG-FENG, T.L., HEDIGER, M.A., GANAPATHY, V. and LEIBACH, F.H. (1995). Human intestinal H +/peptide cotransporter. *J. Biol. Chem.*, **270**, 6456–6463.

18) BALLARD, S.T., HUNTER, J.H. and TAYLOR, A.E. (1995). Regulation of tight junction permeability during nutrient absorption across the intestinal epithelium. *Annu. Rev. Nutr.*, **15**, 35–55.

19) ANDERSON, J.M. (2001). Molecular structure of tight junctions and their role in epithelial transport. *News Physiol. Sci.*, **16**, 126–130.

20) WU, J., ALUCO, R.E. and NAKAI, S. (2006). Structural requirements of angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides : Quantitative structure—activity relationship study of di— and tripeptides. *J. Agric. Food Chem.*, **54**, 732–738.

Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity of protein hydrolysate prepared from defatted rice bran with digestive proteases

Asako NARAI-KANAYAMA, Minako OKAMURA and Keiichi ASO

Department of Applied Life Science, Nippon Veterinary and Life Science University

Abstract

Digestion of water-soluble protein extracted from defatted rice bran with α-chymotrypsin and trypsin produced the protein hydrolysate having a significant angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory activity *in vitro*, which was expected to show an anti-hypertensive effect *in vivo*. The fractions containing peptides of molecular weight of 5–10 kDa and of $<$5 kDa separated by ultrafiltration of the protein hydrolysate showed distinct ACE inhibitory activity. Further isolation of ACE inhibitory peptides from the $<$5 kDa fraction, which contains peptides capable of being absorbed intact through the intestinal tract, was carried out. Reversed-phase chromatography using C8 and C18 columns indicated the presence of several kinds of ACE inhibitory peptides. Thus, defatted rice bran protein might be utilized for physiologically functional food with anti-hypertensive activity.

Key words : rice bran, protein hydrolysate, angiotensin I-converting enzyme (ACE)

Bull. Nippon Vet. Life Sci. Univ., No. **56**, 36–41, 2007.