

オカラ麹を使用した発酵物の特性

| | |
|-------|--|
| 誌名 | 日本食品科学工学会誌 |
| ISSN | 1341027X |
| 著者名 | 越智,洋 水谷,政美 松浦,靖 古市,佳代 林,幸男 |
| 発行元 | 日本食品科学工学会 |
| 巻/号 | 63巻6号 |
| 掲載ページ | p. 274-279 |
| 発行年月 | 2016年6月 |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



技術論文

オカラ麴を使用した発酵物の特性

越智 洋^{1,2}, 水谷政美³, 松浦 靖³, 古市佳代³, 林 幸男^{2*}

¹ 宮崎県衛生環境研究所

² 宮崎大学大学院農学工学総合研究科

³ 宮崎県食品開発センター

Characteristics of Fermented Products Made from Okara Koji

Hiroshi Ochi^{1,2}, Masami Mizutani³, Yasushi Matsuura³, Kayo Furuichi³ and Sachio Hayashi^{2*}

¹ Miyazaki Prefectural Institute for Public Health and Environment, 2-3-2,

Gakuen Kibanadai Nishi, Miyazaki City, Miyazaki 889-2155

² The Interdisciplinary Graduate School of Agriculture and Engineering, University of

Miyazaki, 1-1 Gakuen Kibanadai Nishi, Miyazaki City, Miyazaki 889-2192

³ Miyazaki Prefectural Food Research and Development Center, 16500-2

Higasikaminaka, Sadowarachou, Miyazaki City, Miyazaki 880-0303

We manufactured novel fermented products using okara koji (soy pulp malt fermented using the fungus *Aspergillus oryzae*) with okara and rice as the fermentation feedstock, and investigated the components and ACE inhibitory activity of the products. When okara koji was employed, a fermented product with high ACE inhibitory activity and abundant in organic acids and amino acids was obtained. Of these amino acids, essential amino acids markedly increased in particular, and the functional ingredient GABA also increased. Moreover, fermented products of okara koji showed high levels of ACE inhibitory activity from the early fermentation stages, which were maintained at a high level until completion of fermentation. In contrast, fermented products of rice koji (rice malt) did not exhibit ACE inhibitory activity during the early fermentation stages, and while the activity increased temporally, the level was lower compared to that of okara koji. Since the fermented products of okara koji maintained their ACE inhibitory activity even after processing by physiological digestive juices, they were considered to be suitable for oral consumption. (Received Nov. 9, 2015; Accepted Feb. 15, 2016)

Keywords : okarakoji, organic acid contents, amino acid contents, ACE inhibitory activity

キーワード : オカラ麴, 有機酸含量, アミノ酸含量, ACE 阻害活性

豆乳・豆腐の製造に伴い副産物として生じるオカラは、食品や飼料として利用される一方、腐敗しやすいことから産業廃棄物として処分されることも多い¹⁾。しかし、大豆を原料としているオカラは栄養価が高く、有用成分が多く含まれており、食品素材としての有効利用が期待できる²⁾。これまで、オカラを使用した麴（オカラ麴）は米や大麦を使用した麴と比較して、酸性プロテアーゼ等のタンパク分解酵素活性が高いことおよび ACE 阻害活性が向上することを明らかにしてきた³⁾。また、オカラ麴を使用した魚醤油の製造においては、通常の魚醤油と比べて好ましい成分が増大したことから、品質向上に繋がり、その特徴を多変量解析の手法により明らかにした⁴⁾。大豆タンパクの酵素処理^{5)~7)}やオカラの乳酸発酵による機能性発現⁸⁾の報告はあ

るが、オカラ麴を使用した発酵物に関する報告は殆どない。今回、新たな健康志向食品の開発を目指して、オカラ麴を使用して発酵物を製造し、その成分含量と発酵中の ACE 阻害活性の挙動について検討したので、報告する。

実験方法

1. 製麴方法と原料

オカラ麴の種麴には、*Aspergillus oryzae* (W-52; (株)樋口松之助商店)を使用し、乾燥オカラに重量の 30% 加水し、蒸煮後、35℃に冷却し、種麴を散布後、約 40 時間で出麴とした。米麴は、乾燥麴 IDK (M-90L; 徳島製麴(株))を使用した。米は炊飯器で通常の米飯として炊いたものを使用した。

¹ 〒889-2155 宮崎県宮崎市学園木花台西 2-3-2, ² 〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1

³ 〒880-0303 宮崎県宮崎市佐土原町東上那珂 16500-2

*連絡先 (Corresponding author), shayashi@cc.miyazaki-u.ac.jp

Table 1 Kojis and materials used in each test group

| | OO | OR | RO | RR |
|------------------|-------|-------|-------|------|
| <i>Koji</i> | Okara | Okara | Rice | Rice |
| <i>materials</i> | Okara | Rice | Okara | Rice |

2. オカラ麴発酵物の試験醸造

Table 1 に示した配合で 4 試験区 (麴-発酵原料: 1. オカラ麴-オカラ: OO; 2. オカラ麴-米: OR; 3. 米麴-オカラ: RO; 4. 米麴-米: RR) を設けた。なお、試験区 4 は通常の甘酒の製造法に準じた。

麴 50 g, 原料 50 g, 水 350 ml をガラス製の容器中で十分に混合し, 60℃ の恒温器で, 約 6 時間発酵させた後, 約 100℃ で 10 分間火入れを行った。発酵中は発酵開始から 30 分後, 1 時間後に攪拌し, その後は約 1 時間毎に攪拌を行った。また, 原料に使用したオカラの分析は 4 試験区と同じ配合比でオカラに水を加えたものを試験へ供した。

3. 成分分析

(1) 有機酸分析

HPLC (LC-10A: 島津製作所) を用いて, 以下の条件で測定した⁹⁾。カラムは, Shim-pack SCR-102H (φ8mm×300mm, 2本直列) を用いた。移動相は, 5mM p-トルエンシルホン酸を, 緩衝液は, 20mM Bis-tris (100μM EDTA 含む) を使用した。流速は 0.8mL/min, カラム温度を 40℃ とし, 検出器に電気伝導度検出計を使用した。

(2) アミノ酸分析

アミノ酸分析計 (日立製作所 L-8800 形) を用いて, ニンヒドリン発色法により測定した⁹⁾。

(3) 総ポリフェノール

Folin-Ciocalteu 法¹⁰⁾¹¹⁾ を一部改良して測定した。没食子酸を標準物質として, 760nm の吸光度から, 総ポリフェノール量を求めた。

(4) ホルモン態窒素

ホルモン態窒素はしょうゆ試験法¹²⁾ に基づいて測定した。

4. ACE 阻害活性測定

ACE 阻害活性は, ACE 溶液 (0.05 units/mL, Sigma 社製) と Bz-Gly-His-Leu ((株)ペプチド研究所) を用いて, Horiuchi ら¹³⁾, 道島ら¹⁴⁾ の方法で測定した。生成した馬尿酸を高速液体クロマトグラフィーにより定量した。カラムは 5C₁₈-MS-II (4.6mm×150mm) を使用し, PDA 検出器により 228nm の波長で測定した。

なお, ACE 阻害率の算出は次式で求めた。

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

A: 試料溶液を用いた場合の馬尿酸の面積

B: 試料溶液の代わりに蒸留水を用いた場合の馬尿酸の面積

C: 試料溶液にあらかじめ反応停止液を加えた場合の馬尿酸の面積

5. 人工消化液耐性試験

人工消化液試験は瀧口らによる方法¹⁵⁾ で行った。

(1) ペプシン試験

検体に 8% (w/v) ペプシン溶液を 1% (v/v) 添加し, pH2.0 に調整後, 37℃ で 1 時間反応させた。反応後, 10 分間煮沸して反応を止め, 遠心分離後の上澄液を ACE 阻害活性測定へ供した。

(2) パンクレアチン試験

ペプシン処理後の上澄液を pH7.0 に調整した後, 1% (w/v) パンクレアチン溶液を 0.2% (v/v) 添加し, 37℃ で 1 時間反応させた。反応後, ペプシン試験同様に煮沸後, 遠心分離して得られた上澄液を ACE 阻害活性測定へ供した。

6. 統計処理

すべての実験データは, 平均値±標準偏差で示した。統計データ間の比較は Tukey-Kramer による多重比較検定を行い, $p < 0.05$ をもって有意差ありと判定した。

実験結果および考察

1. 有機酸含量

オカラ麴を使用した試験区 OO が最も有機酸含量が高く, 約 438mg/100ml であり, 通常の甘酒の試験区 RR と比較すると 12.1 倍であり, 中でもクエン酸含量は 20.8 倍であった (Table 2)。クエン酸は, 疲労物質である乳酸の生成を抑えるので疲労回復作用があり, クエン酸回路に直接働き, エネルギー代謝を活性化するので身体に良い影響が期待できる¹⁶⁾。また, リンゴ酸は通常の甘酒と同様の試験区 RR にはほとんど含まれないが, オカラ麴を使用した試験区 OO と試験区 OR では高い含量を示した。

オカラ麴または発酵原料としてオカラを使用した発酵物が高い有機酸含量を示したのは, オカラ麴の代謝で生成した有機酸やオカラに含まれている有機酸が遊離してきたためであると考えられた。

2. アミノ酸含量

オカラ麴を使用した試験区 OO と試験区 OR のアミノ酸含量は非常に高く, それぞれ 1176mg/100ml と 950mg/100ml であった (Table 3)。最大値を示した試験区 OO のアミノ酸含量は, 試験区 RR と比較して, 約 6 倍あり, 個々のアミノ酸では, オルニチン (9.4 倍), アスパラギン (8.8 倍), リジン (8.5 倍), グルタミン酸 (8.2 倍), フェニルアラニン (8.0 倍), ロイシン (7.2 倍) などが高い値を示した。また, 9 種の必須アミノ酸の総含量は約 7 倍であった。

試験区 OO のアミノ酸含量が試験区 OR の場合と比較して約 1.2 倍であることは, 発酵原料としてのオカラのタンパク量の多さによるものと考えられるが, 米麴を使用した

Table 2 Organic acid contents of fermentation products (mg/100 ml)

| | OO | OR | RO | RR | Okara |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Phosphoric acid | 136±12.8 | 94.1±12.7 | 40.7±0.77 | 21.0±0.05 | 2.53±0.02 |
| Citric acid | 197±4.80 | 76.5±9.95 | 93.3±1.74 | 9.44±0.67 | 48.7±0.11 |
| Tartaric acid | ND ¹⁾ | ND ¹⁾ | ND ¹⁾ | ND ¹⁾ | ND ¹⁾ |
| Malic acid | 60.1±1.79 | 46.0±0.85 | 10.8±0.25 | 1.35±0.26 | 3.39±0.02 |
| Succinic acid | 7.53±0.40 | 5.45±0.57 | 0.97±0.09 | 0.64±0.04 | 0.36±0.02 |
| Lactic acid | 8.04±0.72 | ND ¹⁾ | 7.27±0.15 | 0.61±0.21 | 0.49±0.05 |
| Formic acid | 3.47±0.13 | 1.89±0.18 | 0.38±0.18 | 0.16±0.19 | 0.08±0.01 |
| Acetic acid | 10.4±0.10 | 2.85±0.60 | 5.20±0.34 | 0.85±0.17 | 1.53±0.05 |
| Pyroglutamic acid | 15.6±2.26 | 11.5±3.88 | 2.36±0.24 | 2.13±0.23 | ND ¹⁾ |
| Total | 438±8.07 | 238±14 | 161±1.46 | 36.2±0.59 | 57.1±0.05 |

Each value is the mean±SD. (n=3)

¹⁾ ND : not detected

Table 3 Free amino acid contents of fermentation products (mg/100 ml)

| Amino acid | OO | OR | RO | RR | Okara |
|---------------------|-----------|-----------|------------------|-----------|------------------|
| Phosphoserine | 2.79±4.83 | 1.59±2.76 | 1.14±1.97 | 1.57±0.28 | 0.69±0.30 |
| Aspartic acid | 88.1±24.0 | 72.6±14.3 | 17.0±0.36 | 13.0±0.92 | 0.91±0.46 |
| Threonine | 38.5±8.67 | 37.2±7.35 | 7.86±0.75 | 7.76±1.16 | 0.46±0.10 |
| Serine | 52.1±13.0 | 52.1±12.0 | 10.6±0.76 | 12.7±1.77 | 0.46±0.07 |
| Asparagine | 20.6±5.43 | 18.9±5.40 | 2.61±0.27 | 2.33±2.02 | 2.32±0.23 |
| Glutamic acid | 118±35.7 | 102±25.9 | 21.9±0.55 | 14.5±6.57 | 4.18±0.06 |
| Glutamine | 51.3±9.06 | 50.4±9.36 | 11.1±1.87 | 15.9±3.63 | 0.19±0.15 |
| Glycine | 17.9±5.22 | 23.0±7.01 | 5.39±0.20 | 7.00±0.69 | 0.76±0.19 |
| Alanine | 72.1±14.6 | 55.5±7.61 | 17.0±0.72 | 14.2±0.65 | 3.82±0.32 |
| Valine | 65.3±16.6 | 50.0±6.10 | 11.5±0.66 | 12.1±0.57 | 0.66±0.05 |
| Cysteine | 2.26±3.91 | 5.21±1.11 | ND ¹⁾ | 2.66±0.64 | ND ¹⁾ |
| Methionine | 27.2±6.08 | 19.7±3.05 | 5.81±0.15 | 6.00±0.27 | 0.58±0.23 |
| Isoleucine | 61.2±17.8 | 48.5±6.90 | 10.2±0.26 | 9.02±0.37 | 0.35±0.06 |
| Leucine | 134±28.4 | 94.5±11.8 | 23.2±0.92 | 18.5±1.17 | 0.45±0.08 |
| Tyrosine | 52.9±10.7 | 44.6±6.41 | 9.62±0.97 | 12.1±0.93 | 0.10±0.17 |
| Phenylalanine | 95.5±18.4 | 65.8±7.00 | 17.4±0.19 | 11.9±0.73 | 0.64±0.10 |
| γ-aminobutyric acid | 7.66±0.85 | 2.78±0.50 | 5.63±0.72 | 2.93±0.32 | 2.05±0.05 |
| Tryptophan | 14.1±4.42 | 11.9±2.42 | 3.76±0.45 | 2.60±0.43 | 2.21±0.22 |
| Ornithine | 3.96±0.29 | 2.55±0.22 | 1.23±0.21 | 0.42±0.14 | ND ¹⁾ |
| Lysine | 85.1±10.1 | 59.2±3.58 | 17.5±3.44 | 10.1±1.68 | 0.68±0.17 |
| Histidine | 26.8±2.05 | 23.0±0.48 | 5.03±1.45 | 3.78±1.17 | 0.33±0.29 |
| Arginine | 109±6.52 | 79.6±4.33 | 26.4±8.69 | 21.5±4.00 | 10.2±0.26 |
| Proline | 28.7±7.03 | 29.8±10.9 | 5.70±2.48 | 5.40±4.77 | ND ¹⁾ |
| Total | 1176±236 | 950±150 | 238±27.2 | 208±14.0 | 32.0±0.50 |

Each value is the mean±SD. (n=3)

¹⁾ ND : not detected

場合に、発酵原料としてオカラと米のどちらを使用してもアミノ酸含量に大差がないのは、米麴のプロテアーゼ活性がオカラ麴ほど高くないため³⁾と考えられた。

オカラを発酵原料とした試験区 OO と試験区 RO では、比較的高い GABA (γ-アミノ酪酸) 含量を示した。また、試験区 OO の発酵物には GABA が 7.7 mg/100ml 含まれているので、100ml 摂取すると 1 日摂取目安量 20 mg¹⁷⁾ の約 1/3 を摂取することが可能であると考えられる。GABA は

血圧降下作用¹⁷⁾に加え、精神安定作用、脳機能改善作用等さまざまな効果を示す物質¹⁸⁾として注目されている。従って、GABA を多く含む様々な食品の開発¹⁹⁾が行われているが、オカラ麴を使用した発酵物の GABA 含有量はこれまで開発されている食品と同程度であった²⁰⁾。

3. 総ポリフェノール量と ACE 阻害活性

オカラ麴を使用した場合、総ポリフェノール量は高く、試験区 OO と試験区 OR で、それぞれ 35.8 mg/100 ml と

Table 4 The total polyphenol content and ACE inhibitory activity of fermentation products

| | Total polyphenol content Gallic acid equivalent amount (mg/100ml) | ACE inhibitory activity IC ₅₀ (mg/ml) |
|----|---|---|
| OO | 35.8±0.50 ^a | 34.4±8.54 ^a |
| OR | 44.2±0.32 ^b | 82.5±13.7 ^a |
| RO | 18.0±0.12 ^c | 299±30.1 ^{bc} |
| RR | 20.9±0.48 ^d | 473±80.7 ^c |

Each value is the mean±SD. (n=3)

Different letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$).

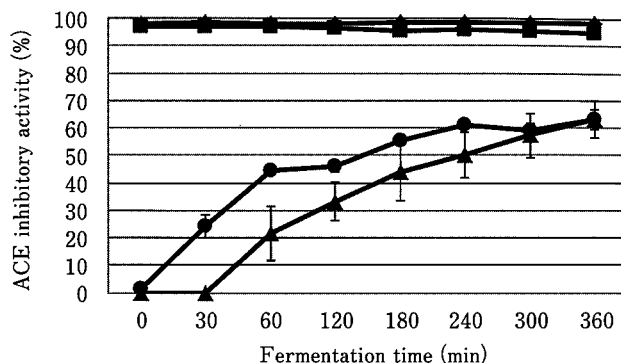
44.2mg/100mlであった。麴菌はポリフェノール類を生成することが報告²¹⁾されており、また黄麴では原料にフェニルアラニンとリンゴ酸が多くなるとポリフェノールが増加するとの報告²⁰⁾がある。オカラ麴を使用した試験区はフェニルアラニンとリンゴ酸が多いため総ポリフェノール量が高くなったと考えられ、これらの報告と一致していた。測定結果よりオカラ麴を使用することでポリフェノールが豊富な発酵食品の製造が可能だと考えられた。

ACE 阻害活性は、IC₅₀ で比較すると、試験区 OO が最も高く、次は試験区 OR であった (Table 4)。麴にオカラ麴と米麴のどちらを使用しても、米よりオカラを発酵原料に使用した場合に ACE 阻害活性が高くなることが分かった。また、米麴よりオカラ麴を使用した場合に、ACE 阻害活性が高くなることが分かった。さらに、試験区 OR の活性を試験区 RO と比較すると 3.6 倍であったことから、単にオカラを原料にすれば ACE 阻害活性が高くなることを示していた。

4. 発酵中の ACE 阻害活性とホルモル態窒素の推移

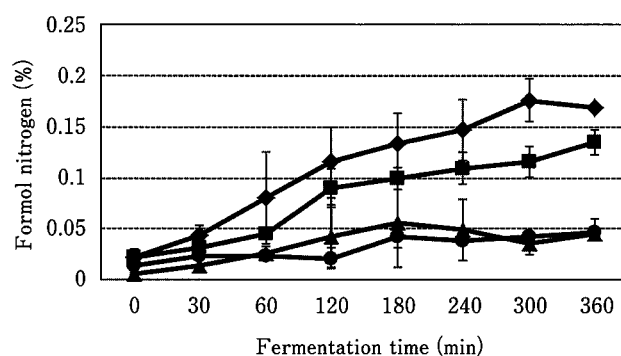
Fig. 1 に示したように、オカラ麴を使用した試験区 OO と試験区 OR においては、発酵初期から ACE 阻害活性が 90% 以上であり、発酵期間中ほとんど変化がなかった。一方、米麴を使用した試験区 RO では、発酵初期には活性がなく、時間の経過と共に活性値が上昇し、4 時間後には 50% 以上に達した。また、試験区 RR では、同様に発酵初期には活性がなく、最初の 60 分位までに急激に上昇し、その後緩やかに上昇し、約 3 時間後に 50% を超え、その後 3 時間～6 時間まではほとんど活性の変化はみられなかった。ホルモル態窒素の推移は、いずれの試験区も時間の経過に従って増加したが、オカラ麴を使用した方がその増加が早く、試験区 OO では、発酵開始から 2 時間にかけて大きく増加した (Fig. 2)。ホルモル態窒素は、試験区 OO において最も高く、約 0.17% (w/v) であった (Fig. 2)。また、試験区 OR が 0.13% (w/v)、試験区 RO が 0.05% (w/v)、試験区 RR が 0.05% (w/v) であった。

ACE 阻害活性とホルモル態窒素の経時変化から、オ

**Fig. 1** Time course of the levels of ACE inhibitory activity

◆, OO; ■, OR; ▲, RO; ●, RR.

Each value is the mean±SD. (n=3)

**Fig. 2** Time course of formol nitrogen production

◆, OO; ■, OR; ▲, RO; ●, RR.

Each value is the mean±SD. (n=2)

カラ麴を使用した場合にも米麴同様に ACE 阻害物質の生成が考えられるが、同時に ACE 阻害物質の分解が起こり、ACE 阻害活性の値がみかけ上ほとんど変化しなかったのではないかと考えられた。オカラ麴のようにタンパク分解酵素活性が高い麴を使用する際、発酵原料にタンパクが多いものを同時に使用するとアミノ酸が豊富で ACE 阻害活性が高い発酵物が生成できると考えられた。ホルモル態窒素の結果から試験区 RR では少しずつアミノ酸が生成していることから、同時にペプチド等の ACE 阻害物質も生成していると考えられ、ACE 阻害活性も同様に少しずつ増加の傾向を示すと思われた。しかし、実際は発酵開始から 60 分までに急激に活性が高くなっており、ACE 阻害物質が急激に生成されたか、ACE 阻害活性の高い物質が発酵初期に生成され、その後は少しずつ増加し、240 分後に最大になったことが考えられた。

5. 人工消化液耐性試験

Fig. 3 に示したように、オカラ麴を使用した試験区では、消化液処理後も ACE 阻害活性は 90% 以上の高い値で維持されていた。つまり、オカラ麴を使用した発酵物の ACE 阻害能は人工消化液の影響を受けにくいことが確認

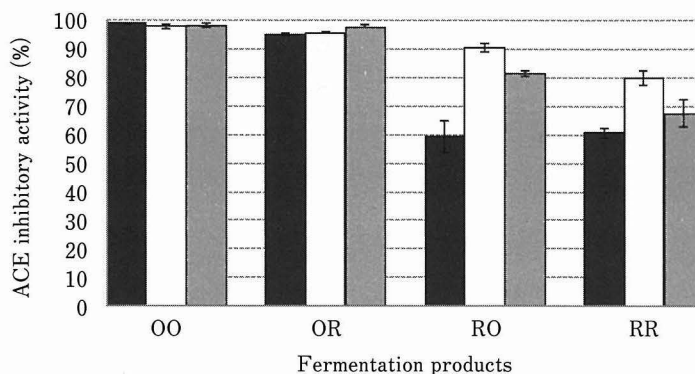


Fig. 3 Effect of artificial digestion on the ACE inhibitory activity of fermented products

■, Untreated; □, Pepsin treatment; ▒, Pepsin-Pancreatin treatment.
Each value is the mean \pm SD. ($n=3$)

された。一方、米麴を使用した試験区では、ペプシン処理後に活性が上昇し、パンクレアチン処理後に低下した。試験区 RO ではペプシン処理により活性が 60% から約 90% に上昇し、パンクレアチン処理により 80% へ低下した。また、試験区 RR ではペプシン処理により活性が約 60% から約 80% へ上昇し、パンクレアチン処理後に約 70% へ低下した。この挙動は、大豆蛋白質のペプシン消化による ACE 阻害能の発現に関する報告と一致している²²⁾。

以上のように、米麴よりもオカラ麴を使用して製造した発酵物の方が、体内消化液処理後も高い ACE 阻害活性を維持していたので、経口摂取した場合でも有効であると考えられた。

要 約

オカラ麴と発酵原料としてのオカラや米を使用して、新しい発酵物を製造し、その成分含量と ACE 阻害活性について検討した。オカラ麴を使用すると、有機酸、アミノ酸が豊富で ACE 阻害活性の高い発酵物が得られた。アミノ酸の中では特に必須アミノ酸が大きく増加し、機能性成分の GABA も増加した。また、オカラ麴の発酵物は発酵初期から高い ACE 阻害活性を示し、発酵終了まで高い活性で推移した。一方、米麴発酵物は、発酵初期は ACE 阻害活性がなく、時間の経過に従い高くなったが、オカラ麴と比較すると低い値であった。オカラ麴発酵物は体内消化液処理後も ACE 阻害活性を維持していたので、経口摂取した場合でも有効であると考えられた。

文 献

- 1) 日本豆腐協会, 食品リサイクル法に係る発生抑制, 資料 2-6, 平成 23 年 12 月 2 日.
- 2) 文部科学省 科学技術・学術審議会 資源調査分科会報告/五訂増補食品成分表 (女子栄養大学出版部), (2009).
- 3) Ochi, H., Mizutani, M. and Hayashi, S., Physiologically Active Substances of Okara Koji. *J. Food Sci. Technol. Res.*, **2**, 271-

274 (2015).

- 4) 越智 洋, 水谷政美, 山本英樹, 林 幸男, オカラを原料とした麴を用いたシラ魚醤油の製造, 日本食品保蔵科学会誌, **4**, 161-169 (2014).
- 5) 米倉政美, 田中絢子, 大豆ホエイおよびオカラたん白質からの生理機能性ペプチドの単離と応用, 大豆たん白質研究, **6**, 88-93 (2003).
- 6) 米倉政美, 山本亜弥子, 大豆ホエイおよびオカラたん白質からの生理機能性ペプチドの単離と応用, 大豆たん白質研究, **7**, 79-84 (2004).
- 7) 米倉政美, 市村妙子, 西川実希, 大豆ホエイおよびオカラたん白質からの生理機能性ペプチドの単離と応用, 大豆たん白質研究, **8**, 97-102 (2005).
- 8) 渡辺泰成, 横堀正敏, 増田こずえ, 奥沢洋平館博, 微生物利用による生体機能調節物質の生産に関する研究, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, **3**, 61-65 (2005).
- 9) 水谷政美・高山清子・山本英樹・越智 洋・加藤 聡・黒木邦彦: 焼酎粕の乳酸発酵による飼料化, *J. Brew. Soc. Japan*, **106**, 785-790 (2011).
- 10) 社団法人日本食品科学工学会食品分析研究会編, 1 機能性成分 1-4 ポリフェノール類 1-4-1 ポリフェノール類・総量 ●フォーリン・チオカルト法, (株)光琳, 新・食品分析法 [II], 68-72 (2006).
- 11) 鶴田裕美, 柘植圭介, 吉村臣史, 小金丸和義, 県産農産物からの有用物質の抽出およびその活用, 佐賀県工業技術センター研究報告書, **19**, 29-33 (2010).
- 12) しょうゆ試験法編集委員編, しょうゆ試験法, 1 しょうゆ分析法, 1-3-3 ホルモール窒素, 財団法人日本醤油研究所, 19-20 (1985).
- 13) Horiuchi, M., Fujimura, K., Terashima, T. and Iso, T., Method for determination of angiotensin-converting enzyme activity in blood and tissue by high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr.*, **233**, 123-130 (1982).
- 14) 道島俊英, 林 美央, 勝山陽子, 附木貴行, 日比野剛, 川嶋正男, 矢野俊博, 榎本俊樹, 食品製造副産物の高度利用化技術に関する研究, 石川県工業試験場研究報告, **53**, 49-54 (2004).
- 15) 瀧口隆一, 鈴木 豊, 乳酸菌の人工消化液中での生残性, 腸内細菌学雑誌, **14**, 11-18 (2000).
- 16) 三宅義明, 山本兼史, 長崎 大, 中井直也, 村上太郎, 下村吉治, ヒトにおけるレモン果汁およびクエン酸摂取が運動後の血中乳酸濃度に及ぼす影響, 日本栄養・食糧学会誌, **54**, 29-33 (2001).

- 17) 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, 日本食品科学工学会誌, **51**, 79-86 (2004).
 - 18) 野口智紀, 中村和哉, 古賀秀徳, 各種処理によるジャガイモ塊茎の γ -アミノ酪酸 (GABA) 増加方法, 日本食品科学工学会誌, **54**, 447-451 (2007).
 - 19) 侯 歌川, 藤川皓江, 荒川健佑, 宮本 拓, γ -アミノ酪酸 (GABA) を高生産する乳酸菌の選抜と鶏肉発酵調味液の GABA 富化, 日本食品科学工学会誌, **60**, 125-132 (2013).
 - 20) 広瀬直人, 氏原邦博, 照屋 亮, 前田剛希, 吉武 均, 和田 浩二, 吉元 誠, γ -アミノ酪酸 (GABA) を増強したサトウキビ乳酸発酵飲料の開発, 日本食品科学工学会誌, **55**, 209-214 (2008).
 - 21) 土佐典照, 黄麴菌によるコエンザイム Q の生産, 鳥根県産業技術センター研究報告, **46**, 11-16 (2010).
 - 22) 山内文男, 陳 俊榮, 村本光二, 岩淵せつ子, 浅野三夫, 末網邦男, 大豆抽出残さ“オカラ”からのたん白質の抽出とその利用, 大豆たん白質研究, **15**, 22-27 (1994).
- (平成 27 年 11 月 9 日受付, 平成 28 年 2 月 15 日受理)
-