

学位論文題名

魚肉ねり製品の物性に及ぼす副原料の影響に関する研究

学位論文内容の要旨

魚肉ねり製品は、その地方で捕れる魚を利用して多種多様の特徴を持った製品が生産されていた。しかし、原料魚の漁獲が減少し、またスケトウダラ冷凍すり身の普及につれて、魚肉ねり製品は画一化されたものになってきた。そこで、魚肉ねり製品に種々の特徴を付与するためには新しい原料魚を開拓すると共に、でん粉や植物タンパク質、鶏卵等の副原料の性質を有効に利用することが必要となる。そこで本研究は、多種多様の物性を持った魚肉ねり製品を製造する際に必要な基礎的な知見を得るために、これら副原料の魚肉ねり製品の物性に及ぼす影響を明らかにすることを目的に行なった。

第1章では魚肉ねり製品の物性に及ぼすでん粉の種類の特徴を明らかにすることを目的として、主に、肉糊の加熱温度や加熱時間、坐り、戻り等の加熱条件の面から比較検討した。第2章ではでん粉添加魚肉ねり製品の欠点の一つである低温貯蔵中の品質劣化（物性変化）を防止することを目的として、でん粉の種類や添加量、水分量、pH、添加物等の影響について検討した。第3章では大豆と小麦タンパク質の魚肉ねり製品の物性に及ぼすそれぞれのタンパク質の特徴を明らかにした。第4章では鶏卵およびその成分の魚肉ねり製品の物性に及ぼす影響を明らかにした。また、魚肉ねり製品には用いられていないカゼイン添加の影響についても検討した。得られた結果は以下の通りである。

（1）肉糊に添加されたでん粉は加熱、糊化することによって、加熱ゲルの弾力の補強効果を発揮することが出来る。肉糊に添加したでん粉の糊化温度は、多量の水と共に加熱させたときの糊化温度よりも8～15℃高くなることを明らかにした。でん粉を添加した肉糊の加熱ゲルのゼリー強度を最大にする温度（ T_m ）は、もち米、タピオカでん粉は75～80

℃，もちとうもろこしでん粉は80℃，ハイアミロースとうもろこしでん粉は85℃，じゃがいも，小麦，さつまいも，とうもろこし，葛でん粉は90℃で，でん粉の種類で異なっていた。また，T_mで加熱したときの肉糊加熱ゲルのゼリー強度の補強効果はT_mの高いでん粉の方が大きい傾向にあった。

(2) でん粉を添加した肉糊の加熱ゲルのゼリー強度は，添加したでん粉の膨潤度とは関係なかったが，アミログラムのブレイクダウン値が大きく，でん粉粒の壊れやすいもの程小さいことが認められた。(1)と(2)の結果から，でん粉による肉糊ゲルの補強効果は，加熱糊化したでん粉粒子による充填効果であると考えられた。

(3) 二種類のでん粉を混合して添加した肉糊の加熱ゲルのゼリー強度や圧出水分率は，でん粉の混合比率とそれらのでん粉を単独で添加したときの加熱ゲルのゼリー強度や圧出水分率から推定できることが分かった。

(4) 肉糊の坐りによるゼリー強度の増大とでん粉添加によるゲルの補強効果を生じる加熱温度域は異なり，これら二つの効果は加算されず，加熱ゲルのゼリー強度の補強に対して見掛け上競合的であり，でん粉の添加によって肉糊の坐りの効果が隠されることが分かった。一方，でん粉は肉糊の60℃加熱によるゼリー強度の低下（戻り）に対しては影響を及ぼさないことが分かった。

(5) でん粉を添加した肉糊加熱ゲルを低温で貯蔵すると，貯蔵中に物性が変化する。変化の度合いは，じゃがいもや葛，さつまいものような地下でん粉を添加した方が，とうもろこしや小麦，米のような地上でん粉を添加した場合よりも大きいことが分かった。でん粉の添加量を約2%以下，pHを中性付近にすると低温貯蔵中の物性変化が小さかった。また，pHによる影響はでん粉が糊化する前（肉糊）よりも糊化後（加熱ゲル）の方が大きいことを明らかにした。でん粉を添加した肉糊はでん粉の糊化温度以上で60分間以上加熱してゲルを製造すれば，貯蔵中のゲルの物性変化を小さくできた。

(6) でん粉添加ゲルの低温貯蔵中の物性変化は，とうもろこし油の添加で抑制されたが，卵白やコンドロイチン硫酸ナトリウムには効果がな

かった。また、グルタミン酸ナトリウムでは促進された。糊料の添加では、その粘度が $10\text{mp}\cdot\text{s}$ 以上あれば、抑制効果が認められた。

(7) 肉糊加熱ゲルのゼリー強度は肉糊のすり身量を一定にした場合、植物タンパク質の添加により著しく補強された。一方、水分量を一定にした場合は、植物タンパク質の添加に伴う加水と魚肉タンパク質量を少なくする必要性から、加熱ゲルのゲル強度と保水性は低下した。特に、添加量が15%になると、植物タンパク質自体のゲル形成能が大きな影響を与えるようになった。

(8) 水分量一定で大豆タンパク質を添加した肉糊は 70°C 以上、小麦タンパク質を添加した肉糊は 80°C 以上の温度で加熱すると弾力のあるゲルが形成された。また、 90°C で長時間加熱した場合のゲルの弾力低下は、小麦タンパク質を添加したゲルの方が大豆タンパク質よりも大きかった。

(9) 植物タンパク質を添加した肉糊加熱ゲルのゼリー強度の補強効果は、大豆タンパク質では3% NaCl 溶液に不溶性の成分が関与しており、小麦タンパク質では不溶性であることおよびそれ自体のゲルのゼリー強度と高い正の相関関係にあることが認められた。これらの結果から、植物タンパク質による肉糊ゲルの補強効果も吸水膨潤した不溶性成分による充填効果と考えられた。

(10) 植物タンパク質の添加は、肉糊中のミオシン重鎖の多量体形成を阻害することが分かった。その原因は、植物タンパク質自体が肉糊の坐りに関与しているTGaseの基質となることから、競合的に肉糊中のミオシン重鎖の架橋重合を抑制した結果と推察された。

(11) 鶏卵成分の肉糊への添加量は、全卵と卵白は5%添加において、弾力の補強効果が現れたが、でん粉や植物タンパク質による補強効果に比較すれば小さいことが分かった。一方、卵黄には加熱ゲルの弾力の補強効果は認められず、添加量が多くなる程弾力は低下した。また、弾力の補強効果は、卵白成分の中ではオボアルブミンによることが明らかとなった。

(12) 全卵や卵白、卵黄は肉糊の坐りによるゼリー強度の増加に対してはやや抑制的に作用することが分かった。また、卵白と卵黄は、いずれも肉糊の 60°C 加熱による戻りを抑制する効果のあることが認められた。

卵白成分で戻りを抑制する効果のみられたのは、オボアルブミン、コンアルブミン、オボムコイドであり、卵黄成分では水溶性画分であった。

(13) カゼインは加熱ゲルのゼリー強度の低下を起こし、坐りを抑制した。また、肉糊中のミオシン重鎖の3量体以上の形成を著しく阻害することが分かった。カゼインは水溶性のために充填効果がなく、肉糊中のミオシン相互作用の希釈とTGaseによるミオシン重鎖の架橋重合の競合的な阻害によって加熱ゲル形成と坐り反応を低下させていることが示唆された。

本研究では、でん粉、植物タンパク質、鶏卵、カゼインの魚肉ねり製品の物性に及ぼす影響を明らかにし、これらの副原料の合理的使用に対してその理論的根拠を明らかにした。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 関 伸 夫
副 査 教 授 猪 上 徳 雄
副 査 助 教 授 今 野 久 仁 彦

学 位 論 文 題 名

魚肉ねり製品の物性に及ぼす副原料の影響に関する研究

魚肉ねり製品はその地方で漁獲される魚を利用して多種多様な特徴を持った製品が生産されていた。しかしスケトウダラ冷凍すり身が全国的に普及するにつれて、魚肉ねり製品は画一化されたものになってきた。そこで魚肉ねり製品に種々の特徴を付与するためには新しい原料魚を開拓すると共に、でん粉や植物タンパク質、鶏卵等の副原料の特性を有効に利用することが必要である。本研究はこれら副原料の魚肉ねり製品の物性に及ぼす影響を詳細に検討し、副原料の合理的利用を図るための理論的根拠を明らかにしている。

本研究によって得られた結果は以下のように要約される。

1. 魚肉肉糊に添加されたでん粉は加熱糊化することによって、加熱ゲルの弾力の補強効果を発揮することができる。でん粉の糊化温度は、でん粉の種類で異なっていた。もち米、タピオカでん粉は75-80℃、もちとうもろこしでん粉は80℃、ハイアミロースとうもろこしでん粉は85℃、じゃがいも、とうもろこし、小麦でん粉等は90℃で、この温度が高い方が魚肉ゲルの弾力補強効果が大きかった。
2. でん粉を添加した魚肉ゲルのゼリー強度は添加したでん粉の膨潤度とは関係がなかったが、アミログラムのブレイクダウン値が大きく、でん粉粒の壊れ易いものでは補強効果が小さかった。1と2の結果から、でん粉による魚肉ゲルの補強効果は加熱糊化したでん粉粒子による充填効果であると考えられた。
3. 魚肉肉糊の坐りによるゼリー強度の増大と、でん粉添加によるゲルの補強効果を生じる加熱温度域は異なり、これら二つの効果は加算されず、見掛け上競合的であり、肉糊の坐り効果はでん粉添加で隠されることが分かった。つまり坐り効果が期待できない場合にでん粉の添加は著効を示すことを明らかにした。
4. でん粉を添加したねり製品の欠点である貯蔵中の品質劣化が早い点は、じゃがいも等の地下でん粉を添加した方が、小麦やとうもろこしでん粉よりも顕著であった。
5. でん粉添加ねり製品の低温貯蔵中の品質低下はとうもろこし油や粘度が高い

糊料（メチルセルロース、アルギン酸塩、グアーガム等）の添加で抑制された。

6. 魚肉ねり製品のゼリー強度は肉糊のすり身量を一定にした場合は、植物タンパク質（大豆及び小麦タンパク質）粉末の添加により著しく補強された。一方、水分量を一定にした場合は、植物タンパク質の添加に伴う加水と魚肉タンパク質量を少なくする必要性から、加熱ゲルのゼリー強度と保水性は低下した。特に添加量が15%になると、植物タンパク質自体のゲル形成能が大きな影響を与えるようになった。
7. 植物タンパク質を添加した魚肉加熱ゲルの補強効果は、大豆タンパク質では3%食塩に不溶性の成分が関与しており、小麦タンパク質では不溶性であること及びそれ自体のゲルのゼリー強度と高い正の相関関係にあることが認められた。これらの結果から植物タンパク質による魚肉ゲルの補強効果も吸水膨潤した不溶性成分による充填効果であると考えられた。
8. 植物タンパク質の添加は魚肉肉糊中のミオシン重鎖の架橋形成を阻害した。その原因は植物タンパク質が肉糊中の坐りに関与している内因性トランスグルタミナーゼの基質となるために競合的にミオシン重鎖の架橋形成を阻害するためであることを推測した。
9. 鶏卵成分の魚肉肉糊への添加は全卵と卵白は弾力の補強効果を示したが、でん粉や植物タンパク質による効果に比較すれば小さいことがわかった。卵白と卵黄は肉糊の60℃加熱による戻りを抑制する効果のあることが認められた。
10. カゼインの添加は加熱ゲルのゼリー強度の低下を起こし、坐りを抑制した。カゼインは水溶性のために充填効果が無く、また肉糊中のミオシン相互作用の稀釈と内因性トランスグルタミナーゼによるミオシン重鎖の架橋形成の競合的阻害によって魚肉加熱ゲルの形成能を低下させることが示唆された。

以上のように、本研究はねり製品に経験的に用いられている代表的副原料（でん粉、植物タンパク質、鶏卵等）を合理的に使用するための理論的根拠を明確にした点、およびカゼインのように副原料として不適当な理由を解明した点は極めて高く評価される。したがって、審査員一同は本論文が博士（水産学）の学位を受けるに十分な内容を有するものと認定した。