苦丁茶の成分と機能性

根 岸 紀

(筑波大学大学院生命環境科学研究科)

Health science of ku-ding-cha

Osamu Negishi

Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba,
Tsukuba Ibaraki, 305-8572, Japan

〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1

This paper describes the physiological functions of ku-ding-cha, a traditional bitter tea beverage that has been consumed in South China for a long time. Ku-ding-cha made from species in the genus *Ilex*, Aquifoliaceae and the genus *Ligustrum*, Oleaceae have been used in China as a diuretic and remedy for sore throat, weight loss and hypertension. Recent studies have demonstrated that triterpenes and triterpenoid glycosides in ku-ding-cha from the genus *Ilex* exhibit anti-arteriosclerosis, anti-obesity, anti-allergy and anti-cancer effects, and that phenylpropanoid glycosyl esters of phenylethanoid glycosides in ku-ding-cha from the genus *Ligustrum* exhibit anti-oxidative, anti-inflammatory, hepato-protective and anti-proliferative activities. Similar effects to those described above of the phenylethanoid glycosides and tea catechins are expected from ku-ding-cha of the genus *Ilex*, which contains a large amount of chlorogenic acids. We also demonstrated that ku-ding-cha has the ability to capture allyl mercaptan and allyl methyl sulfide *in vivo*. In conclusion, further investigations are necessary to more effectively use ku-ding-cha for maintaining our health.

1. はじめに

最近まで、お茶と言えば迷わず緑茶を頭に思い浮かべていたが、このごろは、緑茶、紅茶及びウーロン茶以外にも、種々の植物葉を使用した『茶』が市販されている。また、ペットボトル清涼飲料の種類も増加して健康飲料『茶』が数多く見られ、茶と同等に扱われているように思われる。本標題の「苦丁茶 (ku-ding-cha)」は、日本ではまだ馴染みが少ないが、主に中国の南部地方で茶 (*Camellia sinensis* を原料とする茶) の代用として古来より飲用されてきた貴重な健康『茶』である^{1)~3)}。

苦丁茶には 5 科 5 属 10 種の植物^{1),3)}が利用されているが、本稿では中国で多く流通している 2 属の植物 (モチノキ科 *Ilex* 属植物⁴⁾およびモクセイ科 *Ligustrum* 属植物) 由来の苦丁茶 (図 1) を扱う。苦丁茶には、中医学では表 1 のような薬効が説明され、治療に使用されてきた²⁾。表 1 の苦丁茶の効能は、解熱、解毒し、炎症を治し、さらに血液の循環を良くすることを表わしている。

2. 苦丁茶の成分

(1) *Ilex* 属植物と *Ligustrum* 属植物

苦丁茶の水色は、緑茶と同様に淡い黄緑色から緑色 (*Ilex* 属植物由来の苦丁茶では青みが強い) であるが、後に褐変化する。味は、名前の通り非常に苦い。この色や呈味に関係する成分は、苦丁茶をはじめ、その主な原料植物であるモチノキ科 *Ilex* 属植物⁴⁾およびモクセイ科 *Ligustrum* 属植物から抽出されて化学構造が明らかにされてきた。苦丁茶には、緑茶の成分と同様な機能を持つ種々の成分が含まれている⁵⁾。

図 2 は、著者らが 2 属由来の苦丁茶からの抽出物をカラムクロマトグラフィーで分離したものであるが、それぞれに特徴的なパターンを示している。*Ilex* 属植物では、クロロゲン酸類 (CQA) の大きなピークが見られる他、苦味の強い成分が含まれている。*Ligustrum* 属植物では、CQA 以外のピークとして、フェニルエタノイド配糖体が含まれている。苦味は、画分重量を考慮に入ると、

図1 主な苦丁茶の形状

モチノキ科植物 (a, b) には, *I. cornuta* (中国名では枸骨), *I. kudingcha* (苦丁茶冬青), *I. latifolia* (大葉冬青), およびモクセイ科植物(c)には *L. pedunculare* (序梗女貞), *L. purpurascens* (紫茎女貞), *L. japonicum* (日本毛女貞), *L. robustum* (粗壯女貞) が使用されている^{1),3)}。

Ligustrum 属植物では *Ilex* 属植物の800分の1と弱い。

(2) テルペン類と配糖体

Ilex 属植物の強い苦味の主成分は, トリテルペンの配糖体 (サポニン) であり^{4),6)}, 多種類の化合物が単離さ

図2 Wakosil 25C18カラムクロマトグラフィーによる苦丁茶成分の分離

(a) *Ilex* 属由来の苦丁茶, (b) *Ligustrum* 属由来の苦丁茶。

クロロゲン酸類, フェニルエタノイドおよび苦味成分 (棒グラフ) の分離。苦味の強度は, 凍結乾燥画分 1 mg/mL の溶液を希釈して苦味がなくなるまでの希釈率を表す。

れている (図3)。*I. latifolia* の葉からの latifoloside A~H (total 880mg/kg)^{7),8)}, *I. kudingcha* からの ilekudinoside A~S (total 110mg/kg), kudinoside A, C~G (total 132mg/kg), latifoloside (total 79mg/kg) がある^{9),10)}。化合物名は色々であるが, 基本的には ursolic acid (C_5 単位のイソプレンが6個結合した C_{30} の五環式トリテルペン) の誘導体にグルコース, アラビノースおよびラフィノースが1個から5個結合した構造である。さらに, *I. kudingcha* から, 糖が結合していないトリテルペン (図4) である ilekudinol A~C (total 41mg/kg), ulmoidol 76mg/kg, ursolic acid 誘導体 (total 43mg/kg)

表1 中薬大辞典²⁾に記載されている苦丁茶の薬効と主治

項目	基原植物	薬効と主治
1. クテイチャ 〔苦丁茶〕	主としてモチノキ科の植物, 枸骨 (ヒイラギモチ <i>I. cornuta</i>), 大葉冬青 (タラヨウ <i>I. latifolia</i>)	風熱を散らす, 頭目を清める, 煩渴を除く, の効能がある。頭痛, 歯痛, 目赤, 耳だれ, 熱病煩渴, 伝染性下痢を治す。
2. クコツヨウ 〔枸骨葉〕	モチノキ科の植物, 枸骨 (ヒイラギモチ <i>I. cornuta</i>) の葉	肝腎を補う, 気血を養う, 風湿を去る, の効能がある。肺労咳嗽, 労傷出血, 腰膝痿弱, リウマチによる痺痛, 打撲傷を治す。
3. クチャヨウ 〔苦茶葉〕	モクセイ科の植物, 日本毛女貞 (ケネズミモチ <i>L. japonicum</i>)	清熱する, 解毒する, の効能がある。急性結膜炎, 口腔内潰瘍, 虫歯, 急性乳腺炎, 腫瘍による障害, やけどを治す。

苦丁茶の成分と機能性

図3 トリテルペン配糖体の構造式

トリテルペン (pomolic acid) 部分が、上段のトリテルペンと置き換わり、また糖の数が異なる構造の各種トリテルペン配糖体が単離されている (latifoloside A~H, ilekudinoside A~S, kudinoside A~G)。表3の化合物を中心に表示した。[]中の-は基本構造からのマイナスを、←は結合の追加様式を表わす。

図4 トリテルペンの構造式

図5 モノテルペン配糖体の構造式

モノテルペン (linalool) 部分が、上段のモノテルペンと置き換わった構造の各種モノテルペン配糖体が単離されている (lipedoside B-I~B-VI, kudingoside, ligurobustoside)。

が単離されている¹¹⁾。他のトリテルペンの ursolic acid, β -amyrin, lupeol, taraxerol, uvaol やステロイドの β -sitosterol も報告されている⁴⁾。苦味の弱い *L. pedunculare* からは、モノテルペン (リナロールやゲラニオール) 配糖体及びその *p*-クマル酸糖エステル (図5), 例えば lipedoside B-I~B-VI と anatoside (total 350mg/kg) が単離されている^{12), 13)}。これらの括弧中の物質質量 (total mg/kg) は精製・単離された量であり操作中の口

スもかなりあると考えられるので、実際にはもっと多く、2~5倍量と推定される。ursolic acid が1%前後含まれるという報告もある¹⁴⁾。この成分は、多くの果実表面のワックス様物質でもある。

(3) ポリフェノール化合物

苦丁茶の色や生葉の褐変に関わる成分は、ポリフェノール化合物のクロロゲン酸類 (図6, 3-CQA, 4-CQA, 5-CQA, 3,4-diCQA, 3,5-diCQA, 4,5-diCQA) であり、苦丁茶や *Ilex* 属植物の中で多いものでは約25%も含まれている¹⁾が、カテキン類 (図6, C, EC, ECG, CG) は1.7%程度である¹⁵⁾ (茶のカテキン類は主に EC, ECG, EGC, EGCG であり8~20%含む⁵⁾)。苦丁茶はルチンをや0.4%と茶より多く含む¹⁵⁾。

また、*L. pedunculare* からフェニルエタノイド配糖体及びその *p*-クマル酸糖エステル (図6), 例えば lipedoside A-I, A-II および osmanthuside B (total 260mg/kg) の単離¹²⁾および *L. purpurascens* の葉中のフェニルエタノイド配糖体 (及びその *p*-クマル酸あるいはコーヒー酸の糖エステル) 含量も報告されている (acteoside, 2.1%; ligupurpurosides A, 0.7%; ligupurpurosides B, 0.3%; osmanthuside B, 0.5%)¹⁶⁾。これらのポリフェノー

図6 カテキン類, クロロゲン酸類, フェニルエタノイド配糖体の構造式
化合物名の後に示した[]中の-は基本構造からのマイナスを表わす。

表2 ポリフェノール含量と抗酸化能

苦丁茶	クロロゲン酸類 (mmol/100g)	フェニルエタ ノイド配糖体	総ポリフェノール** (mmol/100g)	抗酸化能*** (BHA 相当量, mg/100g)
モチノキ科	66.3 (25%)	(—)	74.5	580 (3.0mmol)
モクセイ科	5.1	3.6%*	69.6	370 (2.0mmol)

*文献16)より算出した。**クロロゲン酸を標準物質とした Folin-Ciocalteu 法により定量した。

*** β -カロテン退色法により測定した。

ル成分と抗酸化能の関係を表2に示した。苦丁茶はポリフェノール成分を多く含むため、抗酸化能が高い。

(4) その他の成分

他の成分では、*I. latifolia* の葉から作られた苦丁茶は、緑茶に比べ遊離のアミノ酸やアスコルビン酸は僅かであり、カフェインを含んでいない¹⁵⁾。抗酸化ミネラル成分として、Zn, Mn, Cu および Se が注目される⁵⁾。Zn, Mn, Cu は、体内で活性酸素やフリーラジカルの無毒化に関与するスーパーオキシドジスムターゼの構成成分であり、Se は、有害過酸化脂質の分解に関与するグルタチオンペルオキシダーゼの構成成分であるが、これらの成分がモチノキ科の苦丁茶には緑茶よりも多く含まれている¹⁷⁾。

3. 各種成分の機能性

(1) 緑茶と苦丁茶の機能性

茶では、数多くの機能性が精力的に調べられており⁵⁾、苦丁茶および原料植物含有成分でも、茶成分と構造が類似した成分には同様の機能が期待される。ポリフェノール類には、抗酸化、抗突然変異、抗がん、血圧上昇抑制、抗腫瘍、抗炎症・抗アレルギー、抗菌、消臭などの作用が、また、トリテルペン及びその配糖体には、抗喘息、抗菌、血圧降下、抗アレルギー、肥満防止などの作用が

考えられる。

(2) トリテルペンと配糖体に関わる機能性

前記成分の内のトリテルペン及びその配糖体には、小腸管内でのコレステロールのエステル化に関わる酵素 acyl CoA cholesterol acyl transferase (ACAT) を阻害し、コレステロールの吸収を低下させる作用がある⁵⁾。表3のように、遊離のトリテルペンに強い阻害作用が見られた^{9),10),18)}。この阻害剤は、動脈硬化や肥満に対する薬と期待されている。ウーロン茶サポニン⁵⁾には、腓リパーゼ活性の阻害、高脂肪食投与マウスの体重低下、さらに脂質負荷後のラット血中中性脂肪含量の低下などの抗肥満作用が報告されているが、苦丁茶においてもリパーゼ活性の阻害作用が調べられている¹⁹⁾。ペパーミントやラフマ（キョウチクトウ科の植物）の抽出物と同等の濃度で阻害した。

ursolic acid などのトリテルペンでは、抗菌、抗炎症、抗がんの作用が報告されている²⁰⁾。体内および食品中のスフィンゴミエリンというリン脂質は、通常はスフィンゴミエリナーゼという酵素で加水分解され蓄積せず低濃度に維持されている。そのため、本酵素は結腸のがん化の阻害剤に提案されている。ursolic acid は、特にアルカリスフィンゴミエリナーゼを活性化したため、抗がん作用を増強することが期待されている²⁰⁾。さらに、苦丁茶 (*I. latifolia*) 抽出物には、ヒスタミン遊離抑制作用があり、IgE 抗体産生抑制作用のあるフコイダイン粉末と併用することによる、花粉症の眼、鼻、喉の各症状改善効果を請求した特許が公開されている²¹⁾。2月から4月におけるヒトボランティア試験により各症状に対し90%前後の有効性が示された。抗アレルギー作用を示す苦丁茶中の有効成分としては、茶同様にサポニンが推定される。スギ花粉症の著者が2007年1月下旬から3月初めに本作用を実践した（毎日、昼食後から夕方までに、図1-(b)、*Ilex* 属植物由来の苦丁茶1本を約100mL × 5回の湯でいれて飲んだ）結果、花粉症の症状（くしゃみ、鼻水、鼻づまり等）がほとんど現れなかった。その後、花粉飛散ピーク時期に1日間中止すると、次の午前中には、くしゃみ、鼻水が激しく出たため、再び昼から苦丁茶を飲んだ。その結果、翌日からほとんど症状は現れなかったため、苦丁茶の効果はあると思われる。

表3 動脈硬化抑制作用^{9),10),18)}

ACAT 阻害剤*	IC ₅₀ (10 ⁻⁵ M)
Triterpene	
ilekudinol A	15.4
ilekudinol B	4.4
ilekudinol C	32.8
ulmoidol	46.8
23-hydroxyursolic acid	6.4
27-trans-p-coumaroyl ursolic acid	7.3
27-cis-p-coumaroyl ursolic acid	19.4
Triterpene glycoside	
latifolioside A	(75.3)**
ilekudinoside A	(185.8)**
ilekudinoside F	(60.3)**
Monoterpene glycoside	
lipidoside B-III	26.9
Phenylethanoid glycoside	
osmanthuside B	>1000

*各構造式は図3～6を参照。 **文献9)中の阻害濃度から比例計算によって算出した。

(3) ポリフェノール化合物に関わる機能性

Ligustrum 属植物のフェニルエタノイド配糖体及びその *p*-クマル酸あるいはコーヒー酸の糖エステルには、抗酸化性、抗炎症作用、肝臓保護作用、腫瘍細胞の増殖抑制活性が報告されている。スーパーオキシド捕捉活性、脂質過酸化及び溶血反応の阻害活性が高かった *L. robustum* 由来苦丁茶における配糖体が高濃度なフラクションでは、0.5g/kg (マウス) の量において抗炎症薬である Indomethacin (0.1g/kg) とほぼ同等の抗炎症作用 (血管の浸透性試験による) があった²²⁾。また、肝臓疾患の治療薬である Silymarin と同様の肝機能保護作用 (CCl₄ による肝障害の治療効果、すなわち、GOT, GPT の低下および肝臓組織における脂肪の蓄積と細胞の壊死の減少・改善) がラットで認められている²²⁾。さらに、*o*-ジフェノール構造を2個持つ配糖体 acteoside や ligupurpurosides A (図6) では、腫瘍細胞である B16F10 (マウスメラノーマ), HeLa (ヒト子宮頸癌細胞), MK-1 (ヒト腸癌細胞) に対する強い増殖抑制活性が認められた²³⁾。これは、抗腫瘍薬である 5-fluorouracil とほぼ同等の増殖抑制濃度であった。

クロロゲン酸類においても、カテキン類やフェニルエタノイド配糖体などと同様に、抗酸化性、抗変異原性をはじめ、抗がん、血圧降下、抗炎症作用、糖尿病改善効果などが期待されている²⁴⁾。

(4) 生体内消臭作用

著者らは、*Ilex* 属植物由来の苦丁茶抽出液を用いて生体内消臭作用を調べた。図7のよう、ニンニクを摂取すると悪臭のアリルメルカプタン

(AllSH) が生成し、さらに、メチル化してアリルメルスルフィド (AllSMe) となり、不快臭が持続する。ここで、苦丁茶を摂取すると苦丁茶中のポリフェノール成分が自動酸化されてキノン構造になり、AllSH と付加反応を起こして (AllSH を捕捉して) 消臭される。実際の生体内消臭結果 (図8) では、ニンニクを摂取終了後 (0時), 5分間で茶を飲み、その5分後の経過時間10分の時点で、苦丁茶では AllSH がコントロールの水より約3.5% (-13ppb) 軽減されていた。効果は、緑茶 (+16ppb) よりアリルメルカプタン消去能が強く、紅茶 (-28ppb) やウーロン茶 (-22ppb) よりも弱いという結果であった。また、AllSMe の消去に関して苦丁茶では経過時間10分で水より約17% (-48ppb) の軽減効果があった (緑茶 +0.7 ppb, 紅茶 -9 ppb, ウーロン茶 -30ppb, マテ茶 -52ppb)。緑茶ではアスコルビン酸が多く含まれているためにカテキン類の酸化が阻止され、消臭作用がなかったと考えられる。さらに、尿中

図7 不快臭の発生と捕捉

図8 生体内における不快臭の軽減

被験者 (51歳, 男) は、昼食時に米飯350g とともに 5g のニンニクペースト入りみそ汁300mL を食べた後 (0時), 5分間で茶類を飲んだ。その後、経時的に呼気を捕集し GC で分析した。また、同時に尿を採取し、そのヘッドスペースガスを分析した。(a) AllSH (360ppb/100%), (b) AllSMe (280ppb/100%)。

●, コントロール (水); ○, 苦丁茶 (1g/300mL); ▲, 緑茶 (3g/300mL); △, マテ茶 (3g/300mL); ■, 紅茶 (3g/300mL); □, ウーロン茶 (3g/300mL)

への AllSMe の排泄量に関しては、比較的苦丁茶で低かった (図 8-b)。以上の生体内消臭の解析から、苦丁茶中のクロロゲン酸類の自動酸化の程度は弱く、悪臭消去効果もあり高くはないという結果になったが、苦丁茶の摂取量を増やすことにより、さらに悪臭軽減効果が期待される^{1), 25)}。

4. 終わりに

以上のように、苦丁茶には健康に良い成分として、クロロゲン酸類、フェニルエタノイド配糖体コーヒ酸の糖エステル、トリテルペンとその配糖体 (サポニン) が含まれ、緑茶と同様の各種機能性が期待されているが、今後、実際の効果 (人体への作用) をさらに調査研究する必要がある。苦丁茶の治療的な使用ではなく、予防的な利用をお勧めしたい。

なお、本総説の生体内消臭作用に関する部分は、平成 17 年度～18 年度科学研究費補助金採択課題『食品中の PP-PPO 反応系による口臭・体臭の消去』の成果の一部である。

引用文献

- 1) 根岸 紀: ポリフェノール化合物とポリフェノールオキシダーゼの反応系を利用した消臭方法. ソフト・ドリンク技術資料, No.145, 21~33 (2005).
- 2) 上海科学技術出版社・小学館: 1123 クコツヨウ, 1169 クチャヨウ, 1172 クテイチャ. 中薬大辞典. 小学館, 1, pp. 571~572, 593~595 (1985).
- 3) 横澤隆子, 野中源一郎: 苦丁茶を探る. *FOOD Style* 21, 7, 77~80 (2003).
- 4) Alikaridis, F.: Natural constituents of *Ilex* species. *J. Ethnopharmacology*, 20, 121-144 (1987).
- 5) 村松敬一郎, 小國伊太郎, 伊勢村護, 杉山公男, 山本 (前田) 万里: 茶の機能—生体機能の新たな可能性. 学会出版センター (2002).
- 6) Ochi, M., Ochiai, K. and Nagao, K.: Bitter principles of Aquifoliaceae. III. The structures and stereochemistry of three aglycones obtained by the hydrolysis of latifolioside A, a bitter glycoside from *Ilex latifolia* Thunb. *Bull. Chem. Soc. Japan*, 48, 937-940 (1975).
- 7) Ouyang, M. A., Wang, H. Q., Liu, Y. Q. and Yang, C. R.: Triterpenoid saponins from the leaves of *Ilex latifolia*. *Phytochemistry*, 45, 1501-1505 (1997).
- 8) Ouyang, M. A., Liu, Y. Q., Wang, H. Q. and Yang, C. R.: Triterpenoid saponins from *Ilex latifolia*. *Phytochemistry*, 49, 2483-2486 (1998).
- 9) Nishimura, K., Miyase, T. and Noguchi, H.: Triterpenoid saponins from *Ilex kudingcha*. *J. Nat. Prod.*, 62, 1128-1133 (1999).
- 10) Tang, L., Jiang, Y., Chang, H. T., Zhao, M. B., Tu, P. F., Cui, J. R. and Wang, R. Q.: Triterpene saponins from the leaves of *Ilex kudingcha*. *J. Nat. Prod.*, 68, 1169-1174 (2005).
- 11) Nishimura, K., Fukuda, T., Miyase, T., Noguchi, H. and Chen, X. M.: Activity-guided isolation of triterpenoid acyl CoA cholesteryl acyl transferase (ACAT) inhibitors from *Ilex kudingcha*. *J. Nat. Prod.*, 62, 1061-1064 (1999).
- 12) He, Z. D., Ueda, S., Akaji, M., Fujita, T., Inoue, K. and Yang, C. R.: Monoterpenoid and phenylethanoid glycosides from *Ligustrum pedunculare*. *Phytochemistry*, 36, 709-716 (1994).
- 13) Tian, J., Zhang, H. J., Sun, H. D., Pan, L. T., Yao, P. and Chen, D. Y.: Monoterpenoid glycosides from *Ligustrum robustum*. *Phytochemistry*, 48, 1013-1018 (1998).
- 14) Guo, Y., Cui, Y., Zhou, J. and Yan, Y.: Quantitative determination of ursolic acid in folium *Ilex cornuta* gathered in different seasons. *Zhongguo Zhongyao Zazhi*, 20, 591-592 (1995).
- 15) Liang, Y., Ma, W., Lu, J. and Wu, Y.: Comparison of chemical compositions of *Ilex latifolia* Thumb and *Camellia sinensis* L. *Food Chem.*, 75, 339-343 (2001).
- 16) Wong, I. Y. F., He, Z. D., Huang, Y. and Chen, Z. Y.: Antioxidative activities of phenylethanoid glycosides from *Ligustrum purpurascens*. *J. Agri. Food Chem.*, 49, 3113-3119 (2001).
- 17) 翠川美穂, 藤原しのぶ, 佐々木弘子, 菅原龍幸: 苦丁茶の茶葉および浸出液中のミネラル含量. 日本食生活学会第 32 回大会講演要旨集, p. 4 (2006).
- 18) Fukuda, T., Kitada, Y., Chen, X. M., Yang, L. and Miyase, T.: Two new monoterpene glycosides from ku-ding-cha. Inhibitors of acyl-CoA: cholesterol acyltransferase (ACAT). *Chem. Pharm. Bull.*, 44, 2173-2176 (1996).
- 19) 田村幸吉, 曾我部友紀: リパーゼ阻害剤. 日本国特許庁, 特開 2003-26585 (2003).
- 20) Andersson, D., Nilsson, A. and Duan, R. D.: Ursolic acid and other pentacyclic triterpenoids stimulate intestinal alkaline sphingomyelinase *in vitro*. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 108, 103-108 (2006).
- 21) 谷 久典, 野口大之, 大石一二三: 抗アレルギー作用を有する混合物及びこれを含有する食品. 日本国特許庁, 特開 2003-300887 (2003).
- 22) Lau, K. M., He, Z. D., Dong, H., Fung, K. P. and But, P. H.: Anti-oxidative, anti-inflammatory and hepato-protective effects of *Ligustrum robustum*. *J. Ethnopharmacology*, 83, 63-71 (2002).
- 23) Kinjo, J., Nagao, T., Okawa, M., Nohara, T., Yang, C. R., Nonaka, G. and Okabe, H.: Antiproliferative activity of phenylpropanoid ester glycosides from *Ligustrum purpurascens*. *Natural medicines*, 56, 136-138 (2002).
- 24) Islam S.: Sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) leaf: its potential effect on human health and nutrition. *J. Food. Sci.*, 71, R 13-R21 (2006).
- 25) Negishi, O. and Negishi, Y.: "In vivo deodorisation with caffeoylquinic acid derivatives", Flavour Science—Recent advances and trends. In *Developments in Food Science* 43; W.L.P. Bredie and M.A. Petersen, Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, pp.105-108 (2006).