

調理後の食品中ポリアミン量とポリアミン摂取量

鯉渕有華, 小森朱璃, 西堀尚良*
(平成31年2月28日受理)

Amounts of polyamines in cooked food and polyamine intake

Yuka Koibuchi, Akari Komori and Naoyoshi Nishibori

Summary

Polyamines are positively charged small molecules distributed ubiquitously in living organism and known to play some central roles in cell proliferation and differentiation. Since the polyamines supplied from diets are one of the important source of polyamines in the body, the amount of polyamines in cooked foods were analyzed and intakes of polyamines were calculated. Though polyamine contents were different in menu, spermidine and spermine intake were calculated to be almost 20~90 and 30~100 μmol per one meal.

Key words : Polyamines, putrescine, spermidine, spermine, cooked foods

要旨：ポリアミンは、正電荷を帯びた低分子であり、ほとんどすべての細胞に分布し、細胞増殖および分化において、いくつかの中心的役割を果たすことが知られている。食事から供給されるポリアミンは体内のポリアミンの重要な供給源の一つであるので、調理後の食品中のポリアミンの量を分析し、ポリアミンの摂取量を推定した。ポリアミンの含有量はメニューによって大きく異なるが、スペルミジンとスペルミンの摂取量は1食あたり20~90, 30~100 μmol と算定された。

キーワード：ポリアミン, プトレスシン, スペルミジン, スペルミン, 調理済み食品

*連絡責任者・別刷請求先 (Naoyoshi Nishibori, n-nishibori@shikoku-u.ac.jp)

四国大学短期大学部 (771-1192 徳島市応神町古川 123-1)

Shikoku university junior college. Ojin Tokushima city, Tokushima 771-1192, Japan

緒言

スペルミジン, スペルミンなどは分子内に3つ以上のアミノ基を有する低分子の直鎖脂肪族炭化水素であり, これらの前駆体のジアミンであるプトレスシンを含めてポリアミンと呼ばれる。特にこれら3種のポリアミンは, 広く細胞に分布することから, メジャーなポリアミンと考えられており, 一方, これらポリアミンと炭素数が異なる多様なポリアミンが細菌や藻類などに分布していることが知られている¹⁾。これらポリアミンは, ほとんどすべての細胞から検出され, タンパク質の合成や核酸の安定化などを通して細胞の増殖や分化に重要な役割を果たすことが知られている^{2,3)}。ポリアミン合成は細胞内でオルニチン脱炭酸酵素によって生じるプトレスシンの合成により開始され, その後アミノプロピル基が付加されてスペルミジンおよびスペルミンが合成される。このようにポリアミンは細胞内で合成されることから, 食事などにより体外から供給されるポリアミンの重要性は低いと考えられてきた。しかしながら, アイソトープラベルされたポリアミンを与えたマウスでは, ポリアミンが消化管から吸収され体内の様々な臓器に分布すること, 特にスペルミジンとスペルミンがプトレスシンに比べ多く取り込まれることが明らかにされ, 食品中の特にスペルミジンとスペルミンは動物のポリアミン供給源として重要であることが報告されている⁴⁾。またポリアミンが動脈硬化の一因となる接着因子 LFA-1 の発現を抑制し血管壁への白血球接着抑制を通して動脈硬化の発症を軽減する可能性に加え⁵⁾, 高濃度のポリアミンを含む餌で飼育したマウスの抗老化作用や寿命の延伸作用が報告されている⁶⁾。さらに, プロバイオティクによりマウスの寿命延伸効果がみられ, これは腸内細菌のポリアミン生産上昇による腸内の炎症抑制に起因することが報告されている⁷⁾。このように, ポリアミンは細胞に重要な影響を与え, 体外由来のポリアミンが抗老化作用や健康維持などに役立つと考えられるようになってきた。これらのことから近年, 食品中のポリアミン量が測定されポリアミン摂取量の算定や摂取量の地域間比較などが行われるようになって

きた^{8,9)}。しかしながら, 食品中のポリアミンを測定したこれまでの実験では, 調理前の食品を用いた測定されている場合が多く, 実際に摂取されるポリアミン量とは異なる可能性がある。そこで本実験では, 数種類の食事を摂取した場合のポリアミン摂取量を算定することを目的とし, ファーストフード及びインスタント食品と手作りの料理のポリアミン含有量を測定し, ポリアミン含量および組成を比較した。

実験方法

1. 試料

実験に用いた5品目のファーストフードおよびインスタント食品は市販品を購入した。また15品目の手作りの料理は, テキストをもとに市販の材料を購入し, 標準的な内容物および味付けとなるように調理した。きのこひしお, およびきのこデルタはしいたけ由来の調味液である。またレトルト食品は何れもしいたけを含む商品である。しいたけを含むこれらの試料は有限会社丸浅苑より供与いただいた。

2. ポリアミン分析

食品試料は総重量を測定した後, 10g程度をできるだけ均一になるように採集し細切した。細切食品試料の1g程度を3本のチューブに量り取り, 各チューブに5%トリクロロ酢酸溶液を3ml加えホモジナイズし, 分析まで -30°C で保存した。冷凍した試料は室温で溶解した後, 15,000回転で10分間遠心分離して得られた上清をシリンジトップフィルターでろ過してポリアミン分析試料とした。ポリアミン分析は, イオン交換樹脂を用いたポストカラムOPA法を用いたHPLCにより行った。

実験結果および考察

実験に用いた試料のプトレスシン, スペルミジン, スペルミン濃度を表1に示した。分析した試料のうち, かぼちゃの煮物のスペルミン濃度, フライドポテトのプトレスシン, スペルミジン濃度, チキンナゲットのスペルミン濃度, しいたけ旨煮およびしいたけひしお, しいたけスープ, 炊き込みご飯の素に含まれ

表1 手作り料理、インスタント食品およびレトルト食品のポリアミン量

料理等名	ポリアミン量 (nmol/g)		
	プトレスシン	スペルミジン	スペルミン
とんかつ	1.2	3.7±0.2	57.4±2.0
海老フライ	1.2	3.7±0.2	N.D.
肉じゃが	78.5±7.1	16.6±1.9	19.0±2.3
アジ塩焼き	10.0±2.0	21.6±5.5	32.0±7.0
カレールー	43.0±8.3	15.4±2.5	9.3±2.3
きんぴらごぼう	17.3±0.7	13.3±0.7	6.2±0.3
きゅうりとタコの酢の物	21.1±6.0	7.1±2.5	13.7±4.5
ほうれん草のごま和え	35.3±2.6	58.1±4.1	17.3±1.0
ほうれん草の白和え	11.7±5.4	4.5±0.3	3.3±0.3
かぼちやの煮物	46.7±6.0	44.7±5.4	274.2±24.3
金時豆甘煮	1.3±0.3	10.8±0.3	19.2±5.8
ジャガイモと玉ねぎの味噌汁	10.4±0.8	3.6±0.2	0.3±0.2
ごはん	0.9±0.1	0.7±0.1	0.9±0.1
ハンバーガー	34.0±0.1	20.0±1.7	23.9±0.6
フライドポテト	363.4±20.3	139.0±0.5	13.8±0.2
チキンナゲット	7.7±0.6	23.0±1.0	104.8±6.3
カップうどん	0.7±0.1	0.6	0.1
インスタントラーメン	8.3±0.2	0.5	0.1
しいたけ旨煮	33.4±2.3	462.3±22.4	N.D.
きのこひしお	N.D.	101.4±4.7	N.D.
きのこデルタ	3.0±0.4	3.8±0.4	N.D.
しいたけかりん糖	10.2±2.5	41.5±4.9	1.7±0.1
根菜のスープ	7.8±0.5	N.D.	0.4±0.1
ミネストローネ	38.4±1.7	19.5±1.1	N.D.
しいたけのポタージュ	18.4±1.1	73.7±2.7	N.D.
キノコのスープ	25.8±2.0	120.6±14.9	N.D.
キノコとひき肉のカレー	8.8±0.6	3.8±0.3	0.8±0.1
大根とカブのスープ	12.2±1.8	11.3±0.6	0.4±0.2
鳴門金時のポタージュ	13.1±1.1	1.6±0.2	1.1±0.2
炊き込みご飯の素	96.9±7.8	127.2±13.4	N.D.

るスペルミジン濃度が高かった。一方、カップうどんとインスタントラーメンでは何れのポリアミン濃度も低かった。市販のかぼちや、じゃがいも、鶏肉およびしいたけのプトレスシン、スペルミジン、スペルミンの平均含量はそれぞれ、75, 42, 91 nmol/g, 82, 50, 14 nmol/g, 8, 45, 226 nmol/g, 45, 610, 17 nmol/g であり、かぼちやではスペルミンが、ジャガイモではプトレスシンが、鶏肉ではスペルミジンが、しいたけではスペルミジンが多く含まれることが報告されている⁹⁾。本実験で測定した調理後の食品においても、

ポリアミン濃度は材料に含まれるポリアミン組成を反映しており、このことから調理方法の差異によるポリアミン濃度への影響はわずかで、調理後のポリアミン量は材料となる食品のポリアミン量に依存する傾向が窺えた。また、ほうれん草の胡麻和えと白和えを比較すると胡麻和えでは何れのポリアミンも白和えよりより高濃度に検出された。ゴマのポリアミン含量に関するデータはみられないものの、一般的に種子は多量のポリアミンを含むことが知られており、ごまを加えることによって料理に含まれるポリアミン

量を増加できる可能性が考えられた。一方、カップ麺やインスタントラーメンの主原料である小麦粉の3種ポリアミン濃度は32, 34, 9 nmol/gであり⁹⁾、これらの値に比べてカップ麺やインスタントラーメンに含まれるポリアミン量は非常に少ないことが明らかになった。また、一般的にポリアミンが多く含まれる食品では、特定のポリアミンが検出されないことはまれであるものの、レトルト食品では特にスペルミンが検出されない場合が多く、レトルト操作によりポリアミンが減少する可能性が考えられた。

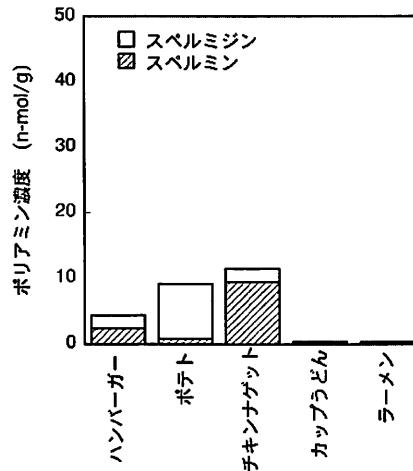


図1c. ハンバーガー100 g, ポテト60 g, チキンナゲット90 g, カップうどん480 g, インスタントラーメン550 gのポリアミン量

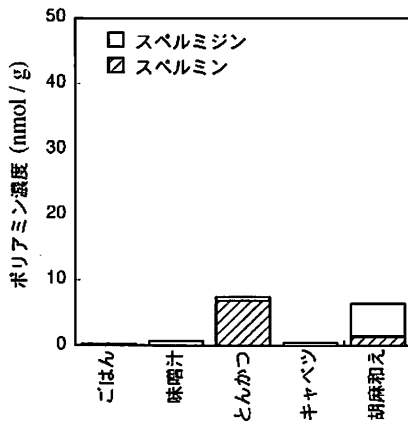


図1a. ごはん180 g, 味噌汁180 g, とんかつ120 g, キャベツ35 g, ほうれん草ゴマ和え85 gを食べた場合のスペルミジンとスペルミンの摂取量

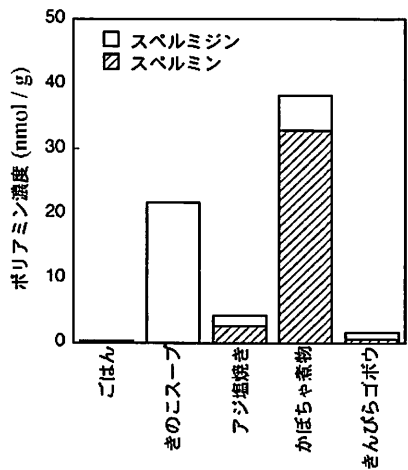


図1b. ごはん180 g, きのこスープ180 g, アジ塩焼き80 g, かぼちやの煮物120 g, きんぴらごぼう75 gを食べた場合のスペルミジンとスペルミンの摂取量

図1a~cには各食品を組み合わせる場合の1食分のポリアミン摂取量のうち、特に体内に吸収されやすいスペルミジンとスペルミン摂取量の一例を示した。スペルミジンが多く含まれるしいたけを使ったきのこスープからのスペルミジンの摂取量、一般的にスペルミン含量が多いことで知られる肉類、スペルミンを多く含むかぼちやの煮物からのスペルミン摂取量が多い。図1aの食事ではスペルミジンとスペルミンの摂取量はそれぞれ、19.8および25.9 μmol 、きのこのスープとかぼちやの煮物を組み合わせた図1bの場合には26.9および108.6 μmol と算定された。一方、図1cに示したようにカップうどんやインスタントラーメンからはスペルミジンもスペルミンもほとんど供給されないことが明らかになった。インスタント食品を除くこれらの食事からのスペルミジン摂取量はおよそ20~90 μmol 、スペルミン摂取量はおよそ30~100 μmol と算定された。

以上のように、食品中のポリアミン濃度は一般的な調理操作で影響を受ける可能性は低く、調理後の食品のポリアミン量は食材のポリアミン量を反映すると思われる。また、調理操作後の食品を用いて算定した1食あたりの摂取ポリアミン量はメニューや食材により大きく異なるものの、スペルミジンでは20~90 μmol 、スペルミンでは30~100 μmol であり、1日あたりそれぞれ60~270および

60~300 μmol と考えられた。この値は調理前の食材から求めた1日あたりのポリアミン摂取量 200 μmol とほぼ同程度の値であった。今後、調理前後のポリアミン量の変化を詳細に調べるとともに、さらに多種類の食品についてポリアミン含量を測定することが必要であると思われる。

文献

- 1) Hamana, K., Matsuzaki, S., 1982. Widespread occurrence of norspermidine and homospermidine in eukaryotic algae. *Journal of Biochemistry* 91, 1321–1328.
- 2) Tabor, C.W., Tabor, H., 1984. Polyamines. *Annual Review of Biochemistry* 53, 749–790.
- 3) Igarashi, K. and Kashiwagi, K. 2000. Polyamines: mysterious modulators of cellular functions. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 271, 559–564.
- 4) Xu, Y.J., Hara, T., Samejima, K., Sasaki, H., Kobayashi, M., Takahashi, A., et al. 2002. Simultaneous determination of endogenous and orally administrated ^{15}N -labeled polyamines in rat organs *Analytical Biochemistry* 301, 255–260.
- 5) Soda, K., Kano, Y., Nakamura, T., Kasono, K., Kawakami, M., Konishi, F. 2005. Spermine, a natural polyamine, suppresses LFA-1 expression on human lymphocyte. *Journal of immunology* 175, 237–245.
- 6) Soda, K., Dobashi, Y., Kano, Y., Tsujinaka, S., Konishi, F. 2009. Polyamine-rich food decrease age-associated pathology and mortality in aged mice. *Experimental gerontology* 44, 727–732.
- 7) Matsumoto, M., Kunihara, S., Kibe, R., Ashida, H., Benno, Y. 2011. Longevity in mice is promoted by probiotic-induced suppression of colonic senescence dependent on upregulation of gut bacterial polyamine production. *Plos one* 6, e23652.
- 8) Yamamoto, S., Itano, H., Kataoka, H., Makita, M. 1982. Gas-liquid chromatographic method for analysis of di- and polyamines in food. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 30, 435–439.
- 9) Nishibori, N., Shinsuke, F., Akatuki, T. 2007. Amounts of polyamines in food in Japan and intake by Japanese. *Food Chemistry* 100, 491–497.