

分離大豆たん白質の豆臭成分の除去

EXTRACTION OF BEANY ODOR COMPOUNDS FROM
SOYPROTEIN SOLUTION OF VARIED IONIC
STRENGTH WITH MIXED SOLVENTS

本間清一・相田 浩・藤巻正生（お茶の水女子大学家政学部）
Seiichi HOMMA, Ko AIDA and Masao FUJIMAKI
Department of Nutrition and Food Science, Ochanomizu University,
Tokyo 112

ABSTRACT

Fujipro R and soybean protein isolate freshly prepared from soybean meal were dissolved in pH 7 phosphate buffer of varied ionic strength (0.1, 0.01 and 0.001). These protein solutions were extracted with mixed solvent of ether-ethanol. The ether extract was subjected to GLC for the determination of *n*-hexanal and *n*-hexanol as the indexes of beany odor. Protein solubility was determined by the biuret method. Percentages of extracted *n*-hexanal and *n*-hexanol were 94% (μ : 0.001) and ca. 100%, respectively, in the aqueous extracts freshly prepared from defatted soybean meal. Extracted *n*-hexanal was larger in the protein solution of small ionic strength, and there was no effect of ionic strength on the extraction of *n*-hexanol. The solubility of the treated soyprotein was decreased to 88% (μ : 0.001), and the larger the ionic strength is, the smaller the protein solubility is. *n*-Hexanal and *n*-hexanol in the soyprotein isolate prepared decreased by 40% and 5%, respectively, compared with those in the aqueous extract. Extractable *n*-hexanal and *n*-hexanol in the soyprotein isolate were 25% and 50%, respectively. Total *n*-hexanal and *n*-hexanol were decreased to 57% and 8% through dialysis with pH 7.6 phosphate buffer (μ : 0.001). Extractable *n*-hexanal and *n*-hexanol in Fujipro R were 30% and 80%, respectively.

分離大豆たん白質には豆臭が感ぜられることが多い。この豆臭を除去するため、フジプロ R や大豆たん白質溶液をエーテル-アルコール混合溶媒で抽出することを検討した¹⁾。その際、たん白質溶液を溶媒処理すると溶解性が低下し、たん白質の不溶化にはイオン強度 (μ) が影響することをみとめた。

本研究はたん白質溶液から混合溶媒で豆臭を抽出するとき²⁾豆臭の指標としてえらんだ *n*-hexanal (ヘキサナール) と *n*-hexanol (ヘキサノール) の抽出量とたん白質の溶解性がイオン強度の影響でどのように変化するか検討した。

実 験 方 法

エチルエーテル 3% NaHSO₃ で 3 回、さらに水で 3 回洗浄し CaCl₂ により脱水後蒸留した。

アルコール KOH と亜鉛末を加え 1 日加熱還流し蒸留した。

たん白質溶液の調製

a) フジプロ R 約 8 倍量の水を加え、スターラーで攪拌しながら 0.1 N NaOH を徐々に滴下し pH 7.5~8 で可溶化した。

b) 脱脂大豆粉 低温脱脂大豆粉に 10 倍量の水を加え 2 時間攪拌抽出した。得られた豆乳を 0.1 N HCl によ

りpH 4.5に調整して等電沈殿たん白質をとり、pH 7.5〜8で再度可溶化し分離たん白質 (SPI) とした。

以上の2種のたん白質溶液はpH 7.6 (μ : 0.001) のリン酸緩衝液で2日間透析し、所定のイオン強度に平衡化した。

各種イオン強度下における豆臭成分の抽出

μ : 0.001のたん白質溶液20mlに2 M食塩水を加え25 mlとし、 μ : 0.01, 0.1になるよう調節した。いずれのイオン強度においてもたん白質濃度は同一となるようにした。ネジ栓付遠心分離管にたん白質溶液25ml, エーテル20ml, エタノール5ml, *n*-オクタノール15 μ gを含むヘキサナール1 mlを順次加え、振盪抽出した。ついで遠心し(4,000rpm, 20分), 水層とエーテル層を分離した。

豆臭成分の定量 エーテル層にほぼ等量の水を加え振盪しエタノールを除去した。洗浄したエーテル層をN₂気流下でエーテルが少量残る程度まで濃縮しGLC³⁾により分析した。

たん白質の溶解率の測定 水層部をNo2濾紙で濾過し、3%NaOHで稀釈しマイクロピュレットによりたん白質濃度を測定した。溶媒処理前の可溶性たん白質量に対する%により溶解率を示した。

豆臭成分の総量 モルシン (盛進製薬株) 125mgをpH 2.5クエン酸緩衝液5 mlに溶解し、ネジ栓付遠心管中のたん白質溶液20mlに加え、さらにエーテル20mlを入れて密栓し30°C, 20時間加水分解した。加水分解後、氷浴中で冷却、内部標準物質 *n*-オクタノール15 μ gを含むヘキサナール1 mlを加え振盪した。エーテル層中のヘキサナールとヘキサノールも上記同様GLCにより分析した³⁾。

結果と考察

1. 各種イオン強度下における豆臭成分の抽出

脱脂大豆たん白質から調製した豆乳のイオン強度をかえてエーテル-エタノール混合溶媒系で豆臭成分を抽出した。その結果 (Fig. 1), ヘキサナールについてはイオン強度の低い方が混合溶媒系で抽出される量が多く、 μ : 0.001では全量の94%, μ : 0.1でも全量の81%も抽出できた。ヘキサノールはどのイオン強度の場合でもほぼ全量が抽出された。

たん白質の溶解性については溶媒処理時のイオン強度が低いほど溶解性が高く、 μ : 0.1で57%であったが、 μ : 0.001では88%になった。

豆乳から豆臭を除去するとき、イオン強度を下げて行くとたん白質の溶解率をあまり下げずに大部分の豆

臭を抽出することができた。

2. 分離たん白質調製過程における豆臭成分

上述の豆乳から等電沈殿によりSPI溶液を調製し、 μ : 0.001, 0.01においてエーテル-エタノール系で抽出した。Fig. 1とFig. 2を比較すると豆乳から分離たん白質調製への過程でヘキサナールが約40%, ヘキサノールが約5%減少している。すなわち、豆乳にくらべSPI溶液の豆臭が相当量少なく感ぜられる経験的事実の裏付けをしている。

SPIの総ヘキサノールの中で溶媒抽出される割合は25%程度でイオン強度に関係ない。ヘキサナールではイオン強度の低い方がやや多く抽出され、50%程度である。

たん白質の溶解性はイオン強度の低い方が大きく、 μ : 0.01では約90%であった。

SPIを μ : 0.001で透析平衡化すると豆臭は相当量少なくなる (Fig. 2)。総ヘキサナールは透析前の57%, 総ヘキサノールは約10%に減少している。溶媒抽出されるヘキサナールは μ : 0.001で約45%, ヘキサノールはほとんど抽出されなかった。たん白質の溶解率はイオン強度の低いほど高く、 μ : 0.001では約100%であった。

混合溶媒で抽出される豆臭成分は、脱脂大豆から調製直後の豆乳の段階で最も多く、分離たん白質の段階になると抽出可能なヘキサナールとヘキサノールの割

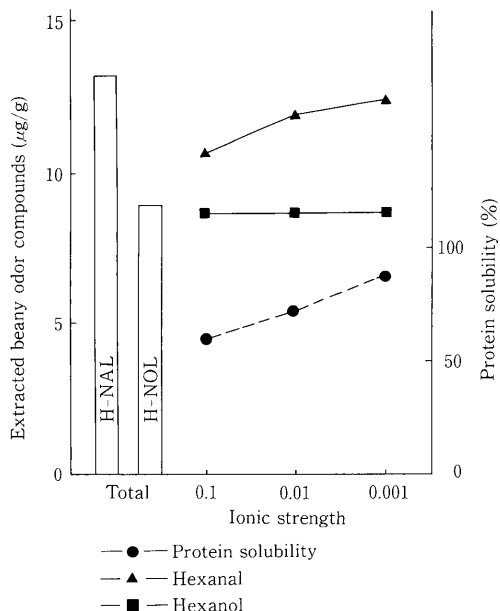


Fig. 1 Effect of ionic strength on protein solubility and extraction of beany odor compounds of soybean milk.

合が減少するのは興味深い。これら豆臭成分は調製過程においてたん白質の疎水領域にとり込まれてゆくものと推定される^{4,5)}。

3. フジプロ R

pH 7.6, μ : 0.001での透析前後でヘキサナールとヘキサノールの総量を比較すると (Fig.3), ヘキサナールは $\frac{1}{4}$ に, ヘキサノールは痕跡程度にまで減少した。混

合溶媒で抽出されるヘキサナールは20~30%, ヘキサノールは80%以上であった。ヘキサナールは実験室にて調製した SPI とは逆の傾向を示し, イオン強度が低いときに抽出率が高くなる傾向を示した。これは, フジプロ R の製造工程中に種々の変性を受けたことによると思われる^{6,7)}。

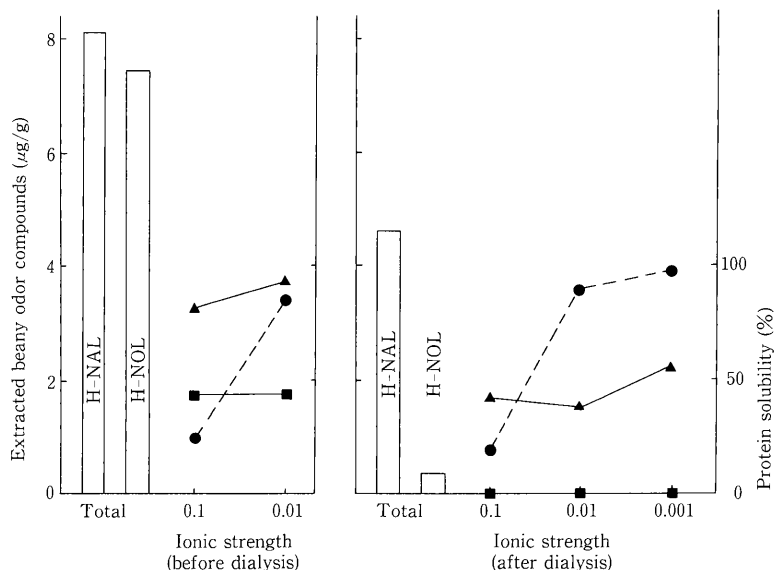


Fig. 2 Effect of ionic strength on protein solubility and extraction of beany odor compounds of soybean protein isolate prepared.

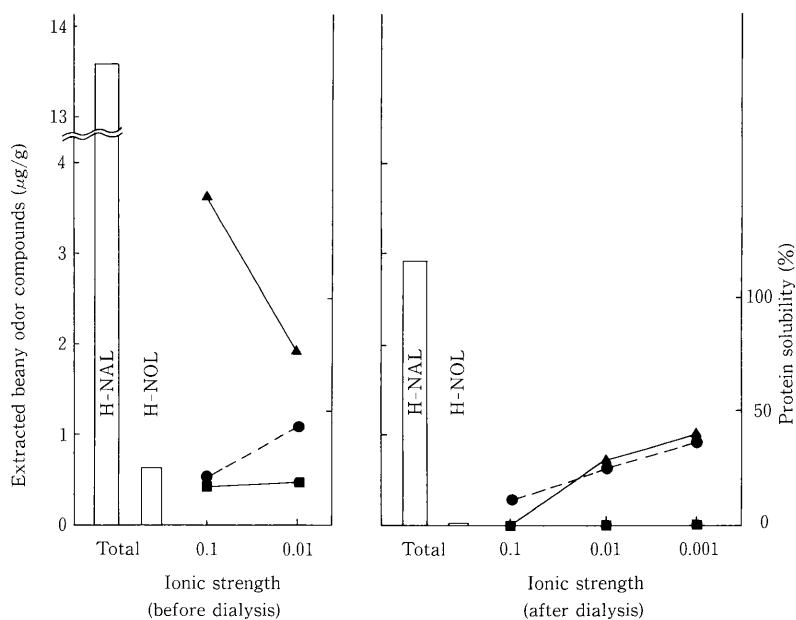


Fig. 3 Effect of ionic strength on protein solubility and extraction of beany odor compounds of Fujipro R.

文 献

- 1) 本間清一, 相田浩, 藤巻正生 (1983): 分離大豆たん白質の豆臭成分の除去. 大豆たん白質栄養研究会会誌, **4**, 15-17.
- 2) Baker, E.C., Mustakas, G.C. and Warner, K.A. (1979): Extraction of defatted soybean flours and flakes with aqueous alcohols: evaluation of flavor and selected properties. *J. Agric. Food Chem.*, **27**, 969-973.
- 3) 藤巻正生, 本間清一 (1982): オフフレーバー成分と結合する分離大豆たん白質画分について. 大豆たん白質栄養研究会会誌, **3**, 5-8.
- 4) Aspelund, T.G. and Wilson, L.A. (1983): Adsorption of off-flavor compounds onto soy protein: a thermodynamic study. *J. Agric. Food Chem.*, **31**, 539-545.
- 5) Damodaran, S. and Kinsella, J. (1981): Interaction of carbonyls with soy protein: thermodynamic effects. *J. Agric. Food Chem.*, **29**, 1249-1253.
- 6) 山内文男 (1979): 大豆たん白の構造と食品物性. 日食工誌, **26**, 266-276.
- 7) Hashizume, K. and Watanabe, T. (1979): Influences of heating temperature on conformational changes of soybean proteins, *Agric. Biol. Chem.*, **43**, 683-690.