

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25450167

研究課題名(和文) 甘味タンパク質の構造と呈味発現、苦味抑制機構の解析

研究課題名(英文) Studies on the structure-function relationships in sweet-tasting proteins and the effects of the masking of bitterness by sweet-tasting proteins

研究代表者

榎田 哲哉 (masuda, tetsuya)

京都大学・(連合)農学研究科(研究院)・助教

研究者番号：80311744

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：ソーマチンIIの分解能0.99 Åの構造を決定し、甘味受容体との相互作用には側鎖の揺らぎが重要であるという新しい知見を得た。X線自由電子レーザーにより室温条件下で放射線損傷のない構造を決定した。酸性アミノ酸残基に点変異を導入することで甘味度を強化することに成功した。この知見を踏まえソーマチンと甘味受容体の相互作用予測が可能となり、ソーマチンの高甘味度化は受容体との接触領域を増加させた結果もたらされる可能性を示唆した。苦味抑制効果について苦味受容体を培養細胞に安定発現させた細胞アッセイ系を用い、官能検査に依らず、客観的にソーマチンの苦味抑制作用を確認し、その作用機作の一端を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：The structure of recombinant thaumatin II was determined at the resolution of 0.99 Å. The flexible conformations in two critical residues were important for interaction with sweet taste receptors. We introduced a grease-matrix carrier for protein microcrystals and obtained the structure of thaumatin under ambient conditions by Serial femtosecond X-ray crystallography. We successfully obtained a protein with enhanced sweetness by removing negative charges on the interacting side of thaumatin. The complex model between sweet receptor and thaumatin confirmed that each of the positively charged residues critical for sweetness is close to a receptor residue of opposite charge to yield optimal electrostatic interaction. We prepared the HEK cells stably expressing bitter receptors and ascertained the effect of the masking of bitterness by thaumatin.

研究分野：食品生化学

キーワード：甘味タンパク質 ソーマチン X線結晶構造解析 室温構造解析 苦味抑制

1. 研究開始当初の背景

近年、糖質の過剰摂取が一因となる生活習慣病や齲歯が社会問題となっており、ショ糖に代替した低カロリー甘味料や高甘味度甘味料が多く、食品、飲料で使用されている。多くの甘味物質は低分子化合物であるが、タンパク質の中にも例外的に強い甘味を呈するものが存在する。甘味タンパク質の特徴を見出すことにより、甘味タンパク質を糖代替物として利用が可能であると目論み現在、国内外で多くの研究がなされている。現在まで6種の甘味タンパク質が同定されているが、その中でもソーマチンの甘味閾値は50 nMであり、ショ糖と比べモル比で10万倍、重量比で3千倍と非常に強い甘味を呈することから、ソーマチンはショ糖の代替甘味料としての利用に留まらず、甘味発現機構解明の有効なツールとなると期待される。また、ソーマチンは強い甘味を呈する一方で、苦味や渋みを低減させる作用を有することが知られているがその詳細なメカニズムについては不明である。

2. 研究の目的

強い甘味を呈する甘味タンパク質は、新規な甘味料、ショ糖代替物としての利用が期待されるが、これら甘味タンパク質間に共通して存在するアミノ酸配列や立体構造などの特徴は未だ見出されていない。

本研究においては、甘味タンパク質の中でも特に強い甘味を呈するソーマチンを題材とし、タンパク質の甘味発現と構造の機能相関について明らかにすることを目的とした。具体的には、甘味発現に重要なアミノ酸残基の特定、甘味に影響を与えた変異体の高分解能X線結晶構造解析、甘味受容体との相互作用解析、である。

また、ソーマチンは強い甘味を呈する一方で、苦味や渋みを低減させる作用を有することが知られている。これら現象については、苦味受容体を発現させた細胞を用いて客観的にその抑制作用について検討を行った。

3. 研究の方法

(1) ソーマチン変異体の酵母による作製

ソーマチンI遺伝子を有する発現ベクターpPIC6-THPreを鋳型としてQuikchange Site-Directed Mutagenesis Kitを用いて意図する変異を導入した。エレクトロポレーション法にて酵母*Pichia pastoris*に形質転換し、スクリーニングは、抗生物質プラストサイジン(300 µg/ml)を含む、YPDプレートを用いて行った。タンパク質の発現は7Lのファーマンター(TS-M7L, 高杉製作所製)を用いて行った。培養中、29.2 °C、pH5.0になるように制御した。FBS培地に含まれるグリセロールが枯渇後、50%グリセロールを引き続き10時間添加した。タンパク質の誘導はメタノールの添加により行った。

(2) ソーマチン変異体の精製

酵母培養上清を透析し、その後SP陽イオン交換カラムにアプライした。溶出は0.5 MのNaClを含む5 mMリン酸緩衝液(pH7.0)にて行った。ソーマチンを含む画分を75%硫酸沈殿させた後、Toyopearl HW-50Fゲルろ過カラムにて精製を行った。精製純度はSDS-PAGEならびにNative-PAGEにて行った。

(3) 結晶化およびデータ測定

結晶化は蒸気拡散法にて行った。精製したタンパク質を膜濃縮し、タンパク質濃度が3から6%になるよう調製した。沈殿剤としてロッシェル塩あるいはポリエチレングリコールを用いた。20度で静置し、2週間から1カ月程度で良好な結晶を得た。結晶のデータ測定は、大型放射光施設SPring-8にて行った。ビームラインはBL38B1およびBL26B1、波長は0.8-1.0 Å、ディテクターは、RAXIS-VおよびMarMX225を用いた。収集したデータはHKL2000あるいはXDSにてプロセッシングを行い、リコンビナントソーマチンIの構造(PDB: 3al7)を初期モデルとして分子置換を行った。分子構造のモデリングはCootを用いて行った。精密化はphenixあるいはshelxlを用いて行った。最高到達分解能において、異方性温度因子を導入した。さらに水素原子を導入し、精密化を行った。構造を決定したものについてはプロテインデータバンクに登録した。室温構造については、単結晶をガラスキャピララリに封入してデータ測定を行った。またX線自由電子レーザーを用いた解析では、5 - 40 µmサイズの微結晶を用いてグリースマトリックス法にてデータ取得した。

(4) 培養細胞を用いた甘味特性評価、ソーマチンの応答に必須な受容体領域の特定

キメラGタンパク質($G_{\alpha16-gust44}$)を安定的に発現するHEK293細胞に甘味受容体T1R2、T1R3をリポフェクション法によりトランスフェクションし、一過的に発現させた。甘味物質に対する応答性は、Fluo-8AMを細胞に取り込ませた後甘味物質を添加し、蛍光イメージリーダー(Infinite F200, Tecan社製)を用い、励起波長495 nm、蛍光波長514 nmでの蛍光強度を測定し、応答性を評価した。ヒト型からマウス型の点変異体はQuikchange Site-Directed Mutagenesis Kitを用いて行った。

(5) 苦味受容体安定発現細胞株の作製

キメラGタンパク質($G_{\alpha16-gust44}$)を安定的に発現するHEK293細胞にLipofectamine 2000(Invitrogen)を用いたりポフェクション法にて遺伝子導入を行い、苦味受容体の安定発現株を作製した。細胞内Ca²⁺動員による蛍光変化を指標に苦味抑制効果を評価した。

4. 研究成果

1) ソーマチンの応答に必須な甘味受容体ドメインの同定

ヒトとマウスのシステインリッチドメインの配列を比較すると、双方で16カ所異なる(図1A)。そこでこの16カ所についてヒト型からマウス型の点変異を行い、ヒトT1R3のCRD中の5カ所(Q504, A537, R556, S559, R560)の置換がソーマチンに対する応答を顕著に減少させることを明らかとした(図1B)。

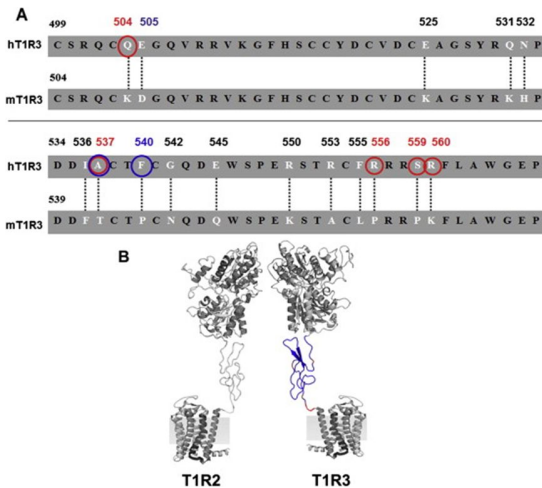


図1 ソーマチンの応答に必須な甘味受容体の部位

しかしながらCRDはTMD近傍に位置しており、実際にソーマチンがこの部位と相互作用しているのかについては未だ検討の余地が残っている。ソーマチンは27000³程度の大きさであり、直接CRDと相互作用するにはかなり大きく、膜を貫通してしまう恐れがある。この点を考慮し(4)に於いて Wedge model による検討を行った。

(2) 酵母発現リコンビナントソーマチン II の構造解析高分解能解析

高分解能解析に適した結晶を得ることが出来たので、大型放射光施設 SPring-8 にてデータの取得を試み、分解能 0.99 のデータを取得した。分子構造のモデリングは Coot を用いて行い、精密化は shelxl を用いて行った。異方性温度因子、水素原子を導入し最終構造を決定した(図2)。その結果甘味に重要な役割を果たす 67 位、82 位のアミノ酸残基が alternative 構造を有しており、フレキシブルな構造を取っていることがわかった。つまり、甘味受容体との相互作用は鍵と鍵穴のような rigid なものではなく、揺らぎ構造を加味した induced fit 型の柔軟な構造が甘味受容体との相互作用に重要な役割を果たしているという新規な知見を得るに至った。

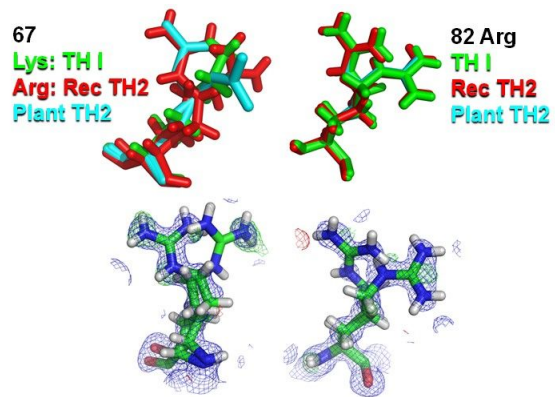


図2 ソーマチンの67位と82位の側鎖構造
上段: リコンビナントソーマチン I (緑色) リコンビナントソーマチン I I (赤色) 植物ソーマチン I I (シアン) の側鎖構造を stick model にて示す。下段: ソーマチン I I の電子密度マップ。PyMOL にて作成。

(3) ソーマチンの X 線自由電子レーザーによる構造解析

X 線自由電子レーザー (XFEL: X-ray Free-Electron Laser) は、SPring-8 の放射光より 10 億倍も明るいため、ナノメートルからマイクロメートルサイズのタンパク質の微小結晶でも構造解析が可能である。しかしながら、タンパク質結晶を連続的に X 線レーザーの照射ポイントに供給するには (serial femtosecond crystallography: SFX)、大量の試料が必要であること、試料の組成によっては実験中に塩結晶が析出することが課題であった。そこで、高粘度物質と微小結晶を混ぜ合わせることで、結晶を X 線レーザーの照射ポイントに安定して供給できる手法 (グリスマトリックス法) を見出し、ソーマチンをはじめ 4 種類のタンパク質の結晶から、分解能 2 Å 以上の回折データの収集に成功し、結晶構造を決定した。SFX 実験で使用した各試料タンパク質は 1 mg 以下であり、従来の方法に比べ 1/10 ~ 1/100 の少量化に成功した。

(4) 甘味タンパク質の高甘味度化

ソーマチンの甘味発現には、アルギニンやリジンの塩基性アミノ酸残基が甘味に重要な役割をしている。そこでタンパク質の塩基性を高めることでソーマチンの更なる高甘味度が達成できるのではという発想のもと、酸性アミノ酸残基 (アスパラギン酸、グルタミン酸) に着目し負電荷を減少させることでの高甘味度化を試みた。ソーマチン 207 残基中、アスパラギン酸、グルタミン酸はそれぞれ 13 残基、6 残基存在するため、立体構造上でクレフト面に位置しており、かつ甘味に特に重要な役割をする Arg82 と Lys67 が位置している面に存在する酸性アミノ酸残基に着目した。アスパラギン酸は 4 残基 (Asp21, Asp55, Asp59, Asp60)、グルタミン酸は 2 残基

(Glu42, Glu89)が該当し、これら酸性アミノ酸残基を他のアミノ酸に置換し、甘味に与える影響を検討した。その結果、Asp55, Asp59, Asp60, Glu42, Glu89 は甘味および甘味度強化に関与しなかったものの、21 位のアスパラギン酸をアスパラギンに置換すると甘味度が強化した。このソーマチン D21N 変異体は、最も甘いタンパク質であるモネリン Y65R 変異体と同等の強い甘味を呈した。この新規な知見から、甘味受容体と精度の高いドッキングシミュレーションを行うことが可能となり、ソーマチンの甘味に重要なアミノ酸残基は、受容体上のアミノ酸残基と電荷相補的な相互作用をすること、今回の 21 位のアミノ酸置換による高甘味度化は受容体との相互作用領域が増加させた結果である可能性を示唆した(図3)。

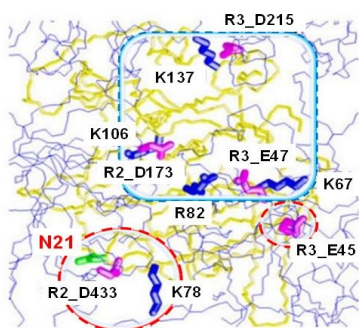


図3 ソーマチンと甘味受容体のドッキングシミュレーション

相互作用にかかわるソーマチン側のアミノ酸残基 (R82, K67, K106, K137, K78) を青色で、受容体側のアミノ酸残基 (R2_D173, R2_D433, R3_E45, R3_E47, R3_D215) を紫色で示す。21 位をアスパラギンに置換 (N21) することにより点線で囲まれた領域に加え、新たに円で囲む領域も相互作用に関わることで、高甘味度化に寄与すると考えられる。

(5) 苦味受容体安定発現細胞株を用いたソーマチンの苦味抑制作用の検討

苦味受容体安定発現細胞を用いて、ソーマチンのサリシンに対する苦味抑制効果を検討したところ、およそ 20% 程度の抑制効果が見られた。しかしながら甘味タンパク質リゾチームについては、有意な抑制効果が見られなかった。またショ糖やアセスルファム K、サッカリンなどの低分子量の甘味料に対しても抑制効果が見られなかった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 10 件)

梶田 哲哉

甘味タンパク質ソーマチンの甘味度強化、*BIO INDUSTRY*, 査読無、(2016) *In press*

梶田 哲哉

甘味タンパク質の構造と機能に関する研究、*日本食品科学工学会誌*, 査読無、(2016) *In press*

Sugahara, M., Song, C., Suzuki, M., Masuda, T., Inoue, T., Nakane, T., Yumoto, F., N., Nango, E., Tanaka, R., Tono, K., Joti, Y., Kameshima, T., Hatsui, T., Yabashi, M., Nureki, O., and Iwata, S.

Oil-free hyaluronic acid matrix for serial femtosecond crystallography. *Sci. Rep.*, 査読有、(2016) **6**, 24484.

DOI: 10.1038/srep24484.

Masuda, T., Ohta, K., Ojiro, N., Murata, K., Mikami, B., Tani, F., Temussi, P.A., and Kitabatake, N.

A Hypersweet Protein: Removal of The Specific Negative Charge at Asp21 Enhances Thaumatin Sweetness. *Sci. Rep.*, 査読有、(2016) **6**, 20225.

DOI: 10.1038/srep20255.

Fukuda, Y., Tse, K.M., Nakane, T., Nakatsu, T., Suzuki, M., Sugahara, M., Inoue, S., Masuda, T., Yumoto, F., Matsugaki, N., Nango, E., Tono, K., Joti, Y., Kameshima, T., Song, C., Hatsui, T., Yabashi, M., Nureki, O., Murphy, M.E., Inoue, T., Iwata, S., and Mizohata, E.

Redox-coupled proton transfer mechanism in nitrite reductase revealed by femtosecond crystallography. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 査読有、(2016), 113, 2928-2933.

DOI:10.1073/pnas.1517770113.

Nakane, T., Song, C., Suzuki, M., Nango, E., Kobayashi, J., Masuda, T., Inoue, T., Mizohata, E., Nakatsu, T., Tanaka, T., Tanaka, R., Shimamura, T., Tono, K., Joti, Y., Kameshima, T., Hatsui, T., Yabashi, M., Nureki, O., Iwata, S. and Sugahara, M.

De novo native sulfur/chlorine SAD phasing for serial femtosecond crystallography. *Acta Crystallogr. Sect. D* **71**, 査読有、(2015) 2519-2525.

DOI:10.1107/S139900471501857X.

Sugahara, M., Mizohata, E., Nango, E., Suzuki, M., Tanaka, T., Masuda, T., Tanaka, R., Shimamura, T., Tanaka, Y., Suno, C., Ihara, K., Pan, D., Kakinouchi, K., Sugiyama, S., Murata, M., Inoue, T., Tono, K., Song, C., Park, J., Kameshima, T., Hatsui, T., Joti, Y., Yabashi, M., and Iwata, S.

Grease matrix as a versatile carrier of proteins for serial crystallography. *Nature Methods*, 査読有、(2015) **12**, 61-63.

DOI: 1 10.1038/nmeth.3172.

Masuda, T., Mikami, B., and Tani, F. Atomic structure of recombinant thaumatin II reveals flexible conformations in two residues critical for sweetness and three consecutive glycine residues. *Biochimie*, 査読有、(2014) **106**, 33-38.

DOI: 10.1016/j.biochi.2014.07.016.

榎田 哲哉

甘味タンパク質の構造機能相関、ソーマチンから見えてきたこと

化学と生物、査読有、(2014) **52**, 23-32.

DOI:http://doi.org/10.1271/kagakutoseibutsu.52.23

Masuda, T., Taguchi, W., Sano, A., Ohta, K., Kitabatake, N., and Tani, F.

Five amino acid residues in cysteine-rich domain of human T1R3 were involved in the response for sweet-tasting protein, thaumatin. *Biochimie*, 査読有、(2013) **95**, 1502-1505.

DOI: 10.1016/j.biochi.2013.01.010.

[学会発表](計 18 件)

榎田 哲哉、太田 圭介、小代 奈央子、村田 一輝、三上 文三、谷 史人、Temussi Piero、北島 直文、甘味タンパク質ソーマチンの甘味強化、日本農芸化学会、2016年 3月 28日(札幌コンベンションセンター)

山下 恵太郎、潘 東青、長谷川 和也、菅原 道泰、村井 智洋、小段 篤史、溝端 栄一、鈴木 守、榎田 哲哉、平田 邦生、加藤 博章、吾郷 日出夫、熊坂 崇、山本 雅貴、中津 亨、シリアル結晶学における重原子誘導体を用いた位相決定、日本結晶学会平成 27 年度年会 平成 27 年 10 月 17~18 日(大阪府立大学)

榎田 哲哉、北島 直文、三上 文三、谷 史人、甘味タンパク質の甘味発現機構、食品酵素化学研究会、第 15 回学術講演会、2015 年 9 月 12 日(京都大学)

村田 一輝、榎田 哲哉、三上 文三、谷 史人、甘味タンパク質ソーマチン Asp21 変異体の構造活性相関、日本食品科学工学会、2015 年 8 月 29 日(京都大学)

大久保 喬平、榎田 哲哉、三上 文三、谷 史人、高分解能 X 線結晶構造解析による甘味タンパク質ソーマチンと苦味物質の相互作用解析、日本食品科学工学会、2015 年 8 月 29 日(京都大学)

榎田 哲哉、甘味タンパク質の甘味発現機構、日本食品科学工学会受賞講演、2015 年 8 月 27 日(京都大学)

榎田 哲哉、南後 恵理子、菅原 道泰、鈴木 守、登野 健介、城地 保昌、亀島 敬、Park Jaehyun、Song Changyong、初井 宇記、矢橋 牧名、大久保 喬平、三上 文三、北島 直文、谷 史人、岩田 想、甘味タンパク質ソーマチンの連続フェムト秒結晶構造解析、日本農芸化学会、2015 年 3 月 28 日(岡山大学)

T. Masuda, E. Nango, M. Sugahara, M. Suzuki, S. Inoue, E. Mizohata, T. Nakatsu, K. Okubo, F. Tani, B. Mikami, K. Tono, C. Song, Y. Joti, T. Kameshima, T. Hatsui, M. Yabashi & S. Iwata, Thaumatin structure determined by SPring-8 Angstrom Compact free electron Laser (SACLA)、The 1st SACLA Workshop on Femtosecond Crystallography、Poster presentation, 2015 年 3 月 25 日(兵庫県佐用町、独立行政法人理化学研究所 放射光科学総合研究センター)

S. Iwata, K. Kimura, T. Shimamura, E. Nango, T. Tanaka, T. Nishizaw, O. Nureki, R. Tanaka, M. Suzuki, T. Masuda, M. Sugahara, T. Kensuke, Y. Joti, T. K., C. Song, T. Hatsui, M. Yabashi, K. Yamashita, T. Hosaka, H. Tanabe, M. Hato, T. Arima, T. Someya, M. Shirouzu, D. Pan, T. Nakatsu, H. Kato, E. Mizohata, Y. Kitago, J. Takagi, Y. Yamanaka, T. Fujiwara, A. Yamashita, J. Kobayashi, Structure studies on membrane proteins using X-ray free electron laser, 日本分子生物学会年会, 37th, 2S15-6, 2014 年 11 月 26 日(パシフィコ横浜)

田中 智之、南後 恵理子、菅原 道泰、鈴木 守、榎田 哲哉、山下 鮎美、田中 里枝、登野 健介、城地 保昌、亀島 敬、Jaehyun Park、Changyong Song、初井 宇記、矢橋 牧名、潘 東青、島村 達郎、溝端 栄一、北郷 悠、岩田 想、SACLA におけるシリアルフェムト秒 X 線結晶構造解析、日本結晶学会、2014 年 11 月 1~3 日(東京大学)

榎田 哲哉、北島 直文、谷 史人、卵白リゾチームの甘味特性、食品酵素化学研究会、第 14 回学術講演会、2014 年 8 月 30 日(大阪府立大学 I-site 難波)

村田 一輝、榎田 哲哉、三上 文三、谷 史人、甘味タンパク質ソーマチン Asp21 変異体の構造活性相関、日本食品科学工学会、2014 年 8 月 29 日(中村学園大学)

南後 恵理子、田中 智之、鈴木 守、榎田 哲哉、山下 鮎美、田中 里枝、登野 健介、城地 保昌、亀島 敬、Jaehyun Park、Changyong Song、初井 宇記、矢橋 牧名、潘 東青、島村 達郎、溝端 栄一、北郷 悠、石谷 隆一郎、湯本 史明、岩田 想、XFEL を用いた創薬ターゲット蛋白質の迅速構造解析法の開発、第 14 回日本蛋白質科学学会年会、2014 年 6 月 27 日(ワークピア横浜)

佐野 文音、村田 一輝、榎田 哲哉、三上 文三、谷 史人、甘味タンパク質ソーマチンの甘味発現機構の解明、日本農芸化学会、関西支部大会、2014 年 2 月 1 日(京都大学)

T. Masuda, A. Sano, K. Murata, K. Ohta, F. Tani, Structure-sweetness relationships in the sweet-tasting protein, thaumatin, Food

Structure Functionality Symposium.
Mar.30-Apr.2. (2014) Amsterdam, The Netherlands.

榎田 哲哉、田口 若奈、佐野 文音、太田 圭介、北畠 直文、谷 史人、甘味タンパク質ソーマチンと甘味受容体との応答特性、日本栄養・食糧学会、近畿支部大会、2013年10月26日(滋賀県立大学)

榎田 哲哉、村田 一輝、佐野 文音、三上文三、北畠 直文、谷 史人、甘味タンパク質ソーマチンの高分解能構造解析、日本農芸化学会、関西・中四国・西日本支部合同大会、2013年9月6日(県立広島大学)

榎田 哲哉、塚原 礼恵、太田 圭介、北畠 直文、谷 史人、甘味タンパク質ソーマチンの苦味抑制作用、日本食品科学工学会、2013年8月30日(実践女子大学)

〔図書〕(計2件)

榎田 哲哉

化学同人、化学、甘味タンパク質ソーマチンの高甘味度化に成功、(2016) 71, 72-73.

榎田 哲哉、谷 史人

医学書院、生体の科学、増大特集 細胞表面受容体、甘味タンパク質ソーマチンと甘味受容体との応答特性(2013) 64, 432-433.

DOI:http://dx.doi.org/10.11477/mf.2425101501

〔その他〕

プレスリリース

結晶を損傷しない新しいタンパク質結晶の輸送媒体を発見 - タンパク質の結晶構造解析で新薬創生に一步近づく - 京都大学

http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2016/160418_1.html

SPring-8 大型放射光施設

http://www.spring8.or.jp/ja/news_publication/press_release/2016/160418/

甘味タンパク質の高甘味度化に成功 - 低カロリータンパク質性甘味料の更なる有効利用に期待 -、京都大学

http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2015/160203_1.html

SPring-8 大型放射光施設

http://www.spring8.or.jp/ja/news_publication/press_release/2016/160204_2/

日経プレスリリース、日経バイオテク

<http://release.nikkei.co.jp/detail.cfm?relID=406311&linkID=5>

<https://bio.nikkeibp.co.jp/atcl/release/16/02/05/00636/>

タンパク質の甘さ1・7倍に 京大、新甘味料に期待、京都新聞

<http://www.kyoto-np.co.jp/education/article/20160203000163/print>

京大、ソーマチンのアミノ酸構造を変換し甘味強度を1・7倍に高めることに成

功、日刊工業新聞

<https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00373964>

遺伝子を組み換え甘味料甘み1.7倍に産経新聞

連続フェムト秒結晶構造解析のための結晶供給手法を開発

- 少量の試料で多様なタンパク質の結晶構造決定がSACLAで可能に -

理化学研究所

http://www.riken.jp/pr/press/2014/20141111_1/

SPring-8 大型放射光施設

http://www.spring8.or.jp/ja/news_publication/press_release/2014/141111/

京都大学

http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research/research_results/2014/141111_1.html

http://research.kyoto-u.ac.jp/research/141111_1/

日刊工業新聞

理研など、たんぱく質の3次元結晶構造解析で試料を1ケタ低減する手法開発

<http://www.nikkan.co.jp/news/nkx0720141121eak.html>

高分解能X線結晶構造解析による甘味タンパク質の呈味発現、低分子リガンドとの相互作用の解明、SPring-8 利用報告書、2015B2073

高分解能X線結晶構造解析による甘味タンパク質の呈味発現、低分子リガンドとの相互作用の解明、SPring-8 利用報告書、2015A1073

非凍結結晶を用いた甘味タンパク質と低分子リガンドとの相互作用に関するX線結晶構造解析、SPring-8 利用報告書、2014B1339

高分解能X線結晶構造解析による甘味タンパク質の甘味発現、苦味抑制に関わる構造要因の解明、SPring-8 利用報告書、2014B1181

高分解能X線結晶構造解析による甘味タンパク質と低分子リガンドとの相互作用の解明、SPring-8 利用報告書、2014B2020

高分解能X線結晶構造解析による甘味タンパク質の甘味発現機構、苦味抑制機構の解明、SPring-8 利用報告書、2014A1063

甘味タンパク質の機能発現に関する高分解能X線結晶構造解析、SPring-8 利用報告書、2013B1069

高分解能X線結晶構造解析による甘味タンパク質の甘味発現部位の同定、SPring-8 利用報告書、2013A1053

6. 研究組織

(1)研究代表者

榎田 哲哉 (MASUDA TETSUYA)

京都大学・大学院農学研究科・助教

研究者番号：80311744