

食用植物と香辛料のキサンチンオキシダーゼ阻害活性について

増田 勝己*・久保 千恵**・鳴瀬みどり

(2009年1月30日受理)

Inhibitory Effect of Edible Plants and Spices on Xanthine Oxidase

Katsumi MASUDA, Chie KUBO, Midori NARUSE

キーワード (key words)

キサンチンオキシダーゼ阻害 (Inhibitory Effect of Xanthine Oxidase)

食用植物 (Edible Plant) 香辛料 (Spice)

1. 緒言

1960年頃まで痛風は日本人にはまれな疾病であるといわれていた。¹⁾しかし近年、厚生労働省が実施している個人を対象とした国民生活基礎調査では、痛風で通院している患者は1989年度の28万人から1998年度には59万人と約2倍に増加している。また、痛風発症年齢のピークは1965年では50歳代で27.8%だったのが1992年では30歳代で28%となり、発症年齢の早期化が進んできている。²⁾さらに、痛風の基礎病態である高尿酸血症を有している人は現在推定約500万人で、この値も増加傾向にあるといわれている。1996年(平成8年)日本痛風・核酸代謝学会では、性・年齢を問わず尿酸塩の血漿中の飽和溶解濃度(たんぱく質結合尿酸の量を含める)7.0mg/dlを正常上限とし、これを超えるものを高尿酸血症と定義した。³⁾痛風は高尿酸血症が続いた結果、関節内に析出した尿酸塩が5年以上かけて結晶誘発性関節炎を起こすことによると推測されている。⁴⁾痛風の尿酸塩結晶沈着症としての症状は関節炎、痛風結節と尿路結石を含めた腎障害があるが、その他にも肥満、高血圧、高脂血症などを複合的に合併する場合が多い。³⁾

現在、痛風や高尿酸血症のための尿酸合成抑制薬として使用されているのはアロプリノールの1種類しかなく、ほかの薬は使用されていない。⁵⁾アロプリノールはキサンチンオキシダーゼ(XOD)に対してヒポキサンチン及びキサンチンに拮抗することによって尿酸の生合成を抑制し、血中尿酸値及び尿中尿酸値を低下させる。また、主代謝物であるオキシプリノールもXOD抑制作用を有する。⁶⁾

現代の核酸・プリン体を多く含む食事、アルコール多量摂取、過剰エネルギーの摂取、不規則な食生活などの食環境では尿酸が生合成されやすく、それにより引き起こされる痛風や高尿酸血症、XODが関与している虚血・再灌流における酸化障害⁷⁾を防ぐためにXOD阻害作用のある食用植物などを見つけることは有意義なことと思われる。しかし、今のところプロポリスのフラボノイド⁸⁾やバナバ葉中のエラグ酸⁹⁾、クローブの成分であるオイゲノール¹⁰⁾に効果があると報告されているものの、顕著な阻害活性作用を示すものは食用植物や食品では見出されていない。

食用植物や香辛料はポリフェノール類などを多く含みそれによる抗酸化力が強いので^{11)、12)}、著者らはこれらを試料としてXODの阻害効果について検討を行った。

*ベンネーム(本名:三谷) **木村病院(鯖江市)

2. 試料

自宅周辺（福井県丹生郡越前町）や短期大学周

辺（福井県福井市天池町）で収集したものを当日に2時間以内で、市販品は購入後当日4時間以内で試料に供した。（表1、2参照）

表1 試料とした食用植物

種類	学名	科名
1 アオシソ	<i>Perilla frutescens</i>	シソ科
2 アカシソ	<i>Perilla frutescens</i>	シソ科
3 カキ（実）	<i>Diospyros kaki</i>	カキノキ科
4 カキ（葉）	<i>Diospyros kaki</i>	カキノキ科
5 カキ（茶）	<i>Diospyros kaki</i>	カキノキ科
6 カタバミ	<i>Oxalis corniculata</i>	カタバミ科
7 カリン	<i>Chaenomeles sinensis</i>	バラ科
8 キクイモ	<i>Helianthus tuberosus</i>	キク科
9 ギョウジャニンニク	<i>Allium victorialis</i>	ユリ科
10 コスモス	<i>Cosmos bipinnatus</i>	キク科
11 サツマイモ（葉）	<i>Ipomoea batatas</i>	ヒルガオ科
12 チャ（生葉）	<i>Camellia sinensis</i>	ツバキ科
13 ツルムラサキ	<i>Basella rubra</i>	ツルムラサキ科
14 ドクダミ	<i>Houttuynia cordata</i>	ドクダミ科
15 ビワ（葉）	<i>Eriobotrya japonica</i>	バラ科
16 フキノトウ	<i>Petasites japonicus</i>	キク科
17 ミツバ	<i>Cryptotaenia japonica</i>	セリ科
18 ムカゴ	<i>Dioscorea Japonica</i>	ヤマノイモ科
19 ユキノシタ	<i>Saxifraga stolonifera</i>	ユキノシタ科
20 ワラビ	<i>Pteridium aquilinum</i>	ウラボシ科
21 カラスノエンドウ	<i>Vicia angustifolia</i>	マメ科
22 ギシギシ	<i>Rumex japonicus</i>	タデ科
23 スギナ	<i>Equisetum arvense</i>	トクサ科
24 スベリヒユ	<i>Portulaca oleracea</i>	スベリヒユ科
25 タンポポ	<i>Taraxacum platycarpum</i>	キク科
26 ツユクサ	<i>Commelina communis</i>	ツヤクサ科
27 ヘクソカズラ	<i>Paederia scandens</i>	アカネ科
28 マツ（葉）	<i>Pinus thunbergii</i>	マツ科
29 ヨモギ	<i>Artemisia princeps</i>	キク科
30 ギボウシ	<i>Hosta sieboldiana</i>	ユリ科
31 キンジソウ	<i>Gynura bicolor</i>	キク科
32 コゴミ	<i>Matteuccia struthiopteris</i>	オシダ科
33 ズイキ	<i>Colocasia esculenta</i>	サトイモ科
34 セリ	<i>Oenanthe javanica</i>	セリ科
35 タラノメ	<i>Aralia elata</i>	ウコギ科
36 ニンニク	<i>Allium sativum</i>	ユリ科
37 ミョウガ	<i>Zingiber mioga</i>	ショウガ科
38 モロヘイヤ	<i>Corchorus olerarius</i>	シナノキ科
39 ラッキョウ	<i>Allium bakeri</i>	ユリ科

1～20は、自宅周辺（福井県丹生郡越前町織田）で採取したもの
30～39は、市販品のもの

21～29は、短期大学周辺（福井県福井市天池町）で採取した

表2 試料とした香辛料

種類	学名	科名
1 アニス	<i>Pimpinella anisum</i>	セリ科
2 ウーシャンフェ	注 ¹⁾	
3 カルダモン	<i>Elettaria cardamomum</i>	ショウガ科
4 キャラウェイ	<i>Carum carvi</i>	セリ科
5 クミン	<i>Cuminum cyminum</i>	セリ科
6 コリアンダー	<i>Coriandrum sativum</i>	セリ科
7 ローズマリー	<i>Rosmarinus officinalis</i>	シソ科
8 ナツメグ	<i>Myristica fragrans</i>	ニクズク科
9 クローブ	<i>Eugenia caryophyllata</i>	フトモモ科
10 チリパウダー	注 ²⁾	
11 セージ	<i>Salvia officinalis</i>	シソ科
12 サンショウ	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	ミカン科
13 レモンバーム	<i>Melissa officinalis</i>	シソ科
14 ワサビ	<i>Wasabia japonica</i>	アブラナ科

1～7は、SG朝岡スパイス株式会社製 8～11は、S & B エスピー食品株式会社製
 12は、GABAN・ハウス食品株式会社製 13、14は、自宅周辺（福井県丹生郡越前町）で採取したもの
 注1) ウーシャンフェ（五香粉）は、スターアニス、シナモン、チンピ（陳皮）、クローブ、ホアジャオ（花椒）が入っているため記載していない。
 注2) チリパウダーは、パプリカ、クミン、アカトウガラシ、オレガノ、ガーリックが入っているため記載していない。

3. 実験方法

3-1 試薬調製

記載がない限り、試薬はナカライテスク株式会社製の特級を使用した。

(1) 0.1M リン酸緩衝液 (pH7.4)

リン酸二水素ナトリウム (0.1M-Na₂HPO₄) 2.839g に蒸留水 200ml 入れ溶解したものと、リン酸一水素カリウム (0.1M-KH₂HPO₄) 0.680g に蒸留水 50ml 入れ溶解したものとを混合し、pH7.4 に調整した。

(2) 0.1mM キサンチン溶液

室温まで戻したキサンチン (C₅H₄N₄O₂) 7.6mg を精秤し、リン酸緩衝液 300ml を入れ、加熱溶解し、冷却後 500ml のメスフラスコに移しリン酸緩衝液でメスアップした。

(3) 0.12U/mg XOD (キサンチンオキシダーゼ) 溶液

XOD (0.23U/mg) はバターミルク由来（和光純薬工業株式会社製）のものを使用した。室温まで戻した XOD を 10.0mg 精秤し、リン酸緩衝液

20ml で溶解した。

(4) アロプリノール溶液

室温まで戻したアロプリノール (C₅H₄N₄O) (和光純薬工業株式会社製) 7.0mg を精秤し、リン酸緩衝液 30ml を入れ加熱溶解し冷却後、50ml のメスフラスコに移しリン酸緩衝液でメスアップした。

3-2 試料調製

試料 1.0g を秤量し、乳鉢に移しリン酸緩衝液 9.0ml を加えよく磨砕した。ろ紙 (No.5C) でろ過したものを試料液とした。

3-3 XOD 活性測定

XOD 活性の測定は、海野らの方法⁹⁾を参考にして、キサンチンを基質とし XOD を加えることにより生成する尿酸量を求めた。試験管に、リン酸緩衝液 1.5ml、試料液 0.1ml、メタノール 0.1ml、蒸留水 0.8ml、キサンチン 3.0ml を加え振とうし、アルミキャップをして 37℃ で 15 分間保温後 XOD 0.5ml を加え振とうし、それを石英セルに入れた。XOD を加えてから 30 秒後に直ちに

37℃で保温してあるセル保温器を装着した分光光度計（日本分光(社) Ubest-30）を用いXODの添加から3分後の吸光度（測定波長 295nm）を測定した。保温は、恒温槽 Ujulabo-F40-HC を用いた。結果からXOD 阻害率を下式により求めた。阻害活性を強く示す試料についてはリン酸緩衝液を用いて5倍、10倍に希釈し、それを試料液とし吸光度を測定した。

ブランク測定(A)はリン酸緩衝液 2.1ml、メタノール 0.1ml、蒸留水 0.8ml、キサランチン 3.0ml、XOD 活性測定(B)はリン酸緩衝液 1.6ml、メタノール 0.1ml、蒸留水 0.8ml、キサランチン 3.0ml、XOD 0.5ml、試料液測定(C)はリン酸緩衝液 2.0ml、試料液 0.1ml、メタノール 0.1ml、蒸留水 0.8ml、キサランチン 3.0ml、XOD 阻害活性測定は(D)はリン酸緩衝液 1.5ml、試料液 0.1ml、メタノール 0.1ml、蒸留水 0.8ml、キサランチン 3.0ml、XOD 0.5ml をそれぞれ入れ振とうした。まとめると以下の表3になる。

阻害率

$$100 - \{(D \text{吸光度} - C \text{吸光度}) / (B \text{吸光度} - A \text{吸光度}) \times 100\}$$

A : ブランク測定

B : XOD 活性測定

C : 試料液測定

D : XOD 阻害活性測定

表3 XOD 活性の測定法

		A	B	C	D
0.1Mリン酸緩衝液(pH7.4)	1.5ml	○	○	○	○
試料液	0.1ml	×	×	○	○
メタノール	0.1ml	○	○	○	○
蒸留水	0.8ml	○	○	○	○
0.1mMキサランチン	3.0ml	○	○	○	○
	37℃、15分間保温				
XOD (0.12U)	0.5ml	×	○	×	○
合計	6.0ml				

* 「×」は、かわりにリン酸緩衝液を加えた。

* 希釈は、ろ過液を取りリン酸緩衝液で希釈した。

3-4 希釈液のXOD 活性測定

XOD 阻害活性を強く示した試料液をリン酸緩衝液で5倍、10倍に希釈し、それを試料液とした。

3-5 希釈加熱液のXOD 活性測定

試験管に3-4で調製した5倍、10倍希釈液

を入れアルミキャップをして沸騰浴中で15分間、30分間加熱した。その後、冷却し試料液とした。

3-6 加熱処理した粉末試料のXOD 活性測定

各試料をアルミ秤量皿に2.0gずつ取り、105℃で24時間加熱後、それを1.0g精秤し、リン酸緩衝液9.0mlを加え磨砕した。その後、ろ紙でろ過し5倍希釈後試料液とした。

3-7 相乗効果の測定

XOD 阻害活性を強く示した試料を2つ取りそれぞれ0.5g混合後、リン酸緩衝液9.0mlを加え磨砕した。その後、ろ過液を5倍希釈後試料液とし、XOD 活性測定と同様の方法で行った。相乗効果の測定は、それぞれの試料液の約1/2となる量を同量添加して活性効果をみた。

3-8 ポリフェノール吸着後のXOD 活性測定

ポリクラールVT（和光純薬工業株式会社）0.02gを3-4で調製した5倍希釈した溶液10mlの中に加え攪拌した。その後、ろ紙でろ過し試料液とした。

3-9 アロプリノールのXOD 活性測定

アロプリノール溶液を試料液とした。

4. 結果及び考察

4-1 食用植物のXOD 阻害

食用植物など37種のXOD 阻害率は表4のとおりである。エラグ酸やフラボノイドは水酸基をもつフェノール性物質であり、これに類似した物質を含むと思われるフキノトウ、ギョウジャニンニク、ドクダミなどいずれの食用植物には強いXOD 阻害活性を示すものはなかった。柿（生葉）とお茶（生葉）は約30%と低めではあるがXOD 阻害活性を示した。

4-2 香辛料のXOD 阻害

香辛料14種類のXOD 阻害率は表5のとおりである。ローズマリー、クローブ、セージの3種類が約90%と強いXOD 阻害活性を示した。その他では、クミンも低めではあるが約30%を示し

た。ウーシャンフェ(五香粉)にはクローブが入っているが、強い阻害活性を示すことはなかった。これは他の香辛料も入っておりクローブの量が少なくなっていたためであろう。

4-3 希釈液のXOD阻害

香辛料3種の5倍希釈液はいずれも阻害活性を示した。クローブの原液は97.5%と他の2種類より強い阻害率を示していたが、5倍、10倍に希釈することにより、ローズマリーやセージとほ

ぼ同じ阻害率を示す結果になった。

4-4 希釈液の加熱によるXOD阻害の変化

5倍希釈液の沸騰浴加熱では約10~20%の低下が見られたが、10倍希釈液では阻害率がもとと低く変化は少なかった。

4-5 加熱処理した粉末試料のXOD阻害の変化

香辛料3種類の粉末試料を105℃24時間加熱

表4 食用植物のXOD阻害

種 類	阻害率(%)	種 類	阻害率(%)
1 アオシソ	0.0 ± 0.0	21 カラスノエンドウ	0.0 ± 0.0
2 アカシソ	5.1 ± 5.4	22 ギシギシ	22.9 ± 3.1
3 カキ(実)	0.0 ± 0.0	23 スギナ	4.9 ± 1.9
4 カキ(葉)	32.2 ± 8.0	24 スベリヒユ	0.0 ± 0.0
5 カキ(茶)	19.2 ± 3.5	25 タンポポ	0.0 ± 0.0
6 カタバミ	22.3 ± 1.5	26 ツユクサ	0.0 ± 0.0
7 カリン	22.8 ± 0.8	27 ヘクソカズラ	10.0 ± 28.0
8 キクイモ	0.0 ± 0.0	28 マツ(葉)	5.3 ± 0.6
9 ギョウジャニンニク	8.3 ± 5.1	29 ヨモギ	4.1 ± 16.0
10 コスモス(葉)	21.3 ± 8.6	30 ギボウシ	0.0 ± 0.0
11 サツマイモ(実)	0.0 ± 0.0	31 キンジソウ	0.0 ± 0.0
12 チャ(生葉)	35.1 ± 3.2	32 コゴミ	0.0 ± 0.0
13 ツルムラサキ	0.0 ± 0.0	33 スイキ	12.3 ± 2.0
14 ドクダミ	0.0 ± 0.0	34 セリ	0.0 ± 0.0
15 ビワ(葉)	3.2 ± 0.4	35 タラノメ	0.0 ± 0.0
16 フキノトウ	5.3 ± 1.0	36 ニンニク	0.0 ± 0.0
17 ミツバ	0.0 ± 0.0	37 ミョウガ	0.0 ± 0.0
18 ムカゴ	0.0 ± 0.0	38 モロヘイヤ	0.0 ± 0.0
19 ユキノシタ	0.0 ± 0.0	39 ラッキョウ	3.5 ± 0.7
20 ワラビ	0.0 ± 0.0		

値は、平均値(3回測定) ± 標準偏差で示した。

表5 香辛料のXOD阻害

種 類	阻害率(%)	種 類	阻害率(%)
1 アニス	23.0 ± 1.6	8 ナツメグ	4.7 ± 1.0
2 ウーシャンフェ	14.3 ± 1.3	9 クローブ	97.5 ± 1.6
3 カルダモン	8.8 ± 8.5	10 チリパウダー	22.1 ± 3.1
4 キャラウェイ	6.1 ± 4.7	11 セージ	90.4 ± 1.8
5 クミン	36.4 ± 2.8	12 サンショウ	0.0 ± 0.0
6 コリアンダー	0.0 ± 0.0	13 レモンバーム	14.7 ± 14.3
7 ローズマリー	89.8 ± 4.3	14 ワサビ	0.0 ± 0.0

値は、平均値(3回測定) ± 標準偏差で示した。

した試料液のXOD 阻害率は表8のとおりとなった。ローズマリー、クローブは阻害活性が低下したがセージは5倍希釈液で1.4倍、10倍希釈液で2.3倍上昇した。セージの阻害物質は耐熱性があるか、加熱による酸化重合により阻害が強まったと思われる。

4-6 相乗効果

香辛料2種類の混合によるXOD 阻害の相乗効果は表9のとおりである。いずれの組み合わせでもXOD 阻害活性の相乗効果を示すものは見つからなかった。

4-7 ポリフェノール吸着後のXOD 阻害

ポリフェノール吸着後のXOD 阻害率は表10のとおりである。ポリクラールVTによる吸着後の阻害率が低下していることにより、ポリフェノール類がXOD 活性を抑制しているといえる。

4-8 アロプリノールのXOD 阻害

アロプリノールによるXOD 阻害率は図1のとおりである。痛風や高尿酸血症のための尿酸合成抑制薬として使用されているアロプリノールの効果をはっきりと分かる結果が得られた。試料重量で比較すると、ローズマリー、クローブ、セージの阻害活性はアロプリノールの約1/150であった。

表6 5倍、10倍希釈液によるXOD 阻害（阻害率%）

種 類	原液	5倍希釈	10倍希釈
7 ローズマリー	89.8 ± 4.3	68.3 ± 4.7	23.7 ± 1.3
9 クローブ	97.5 ± 1.6	68.7 ± 7.0	32.7 ± 2.1
11 セージ	90.4 ± 1.8	58.9 ± 1.9	30.7 ± 4.9

値は、平均値（3回測定）±標準偏差で示した。

表7 希釈液の加熱によるXOD 阻害の変化（阻害率%）

種 類		加熱前	15分間加熱	30分間加熱
7 ローズマリー	5倍希釈	68.3 ± 4.7	33.6 ± 2.1	35.7 ± 7.1
	10倍希釈	23.7 ± 1.3	30.0 ± 2.9	22.8 ± 0.4
9 クローブ	5倍希釈	68.7 ± 7.0	36.2 ± 1.1	45.5 ± 7.7
	10倍希釈	32.7 ± 2.1	29.3 ± 2.1	41.1 ± 2.1
11 セージ	5倍希釈	58.9 ± 1.9	46.7 ± 2.6	41.9 ± 0.7
	10倍希釈	30.7 ± 4.9	26.4 ± 0.7	27.9 ± 0.5

値は、平均値（3回測定）±標準偏差で示した。

表8 加熱処理した粉末試料のXOD 阻害の変化（阻害率%）

種 類		加熱前	→	加熱後
7 ローズマリー	5倍希釈	68.3 ± 4.7	→	59.7 ± 0.9
	10倍希釈	23.7 ± 1.3	→	44.8 ± 0.3
9 クローブ	5倍希釈	68.7 ± 7.0	→	46.4 ± 4.4
	10倍希釈	32.7 ± 2.1	→	36.2 ± 0.8
11 セージ	5倍希釈	58.9 ± 1.9	→	82.9 ± 1.3
	10倍希釈	30.7 ± 4.9	→	71.6 ± 0.7

105℃ 24時間加熱の値は、平均値（3回測定）±標準偏差で示した。

表9 相乗効果によるXOD阻害 (阻害率%)

種 類		計算上		測定
ローズマリー・クローブ	5倍希釈	68.5	→	64.7±1.9
ローズマリー・セージ	5倍希釈	63.6	→	39.2±0.2
クローブ・セージ	5倍希釈	63.8	→	44.7±1.3

値は、平均値 (3回測定) ±標準偏差で示した。

表10 ポリフェノール吸着後のXOD阻害 (阻害率%)

種 類		吸着前	→	吸着後
7 ローズマリー	5倍希釈	68.3±4.7	→	1.0±1.1
9 クローブ	5倍希釈	68.7±7.0	→	25.7±0.6
11 セージ	5倍希釈	58.9±1.9	→	4.8±0.7

値は、平均値 (3回測定) ±標準偏差で示した。

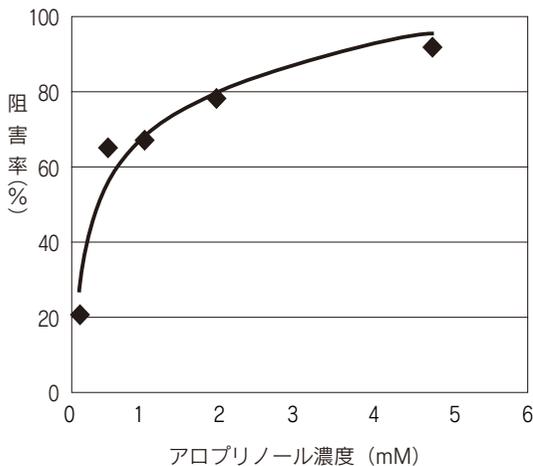


図1 アロプリノールのXOD阻害

5. ま と め

食用植物など 37 種類、香辛料 14 種類の計 51 種類の XOD 阻害活性を調査した結果、柿 (生薬) は 32.2%、お茶 (生薬) は 35.1% の阻害活性を示したが、そのほかには顕著な阻害は認められなかった。

香辛料では、ローズマリー、クローブ、セージ、の 3 種類がそれぞれ 89.8%、97.5%、90.4% と非常に強い阻害活性を示した。それらを 5 倍希釈した試料液では、それぞれ 68.3%、68.7%、58.9% の阻害があり、10 倍希釈でも約 30% の阻害活性

を示した。クローブは、原液だと 97.5% とセージ、ローズマリーよりやや強い阻害を示していたが、5 倍、10 倍に希釈することにより、セージやローズマリーとほぼ同じ阻害活性を示す結果になった。この 3 種類の試料液を沸騰浴中での加熱や粉末試料の加熱乾燥で、それらの阻害活性を調べた結果、セージは沸騰浴中加熱では著しい阻害活性の低下を示さず、加熱試料の 5 倍希釈液では約 1.4 倍の阻害活性を示した。セージの阻害物質は耐熱性があるか、条件の厳しい加熱の酸化重合により阻害活性が強まった可能性がある。

相乗効果の測定では、香辛料のいずれの組み合わせもプラスの効果を示すものは見られなかった。

ポリフェノール吸着後の XOD 活性測定では、吸着前と後の阻害率を比べると、吸着後の阻害率が著しく低下しているため、XOD の活性を抑制している物質はポリフェノール類が関係していると推測される。

痛風や高尿酸血症のための尿酸合成抑制薬として使用されているアロプリノールと試料重量で比較してみると、ローズマリー、クローブ、セージの阻害活性は約 1/150 であった。

本研究の要旨は、第 3 回日本栄養改善学会北陸支部学術総会 (2008 年 3 月、福井市) において発表した。

引用・参考文献

- 1) 吉田美香：痛風を治すおいしい特効メニュー 100, 6, 株式会社 主婦の友社 (2005)
- 2) 藤森新：痛風・高尿酸血症, 日本臨床統計集 2, 341-348, 日本臨床59巻 増刊号 8 通巻第792号 (2001)
- 3) 治療ガイドライン作成委員会 日本痛風・核酸代謝学会：高尿酸血症・痛風の治療ガイドライン ダイジェスト版, 2 (2002)
- 4) 山中寿, 小池すみこ：痛風の人の食事 尿酸値を下げる献立と食べ方, 8-9, 成美堂出版 (1996)
- 5) 細川龍男, 奈良昌治：検診で尿酸値が高めですよと言われた人の本, 12-13, 32-33, 76-77, 138-139, 株式会社法研 (2001)
- 6) 岡 純：栄養学雑誌, 63, 1, 3-12 (2005)
- 7) 鈴木博, 中村丁次：管理栄養士講座 臨床栄養学 II, 23, 28-29, 株式会社 建帛社 (2005)
- 8) 吉積一真, 西岡信雄, 重松典宏他：第57回日本栄養・食糧学会大会 講演要旨集, 314 (2003)
- 9) 海野知紀, 坂根巖, 角田隆巳：日本食品科学工学会誌, 47, 9, 740-743 (2000)
- 10) 渡辺俊太郎：静岡県立大学生生活健康科学研究科生活物理科学専攻 修士論文 (1996)
- 11) 春日敦子, 青柳康夫, 菅原龍幸：日本食品工業学会誌, 35, 12, 22-28 (1988)
- 12) 岩井和夫, 中谷延二：香辛料成分の食品機能, 4-9, 光生館 (1989)