

審査の結果の要旨

氏名 田中 充

本論文は、即席麺の構造と品質に関する食品加工学的研究と、製品の栄養機能に関する栄養生理学的研究をまとめたものである。現在、わが国では、単身赴任や共働き世帯の増加を背景に、即席食品や冷凍食品、「中食」向けの加工食品の利用が増えており、手軽で栄養バランスの良い食品の必要性が高まっている。一方、先進諸国では、エネルギーの過剰摂取による肥満や糖尿病等の生活習慣病が問題となっている。本研究は、簡便・保存性に優れ、世界中に普及する即席麺の生体調節機能や、食品に含まれるタンパク質 (P) ・脂質 (F) ・炭水化物 (C) のバランス (PFC 比) の変化が代謝におよぼす効果を解析するとともに、嗜好性と栄養価を同時に満たせるような即席麺の加工方法の開発・評価を試みたものである。本論文は5章から成り、第1章は序論、第2, 3, 4章が本論、第5章は総括と今後の展望である。

第2章の研究では、油脂含量の低いフライ麺の製造工程の開発とその製品の品質評価を行った。とくに、フライ麺におけるグルテン形成能と油脂含量との関連性をグルテンネットワーク (GN) 構造の特徴から解析した。その形成に重要な麺帯のロール複合法あるいは圧延工程法について検討した。ロール複合法で圧延回数を増やした場合、細密な GN 構造が形成され、フライにより麺線が膨化し、麺線断面積及び空隙率が大きくなり、それに伴って油脂含量が高くなった。一方、押し出し麺帯成形法で圧延回数を1回にすることで、GN 構造が脆弱になった結果、麺線の膨化が抑制され、空隙率が大幅に低くなることから、置換される油が減少し、麺の油脂含量が低下した。本研究はフライ麺のグルテン形成度が油脂含量と相関することを示す最初の報告であり、得られた低油脂フライ麺は脂質含有量が約11%に過ぎず、栄養的バランスのとれた食品として期待される。

第3章では、食餌の炭水化物/脂質 (C/F) カロリー比が栄養素代謝に与える影響を解析した。マウスを3群に分け、C/F比の異なる飼料として、C/F=65/15 (L群)、60/20 (M群)、および35/45 (H群)を用いて9週間飼育した。群間の体重に差はなく、生化学データにおいては、H群はL群と比較して、血清トリアシルグリセロール (TG) の有意な減少、肝臓中 TG、総コレステロールおよび総胆汁酸の有意な上昇が観察された。肝臓の DNA マイクロアレイ解析を行い、変動遺伝子群を類型化した。興味深いことに、LからM、そしてMからHへの発現変化が直線的ではなく、谷型(M群で最低)あるいは山型(M群で最高)となった遺伝子 (スイッチ遺伝子) 群が存在した。これ

らには serine dehydratase 等の糖新生に関与する遺伝子が含まれており、M 群の食餌 (C/F=60/20) パターン付近では、エネルギー源として炭水化物から脂質を利用するために遺伝子発現がスイッチするターニングポイントが出現することを示唆した。

第 4 章では、即席麺 (チキンラーメン) をラットに投与した際の生理・生体応答を解析した。食餌組成の 30% をチキンラーメンが占め、脂質エネルギー比が 26% である食餌を 30 日間摂取した N 群 (noodle 群) では、同質の栄養素を含む食餌 (C 群・対照群) と比較し、肝臓トリグリセリドの有意な低下、糞中コレステロールの増加が見られた。メカニズム解析のため、視床下部一下垂体 (HP)、肝臓および白色脂肪組織 (WAT) のトランスクリプトーム解析を行った。HP では甲状腺刺激ホルモン (TSH) および、TSH と複合体を形成する Cga の発現が上昇した。これにより、甲状腺ホルモンが上昇し、肝臓トリグリセリドが分解されたと考えられた。さらにカテコールアミン量が N 群と C 群で異なることが示唆された。実際、N 群では尿中のノルアドレナリンが有意に上昇しており、その結果、肝臓における β 酸化および WAT での脂肪分解が亢進したと考えられた。N 群の食餌には C 群と比較して、グルタミン酸を含むアミノ酸、香辛料 (ショーガオール等) およびメーラード反応生成物等が含まれており、これらの物質が HP を介して脂質ホメオスタシスに影響を与えたと推定した。

以上、本論文の研究で、即席麺に関する油脂含量低減の新工程の確立、C/F 比によるエネルギー代謝の質的スイッチ (ターニングポイント) の存在、および即席麺の脂質代謝制御を明らかにした。これらの研究成果は、学術上、応用上寄与するところが少なくない。よって、審査委員一同は本論文が博士 (農学) の学位論文として価値あるものと認めた。