

酸性化大豆たん白質の渋味発生機構に関する神経生理学的研究

駒井三千夫*¹・町田 翔¹・齋藤 努²・白川 仁¹

¹東北大学大学院農学研究科 ²不二製油(株)研究開発本部

Neurophysiological Study on the Mechanism Involved in the Astringent Taste Formation by Acidified Soy Protein

Michio KOMAI¹, Sho MACHIDA¹, Tsutomu SAITO² and Hitoshi SHIRAKAWA¹

¹Graduate School of Agricultural Science, Tohoku University, Sendai 981-8555

²Fuji Oil Co., Ltd, Izumi-Sano 598-8540

ABSTRACT

Human evaluation studies suggest that astringency perceived in the mouth upon ingestion of tannic acid and other substances are generally regarded as dry, puckering sensations, which seem more closely allied to the tactile than to the gustatory sense. On the other hand, perceptual assessments of astringency may be closely linked to bitterness in human tasting study, and most of the electrophysiological studies by experimental animals have shown that the chorda tympani and glossopharyngeal taste nerves transmit the astringency signal. Therefore, we attempted to show the role of salivary component participation in the occurrence of the astringency of acidified glycinin (isolated soy protein) solution by recording from the rat taste nerve response. Adult female SD rats were used for the chorda tympani nerve responses to various acidified glycinin solutions. We showed at first the human saliva can be used for this analysis, and found out that especially the NaHCO₃ component had a big influence on the taste nerve activity derived from acidified glycinin solution, instead of the precipitation formation itself by the interaction of acidified soy protein (glycinin) and salivary component. Further molecular level studies are required to clarify the phenomenon. *Soy Protein Research, Japan* **10**, 40-43, 2007.

Key words : astringency, acidified soy protein, rats, taste nerve

*〒981-8555 仙台市青葉区堤通雨宮町1-1

渋味は、米国のBreslin Pらのヒト官能評価による研究によると唾液たん白質が渋味成分と結合することによって引きつった感覚をひき起こす物理的感覚（触覚的感覚）とも考えられているが、一方の動物を用いた電気生理学的検討からは、旧来より基本味同様の化学感覚とも考えられている。しかし、その詳細はなお明らかではない。これまでの研究では、酸性化大豆たん白質の渋味発現の要因としてサポニンやイソフラボン等の不純物による影響も考えられたため、これら成分の鼓索神経線維応答を記録した。その結果、検出されないか、僅かに応答がみられた場合でも、それらは渋味成分とは異なる種類の神経線維であることが確認された。このことから、酸性状態の大豆たん白質自体が渋味を呈することが示唆された。これまでの国内外の神経生理実験では、渋味感覚は口腔内での唾液との反応によって不溶性物質の沈澱が生じてこれが味受容サイトのレセプターを介して味神経応答を生ずるとの考え方が主流である。今回、電気生理学的手法によるラットの鼓索神経（味神経）応答を記録することによって、渋味発生機構における唾液中成分の影響について解析した。

方 法

実験動物として成熟Wistar系雌ラットを用いた。定法通り麻酔下に各神経を露出させ、神経束全体を白金電極に接触させてWhole nerve記録を取った。次に舌に味溶液を流すことにより生じた微小電位変化（インパルス放電）を増幅させ、DATテープに記録するとともにその積分値を測定した。味覚刺激応答の強さは、積分値のピークの高さにより評価した。具体的には以下の刺激による応答を調べた。

不純物による影響の検討（鼓索神経Whole nerve記録）

渋味を呈する大豆成分であるサポニン溶液またはイソフラボン溶液の鼓索神経応答を記録し、酸性化グリシニンとの比較を行った。

ヒト唾液成分添加が渋味感受性に及ぼす影響の検討

唾液は様々な味の感受性に影響を及ぼすことで知られている。本実験では、実験の簡便化を図るために、無味無臭のパラフィンガムを用いて回収したヒト唾液を用い、渋味感受性に及ぼす影響について鼓索神経応答を記録することで検討した。また、唾液イオン成分を調製し添加することで、これらイオン成分が渋味強度に及ぼす影響についても検討を行った。

pH変化が酸性化大豆たん白質の感受性に及ぼす影響の検討

重炭酸イオン添加による酸性化グリシニン応答の上

昇が、重炭酸イオン添加によるpH上昇によるものなのか否かを検討するために、あらかじめ塩酸によってpHを調整したグリシニン溶液をpH対照群とし検討を行った。

結果と考察

不純物による影響の検討（鼓索神経Whole nerve記録）

これまでの研究では酸性化大豆たん白質の渋味発現の要因としてサポニンやイソフラボン等の不純物による影響が考えられている。そこで、酸性下（pH 3.5）と中性下（pH 7.0）でのサポニン、イソフラボン溶液の鼓索神経応答を記録し、酸性化グリシニン（pH 3.5）と応答の大きさを比較した（Fig. 1）。その結果、酸性下であってもサポニン、イソフラボンの応答の大きさは酸性化グリシニンと比べて小さいものであった。このことから、大豆たん白質自体が渋味を呈している可能性が示唆された。

ヒト唾液成分添加が渋味感受性に及ぼす影響の検討

唾液は味物質の溶解および味蕾の味細胞膜への誘導、味物質と味覚受容体の相互作用の促進などの役割を担っており、これらは渋味発生に特に重要と考えられている。特に渋味物質は唾液たん白質との親和性が強いことが知られており、渋味感受性に大きな影響を与えていると予想できる。そこで、唾液添加が様々な味物質の受容に及ぼす影響を鼓索神経応答を記録することによって検討した（Fig. 2, 3）。

その結果、甘味であるスクロースと、渋味物質であるタンニン酸およびグリシニン溶液で応答の有意な上昇が認められた。このことから、渋味物質の受容には唾液成分が大きく関与していることが示唆された。さ

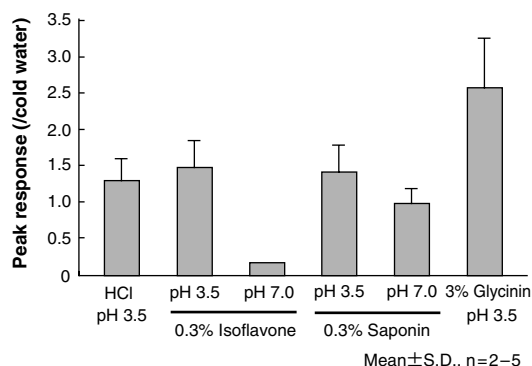


Fig. 1. The CTn. response to soy isoflavon, soy saponin, and glycinin solution.

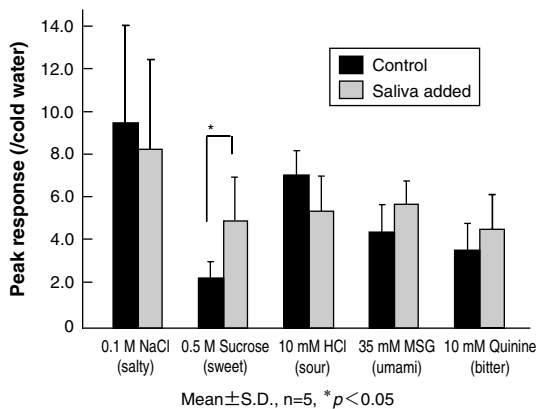


Fig. 2. Effect of saliva addition on the whole chorda tympani nerve responses to basic taste solutions.

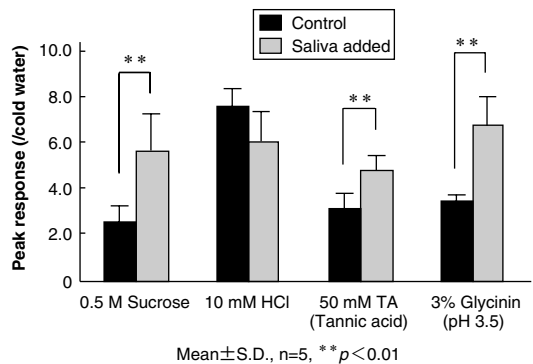


Fig. 3. Effect of saliva addition on the whole chorda tympani nerve responses to astringency derived from acidified glycine.

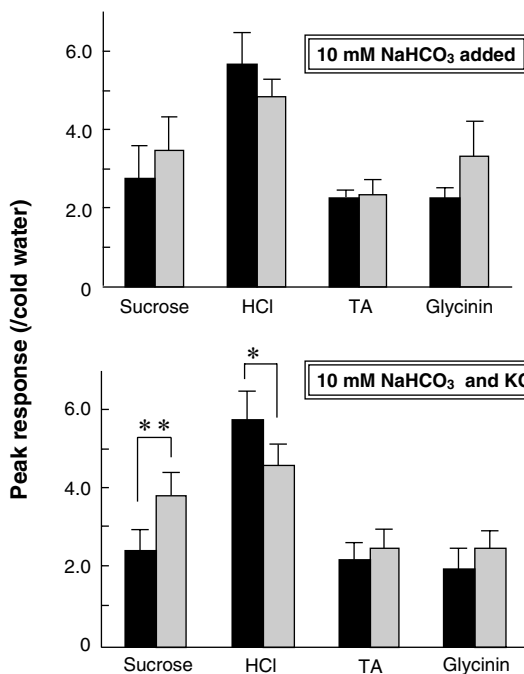


Fig. 4. Effect of various salivary ionic component addition on the taste nerve responses to acidified glycine.

らに、グリシニン溶液では、唾液中のイオン成分であるNaHCO₃溶液添加によって鼓索神経応答の上昇が認められたが、タンニン酸ではこの影響は認められなかった (Fig. 4). このことから、酸性化グリシニンでは唾液中イオン成分が、タンニン酸では唾液中たん白質がそれぞれの渋味発生に参与しているものと推察された。また、酸性化グリシニン溶液では、NaHCO₃溶液の添加量に応じて応答が変化したことから、酸性化グ

リシニンの渋味発生機構にNaHCO₃成分が大きく寄与していることが示唆された (Fig. 5).

pH変化が酸性化大豆たん白質の感受性に及ぼす影響の検討

現在、渋味物質は唾液成分と沈殿を形成することにより渋味を発現するという仮説が有力視されている。グリシニンは等電点 (pI) 6.2のたん白質であり、これにNaHCO₃を加えることによりpHが上昇することで

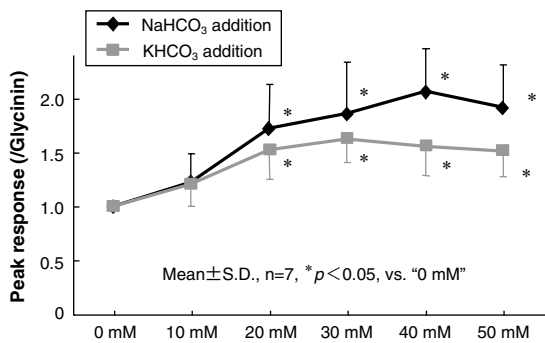


Fig. 5. Effects of addition of various concentrations of NaHCO_3 and KHCO_3 to glycinin solution.

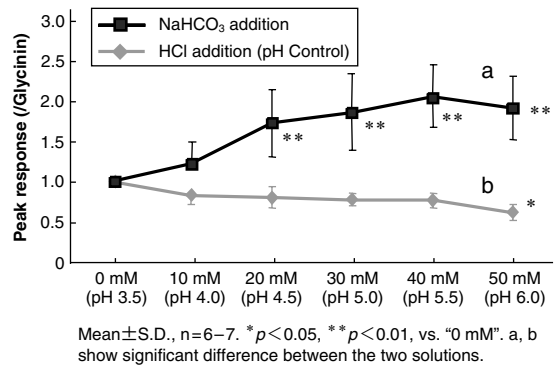


Fig. 6. Effect of pH on the taste nerve response to glycinin solution.

沈殿を形成し、渋味を発現している可能性が考えられる。そこで、 NaHCO_3 添加によるグリシニンの応答上昇がpH上昇によるものなのか、炭酸水素ナトリウムのイオンによるものなのか検討を行った。その結果、

pH対照群ではpH上昇に伴い、逆に応答が減少する傾向が確認された (Fig. 6)。これより、酸性化グリシニンの渋味発現には唾液中 NaHCO_3 成分が大きく寄与していることが示唆された。

要 約

大豆たん白質に含まれる不純物であるサポニン、イソフラボンの鼓索神経 (味神経) 応答を記録したところ、酸性化グリシニンの応答に比べて有意に小さい応答が観察された。これより、酸性状態においては大豆たん白質自体が渋味を呈していることが示唆された。唾液添加により、酸性化グリシニンまたはタンニン酸で味神経応答の有意な上昇が認められた。また、グリシニンにおいては、唾液イオン成分である NaHCO_3 添加量に応じて応答の変化が確認されたことから、酸性化グリシニンでは唾液中イオン成分が、タンニン酸では唾液中たん白質がそれぞれの受容に関与しているものと推察された。様々なpHのグリシニン溶液を調製し NaHCO_3 添加時と比較した結果、酸性化グリシニンの味神経応答の上昇には、pHの上昇 (沈殿形成) よりも、唾液中の NaHCO_3 成分が大きく寄与している可能性がある。

文 献

- 1) Kawamura Y, Funakoshi M, Kasahara Y and Yamamoto T (1969): A Neurophysiological Study on Astringency Taste. *Jpn J Physiol*, **19**, 851-865.
- 2) 山内文男, 大久保一良 (2003, 第8刷): 大豆の科学. 朝倉書店.
- 3) 山本 隆 (1996): 脳と味覚—おいしく味わう脳のしくみ—. 共立出版.
- 4) 佐藤昌康 (1991): 味覚の生理学. 朝倉書店.
- 5) Matsuo R and Yamamoto T (1992): Effects of inorganic constituents of the rat chorda tympani nerve. *Brain Research*, **583**, 71-80.