

オカラ添加が冷凍ソーセージの 品質に与える影響

多田耕太郎*・小泉亮輔**・寺島晃也***・中村 優*・鈴木敏郎***

(平成 24 年 5 月 17 日受付/平成 24 年 7 月 20 日受理)

要約: 豆乳生産時の副産物であるオカラを添加して冷凍ソーセージの解凍後の品質評価を行った。塩漬肉の 5, 10 および 15% をオカラで置換した冷凍ソーセージを製造し, その解凍後の品質を検討した。すなわち, 真空包装したソーセージを -20°C で 7 日間冷凍保存した後に解凍した。その結果, オカラ無添加のソーセージは冷解凍後に多量のドリップ流出がみられたのに対し, オカラを添加したソーセージは冷解凍後のドリップ流出が顕著に抑制され, 歩留まりが向上した。さらに冷解凍後にオカラ無添加ソーセージのテクスチャーは顕著に低下したが, オカラを 10% まで添加することにより低下が抑制された。官能評価では, オカラ無添加の冷凍ソーセージは低評価になったのに対し, オカラ 10% 添加の冷凍ソーセージはオカラ無添加の非冷凍ソーセージと同等の高評価を得た。オカラを 15% 添加したソーセージは冷凍の有無にかかわらず官能評価は低かった。これらのことから, 冷凍ソーセージにオカラを添加することで食物繊維を含有させ, 保水性を向上させることができた。また, 10% 程度のオカラ添加が良好な品質を備えた冷凍ソーセージを加工する上で適当であることが明らかになった。

キーワード: オカラ, ソーセージ, 冷凍, テクスチャー, 官能評価

1. 緒 言

豆乳や豆腐を製造する際に派生するオカラは食物繊維を豊富に含み, 抗高血圧¹⁾, 血漿中脂質の増加抑制²⁾, 肥満抑制^{2,3)}, 抗高血糖⁴⁾ などの有用な生理機能を備えている。オカラの派生量は原料に用いた大豆の約 1.1 倍と多く⁵⁾, 一部が家畜飼料や洋菓子などの原料として利用されている^{6,7)} が, 水分が多く, 腐敗しやすいことから用途は限定され, そのほとんどが費用をかけて廃棄され, 環境問題にもなっている⁶⁻⁹⁾。一方, 日本では生活様式の洋風化により, 食肉の消費量が増加した反面, 穀物・野菜類の消費量が減少している¹⁰⁾。食肉は食物繊維を含まないこともあり, 日本における食物繊維の摂取量は約 15 g/日/人に減少¹¹⁾ し, WHO が推奨する摂取量 25 g/日/人¹²⁾ を大きく下回っており, 健康面への影響が危惧されている。そこで筆者らはオカラの用途拡大と食物繊維を含んだ新規食肉加工品の開発を目指してオカラを添加したソーセージを試作し, その品質を評価した結果, 良好な品質を備えたオカラ添加ソーセージの加工が可能であることを先に報告¹³⁾ した。本報告では, オカラの持つ高い保水性¹³⁻¹⁸⁾ に着目し, 冷解凍後に多量のドリップが流出することから加工が困難とされている冷凍ソーセージの開発を目的に, オカラを添加したソーセージの冷解凍後の品質について検討した。

2. 試料および方法

(1) 試料

オカラは富山県産エンレイ大豆から豆乳を搾汁した後の残渣を用いた。すなわち, 原料大豆を 12 時間水浸漬し, 十分に膨潤させてから破碎後, 最終的に原料大豆に対して 6 倍の加水率となるように加水し, 100°C で 5 分間加熱した後ろ過して豆乳とオカラを分離した。オカラは腐敗し易いことから真空包装後に -20°C で凍結保存し, 使用時に流水解凍したものを供試した。豚の赤肉と脂肪は凍結履歴のない大腿二頭筋と背脂を用いた。

(2) 塩漬

Table 1 に示す割合で約 5 cm 角に切断した豚赤肉に食塩, 砂糖, 硝酸 K, 亜硝酸 Na, アスコルビン酸 Na およびトリポリリン酸 Na を添加し, ミートミキサー (竹内食品機械製 MS-20) で 10 分間混合した後, 5°C の温度下で 3 日間塩漬した。

(3) 練り肉の調製

塩漬肉と豚背脂を 5 mm 目のミートチョッパー (大道産業製 OMC-22B) で挽いた後, Table 2 に示す割合で塩漬肉, 豚背脂, オカラ, 氷水, 香辛料などを配合し, サイレントカッター (大道産業製 OMF-780) で細切・混合して練り

* 東京農業大学農学部畜産学科

** 東京農業大学農学研究科環境共生学専攻

*** 富山県食品研究所

肉を調製した。すなわち、塩漬肉、豚背脂およびオカラの合計量を100%として、豚背脂の配合割合を15%に固定し、オカラを塩漬肉と置換することで5、10および15%のオカラを添加したソーセージを調製した。また、オカラ無添加(0%)のソーセージも調製した。なお、オカラ添加割合の増加にともない食塩濃度が減少することから、計算上の最終的な練り肉の食塩濃度が2.0%になるように食塩を添加して調整した。

(4) 充填および加熱

練り肉を直径25mmのビニールケーシングに均一に充填した後、75℃の温水中で30分間加熱処理を行った。加熱後のソーセージは直ちに流水中で冷却した。

(5) 冷凍および解凍

流水冷却後のソーセージは、半数を5℃で12時間保存し、残り半数を-20℃で7日間冷凍した後に5℃で24時間保存して解凍した。なお、以下の試験には5℃保存後にさらに室温まで戻したものをを用いた。

(6) 一般成分測定

以下の方法により測定した。

水分：常圧加熱乾燥法¹⁹⁾

タンパク質：ケルダール法²⁰⁾

脂質：(オカラ) = クロロホルム・メタノール抽出法²¹⁾

(赤肉・ソーセージ) = ソックスレー抽出法²²⁾

食物繊維：プロスキー変法²³⁾

灰分：直接灰化法²⁴⁾

(7) pH測定

試料に対し9倍量の蒸留水を加え攪拌した後、その懸濁液のpHをpHメータ(堀場製作所製F-52)を用いて測定した。

(8) 色調測定

L*値、a*値およびb*値を分光測色計(コニカミノルタ製CM-3500d)を用いて測定した。

(9) 保水性測定

オカラの保水性を植物性たん白の日本農林規格に示されている保水性測定法²⁵⁾に準じて測定した。すなわち、50ml容プラスチック製遠沈管を用い、解凍オカラ6gに水20gを加え、室温で20分間放置し吸水させた後、1,000Gで5分間の遠心分離を行い、上清を除去した後の残存重量をオカラの乾物重量で除した値を保水性とした。

(10) 凍結解凍後の歩留まり測定

ソーセージをケーシングに充填したまま1,000Gで5分間遠心分離した後、ソーセージをケーシングより取り出し、網目5mmの網上に載せ分離水を除去した。歩留まりは、分離水除去後のソーセージ重量を分離水除去前のソーセージ重量で除して算出した。なお、ケーシング重量は計量し控除した。

(11) テクスチャー測定

ソーセージを高さ25mmに切断し、インストロン万能試験機(インストロンジャパン製Model5543)を用いて、TPA(Texture Profile Analysis)測定を行った。すなわち、円盤形プランジャーでソーセージを2回圧縮し、かたさ、弾力性、凝集性および咀嚼性を測定した。測定条件は、プランジャー直径75mm、縮率50%、圧縮速度50mm/minとした。

Table 1 Recipe for dry curing

Ingredient	Weight (%)
Lean pork	100.00
Salt	2.50
Sugar	0.50
Potassium nitrate	0.02
Sodium nitrite	0.01
Sodium ascorbate	0.10
Sodium tripolyphosphate	0.20

Table 2 Formulations for sausages with and without okara

Ingredient	Rate of okara (%)			
	0	5	10	15
Cured meat	85.0	80.0	75.0	70.0
Pork back-fat	15.0	15.0	15.0	15.0
Okara	-	5.0	10.0	15.0
Water·ice	25.0	25.0	25.0	25.0
Onion	1.5	1.5	1.5	1.5
MSG ¹	0.1	0.1	0.1	0.1
White pepper	0.2	0.2	0.2	0.2
Black pepper	0.1	0.1	0.1	0.1
Mace	0.1	0.1	0.1	0.1
Salt	0.50	0.65	0.75	0.90

1: Monosodium glutamate

(12) 官能試験

ソーセージをケーシングに充填したまま 70℃ の温水中で 20 分間加熱した後、ケーシングを外し、外観、香り、テクスチャー、多汁性、味および総合の項目について、1：非常に悪い、2：悪い、3：やや悪い、4：普通、5：やや良い、6：良い、7：非常に良い、の 7 段階嗜好尺度を用い、22 人（男性 12 人、女性 10 人、年齢 13-56 歳）のパネリストにより実施した。

3. 結果および考察

(1) オカラおよび赤肉の一般成分、pH および色調

オカラおよび赤肉の一般成分、pH および色調を Table 3 に示した。オカラの一般成分は水分 75.95%、タンパク質 6.82%、脂質 2.26%、灰分 0.94%、不溶性食物繊維 8.00% および水溶性食物繊維 2.04% で、食物繊維を約 10% と豊富に含んでいた。一方、赤肉は水分 70.73%、タンパク質 22.61%、脂質 5.53% および灰分 1.07% で、オカラは赤肉に比べ、水分は約 5% 多く、タンパク質と脂質はそれぞれ約 16%、約 3% 少なく、灰分はほぼ同値であった。pH はオカラが 6.72 のほぼ中性を示したのに対し、赤肉は 5.68 と若干酸性寄りであった。オカラと赤肉の色調はそれぞれ、L* 値 84.38、58.36、a* 値 1.24、6.37 および b* 値 18.87、13.92

Table 3 Chemical and physical properties of okara and lean pork

Property	Okara	Lean pork	
Moisture (%)	75.95±0.62	70.73±1.03	
Protein (%)	6.82±0.23	22.61±0.38	
Fat (%)	2.26±0.22	5.53±0.30	
Ash (%)	0.94±0.12	1.07±0.01	
Insoluble fiber (%)	8.00±0.44	—	
Soluble fiber (%)	2.04±0.07	—	
pH	6.72±0.01	5.68±0.44	
Color	L*-value	84.38±0.23	58.36±1.79
	a*-value	1.24±0.04	6.37±0.22
	b*-value	18.87±0.06	13.92±0.51

All values are expressed as mean ± standard deviation (n=6).

で、オカラはやや黄色みのある白色を呈していた。

(2) オカラの保水性

試料に用いたオカラの保水性は 11.61 を示し、自身の乾燥重量の約 10 倍の水を保持でき、これまでに報告¹³⁻¹⁸⁾されたオカラと同様に高い保水性を有することが明らかになった。これは、オカラに豊富に含まれる食物繊維によるもの¹⁴⁾と考えられた。

(3) ソーセージの成分

ソーセージの一般成分を Table 4 に示した。オカラ添加量の増加にともない水分および食物繊維は増加する傾向を示したのに対し、タンパク質と脂質は減少する傾向を示した。水分および脂質はオカラ無添加のソーセージと 10% 添加以上のものとの間に、タンパク質および食物繊維はオカラ添加量の異なる各ソーセージ間で有意差 ($p < 0.05$) が認められた。一方、灰分は各ソーセージ間に有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。各ソーセージ間での成分の差異は、先述の通り試料に用いたオカラと赤肉の成分に差異があることから、オカラと塩漬肉の置換量の違いが反映されたものと考えられた。

(4) 凍結解凍後のソーセージの歩留まり

ソーセージの歩留まりを Fig. 1 に示した。非冷凍ソーセージは、オカラ無添加が 96.81% の歩留まりで幾分のドリップ流出がみられた。しかし、オカラ 5% 添加以上でほぼ 99% まで歩留まりが増加し、ドリップはほとんどみられなくなり、オカラ無添加との間に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。オカラ添加量毎に冷凍の有無間で比べると、オカラ無添加ソーセージは冷凍により顕著なドリップの流出がみられ、歩留まりは 85.82% と有意 ($p < 0.05$) に低い値を示した。また、オカラ 5% 添加の冷凍ソーセージの歩留まりも 94.52% で多くのドリップがみられ、有意差 ($p < 0.05$) が認められた。しかし、オカラ 10% 添加以上の冷凍ソーセージではドリップはほとんどみられなくなり、無冷凍との間に有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。オカラ添加による歩留まりの上昇は、先述のオカラの持つ極めて高い保水性によるものと考えられ、ソーセージ中に点在するオカラの繊維状組織が肉汁を吸収することからドリップの流出が

Table 4 Proximate composition of sausages formulated with okara

Property	Rate of okara (%)			
	0	5	10	15
Moisture (%)	68.03±0.93 ^a	68.75±0.94 ^{ab}	69.09±0.62 ^b	69.39±0.60 ^b
Protein (%)	14.99±0.43 ^a	14.20±0.43 ^b	13.59±0.27 ^c	13.00±0.26 ^d
Fat (%)	12.92±0.37 ^a	12.62±0.38 ^{ab}	12.47±0.25 ^b	12.34±0.24 ^b
Ash (%)	2.82±0.08 ^a	2.80±0.08 ^a	2.77±0.06 ^a	2.78±0.05 ^a
Insoluble fiber (%)	-	0.33±0.01 ^c	0.64±0.01 ^b	0.96±0.02 ^a
Soluble fiber (%)	-	0.09±0.00 ^c	0.16±0.00 ^b	0.24±0.00 ^a

All values are expressed as mean ± standard deviation (n=6).

Values with different superscripts within a row are significantly different ($p < 0.05$).

抑制されたものと考えられた。特に冷凍ソーセージでは、冷凍時に形成される氷結晶²⁶⁾により肉タンパク質が作り出すソーセージ組織²⁷⁾が部分的に崩されるために、解凍時のドリップ流出が多くなる²⁶⁾が、本結果からオカラ10%添加以上でこれらのドリップは十分に吸収されるものと考えられた。

(5) ソーセージの pH および色調

ソーセージの pH および色調を Table 5 に示した。非冷凍ソーセージの pH はオカラ無添加が 6.36 であったが、オカラ添加量の増加にともない pH は上昇する傾向を示し、オカラ 10% 添加, 15% 添加はそれぞれ 6.41, 6.42 となり、オカラ無添加, 5% 添加のものとの間に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。冷凍ソーセージも無冷凍のものと同様の傾向を示し、オカラ添加量毎の冷凍の有無間での有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。各ソーセージ間での pH の

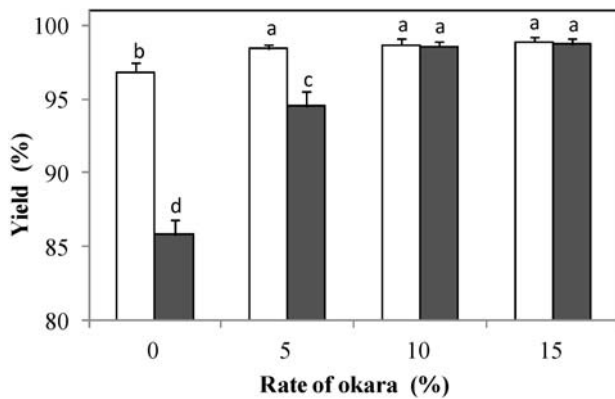


Fig. 1 Influence of freezing on the yield of sausages formulated with okara

□ Fresh ■ Frozen/Thawed

All values are expressed as mean \pm standard deviation ($n=6$).

Values with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

差異は、先述の通り試料に用いたオカラは中性、赤肉は若干酸性寄りであることから、オカラ添加量の増加によりオカラ寄りの pH へ上昇したためと考えられた。

色調の L^* 値は非冷凍ソーセージではオカラ添加量の増加にともない上昇する傾向を示し、オカラ 10% 添加以上でオカラ無添加のものとの間に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。オカラ添加量毎の冷凍の有無間で比べると、オカラ無添加ソーセージでのみ冷凍による L^* 値の上昇に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。 a^* 値は非冷凍ソーセージではオカラ添加量の増加にともない低下する傾向を示し、オカラ 5% 添加以上でオカラ無添加のものとの間に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。また、オカラ 10% 添加以上ではオカラ 5% 添加のものとの間にも有意差 ($p < 0.05$) が認められた。オカラ添加量毎の冷凍の有無間では、オカラ無添加および 5% 添加のソーセージで冷凍による a^* 値の低下に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。 b^* 値は非冷凍ソーセージではオカラ添加量の増加にともない上昇する傾向を示し、オカラ 10% 添加以上でオカラ無添加のものとの間に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。また、オカラ 15% 添加以上ではオカラ 10% 添加のものとの間にも有意差 ($p < 0.05$) が認められた。オカラ添加量毎の冷凍の有無間では、オカラ無添加ソーセージでのみ冷凍による b^* 値の上昇に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。

非冷凍ソーセージの色調変化の傾向は、オカラ添加量の増加にともないオカラの黄色みが増し、豚赤肉の赤色が抑えられることを反映した結果であると考えられた。一方、冷凍ソーセージの色調変化はオカラ添加量によって異なり、オカラ 10% 添加以上では凍結による色調変化はみられなかったが、オカラ無添加のものでは L^* 値, a^* 値および b^* 値の全てで無冷凍のものとの間に有意差 ($p < 0.05$) がみられ、特に赤色 (a^* 値) の低下が顕著に観察された。これは先の歩留まりで示したとおり、オカラ無添加の冷凍ソーセージは解凍時に多量のドリップが流出し、この中に赤色を呈するミオグロビンが含まれる²⁸⁾ためと考えられた。

Table 5 Influence of freezing on the pH and color of sausages formulated with okara

Parameter	Treatment	Rate of okara (%)			
		0	5	10	15
pH	Fresh	6.36 \pm 0.00 ^{bc}	6.37 \pm 0.02 ^b	6.41 \pm 0.01 ^a	6.42 \pm 0.02 ^a
	Frozen/Thawed	6.34 \pm 0.02 ^c	6.36 \pm 0.03 ^b	6.41 \pm 0.02 ^a	6.42 \pm 0.02 ^a
Color L^* -value	Fresh	69.39 \pm 0.39 ^c	69.82 \pm 0.77 ^{bc}	70.37 \pm 0.62 ^{ab}	70.72 \pm 0.36 ^a
	Frozen/Thawed	70.71 \pm 0.50 ^a	70.43 \pm 0.43 ^{ab}	70.48 \pm 0.72 ^{ab}	70.96 \pm 0.65 ^a
a^* -value	Fresh	8.55 \pm 0.26 ^a	7.63 \pm 0.38 ^b	6.98 \pm 0.25 ^c	6.86 \pm 0.32 ^c
	Frozen/Thawed	6.98 \pm 0.24 ^c	6.91 \pm 0.22 ^c	6.94 \pm 0.27 ^c	6.80 \pm 0.30 ^c
b^* -value	Fresh	8.85 \pm 0.26 ^d	9.29 \pm 0.36 ^{cd}	9.53 \pm 0.36 ^c	10.08 \pm 0.51 ^{ab}
	Frozen/Thawed	9.33 \pm 0.20 ^c	9.34 \pm 0.23 ^c	9.69 \pm 0.52 ^{bc}	10.21 \pm 0.54 ^a

All values are expressed as mean \pm standard deviation ($n=6$).

Values with different superscripts within a parameter are significantly different ($p < 0.05$).

(6) ソーセージのテクスチャー

a) 硬さ

ソーセージの硬さの結果を Fig. 2 に示した。非冷凍ソーセージはオカラ添加量の増加にともない硬さが低下する傾向を示し、オカラ 10% 添加以上のものは、オカラ無添加、5% 添加のものとの間に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。オカラ添加量毎の冷凍の有無間で比べると、オカラ無添加と 5% 添加のソーセージで冷凍による硬さの低下に有意差 ($p < 0.05$) が認められたが、オカラ 10% 添加以上のものでは有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。

b) 弾力性

ソーセージの弾力性の結果を Fig. 3 に示した。非冷凍ソー

セージはオカラ添加量の増加にともない弾力性が幾分低下する傾向を示し、オカラ 10% 添加以上のものは、オカラ無添加のものとの間に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。オカラ添加量毎の冷凍の有無間では、オカラ無添加と 5% 添加のソーセージで冷凍による弾力性の低下に有意差 ($p < 0.05$) が認められたが、オカラ 10% 添加以上のものでは有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。

c) 凝集性

ソーセージの凝集性の結果を Fig. 4 に示した。非冷凍ソーセージの凝集性はオカラ無添加、5% 添加および 10% 添加の 3 種間には有意差は認められなかった ($p > 0.05$) が、15% 添加のものは有意 ($p < 0.05$) に低い結果となった。オカラ

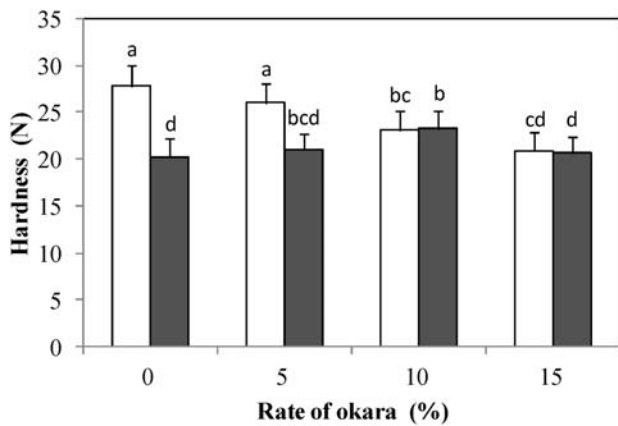


Fig. 2 Influence of freezing on the hardness of sausages formulated with okara
 □ Fresh ■ Frozen/Thawed
 All values are expressed as mean ± standard deviation (n=6).
 Values with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

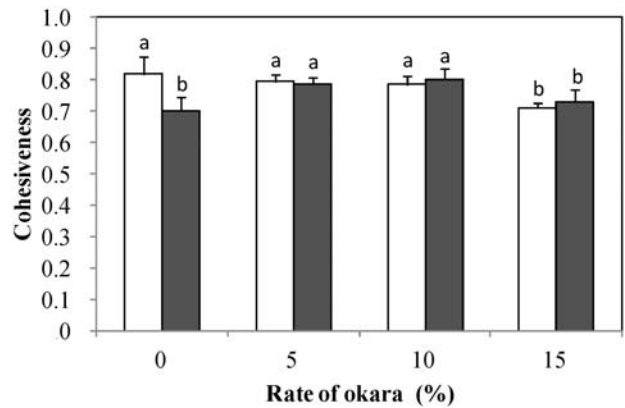


Fig. 4 Influence of freezing on the cohesiveness of sausages formulated with okara
 □ Fresh ■ Frozen/Thawed
 All values are expressed as mean ± standard deviation (n=6).
 Values with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

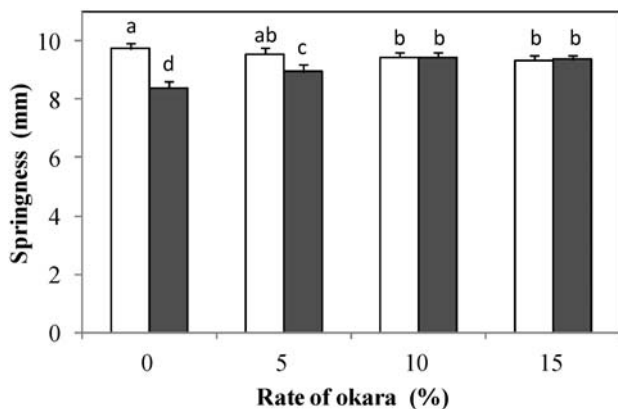


Fig. 3 Influence of freezing on the springness of sausages formulated with okara
 □ Fresh ■ Frozen/Thawed
 All values are expressed as mean ± standard deviation (n=6).
 Values with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

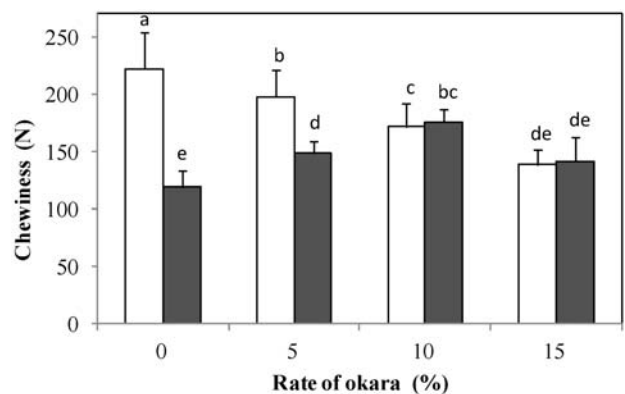


Fig. 5 Influence of freezing on the chewiness of sausages formulated with okara
 □ Fresh ■ Frozen/Thawed
 All values are expressed as mean ± standard deviation (n=6).
 Values with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

添加量毎の冷凍の有無間では、オカラ無添加のソーセージでのみ冷凍による凝集性の低下に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。

d) 咀嚼性

ソーセージの咀嚼性の結果を Fig. 5 に示した。非冷凍ソーセージはオカラ添加量の増加にともない咀嚼性が顕著に低下する傾向を示し、各オカラ添加量の間有意差 ($p < 0.05$) が認められた。オカラ添加量毎の冷凍の有無間では、オカラ無添加と 5% 添加のソーセージで冷凍による咀嚼性の低下に有意差 ($p < 0.05$) が認められたが、オカラ 10% 添加以上のものでは有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。

非冷凍ソーセージの各物性値がオカラ添加量の増加にともない低下する傾向を示したのは、赤肉割合が減少することから、肉タンパクにより形成される組織構造²⁸⁾ が脆弱になったことなどが要因と考えられた。一方、冷凍ソーセージではオカラ無添加のものが各物性値は最も低く、無冷凍のものに比べ顕著な値の低下を示した。これは先述の歩留まりの結果とよく類似しており、冷凍時の氷結晶形成による解凍時の多量のドリップ流出が影響しているものと考えられた。しかし、オカラ 10% 添加以上の冷凍ソーセージでも同様に氷結晶形成が起こっているならば、ドリップはオカラに吸収されることで保持されてもタンパク質の作るゲル構造は脆弱になり、各物性値は低下するものと予想されたが、本結果では冷凍の有無による差異が認められなかった。この点に関してはオカラ添加ソーセージでは水分がオカラに偏在し、氷結晶が形成されても肉タンパク質のゲル組織への影響が抑えられた可能性などが考えられるが、今後のさらなる検討を要する。

(7) 官能評価

ソーセージの官能評価を Table 6 に示した。非冷凍ソー

セージは全評価項目において、オカラ無添加、5% 添加および 10% 添加の 3 種間に有意差は認められず ($p > 0.05$) 5 点以上の高評価を得た。15% 添加のものは外観、テクスチャー、味および総合で 3 点台を示し、「普通」の評点である 4 点を下回り、先の 3 種と比べ有意 ($p < 0.05$) に低い評価となった。オカラ添加量毎の冷凍の有無間では、オカラ無添加と 5% 添加のソーセージの外観、テクスチャー、多汁性および総合の項目で冷凍による評価の低下に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。このうちオカラ無添加の冷凍ソーセージはテクスチャー、多汁性および総合で 3 点台の低評価を示したが、オカラ 5% 添加の冷凍ソーセージは全項目で 4 点以上の評価を得た。一方、オカラ 15% 添加の冷凍ソーセージは無冷凍のものと同様に全評価項目で有意差が認められず ($p > 0.05$) 何れも 5 点以上の高評価を得た。なお、香りに関しては、オカラ添加の有無および多少による有意差がなく ($p > 0.05$) 5 点以上の高評価を得た。これは本試験に用いたオカラは強い香りが少ないことから、ソーセージに添加してもソーセージ独特の香りに影響を与えなかったためと考えられた。官能評価の結果から、オカラを 10% 程度添加することにより冷凍しても嗜好性に十分に定めるソーセージを加工できることが明らかになった。

以上の結果、オカラをソーセージに添加することはドリップの流出を抑制し、歩留まりの向上に役立つことが明らかになった。さらにこの効果はソーセージを冷解凍した後も維持された。ソーセージのテクスチャーは、冷凍した場合にオカラを添加しなかったものは顕著に低下したが、オカラを添加することにより低下が抑制された。官能評価では、冷凍しないソーセージではオカラを添加しなかったものとオカラを 5% および 10% 添加したものとがほぼ同等の高評価を得た。しかし、冷凍したソーセージの官能評価は、オカラを添加しなかったものは低評価になった

Table 6 Influence of freezing on the sensory evaluation of sausages formulated with okara

Parameter	Treatment	Rate of okara (%)			
		0	5	10	15
Appearance	Fresh	5.29±1.10 ^a	5.48±1.21 ^a	5.33±1.24 ^a	3.90±1.09 ^b
	Frozen/Thawed	4.00±0.89 ^b	4.52±1.21 ^b	5.24±1.09 ^a	3.95±1.07 ^b
Flavor	Fresh	5.23±1.23 ^a	5.27±1.20 ^a	5.36±1.14 ^a	5.32±1.17 ^a
	Frozen/Thawed	5.14±1.32 ^a	5.23±1.31 ^a	5.32±1.29 ^a	5.27±1.49 ^a
Texture	Fresh	5.36±0.90 ^a	5.41±1.26 ^a	5.23±1.11 ^a	3.36±1.00 ^c
	Frozen/Thawed	3.82±0.96 ^c	4.59±1.22 ^b	5.32±1.13 ^a	3.32±0.89 ^c
Juiciness	Fresh	5.59±1.10 ^a	5.64±1.09 ^a	5.64±1.18 ^a	5.45±1.30 ^a
	Frozen/Thawed	3.64±0.90 ^b	4.32±1.09 ^b	5.68±1.17 ^a	5.50±1.34 ^a
Taste	Fresh	5.18±1.01 ^{ab}	5.41±1.05 ^a	5.27±1.28 ^{ab}	3.95±1.25 ^c
	Frozen/Thawed	4.68±1.13 ^b	5.23±1.15 ^{ab}	5.27±1.08 ^{ab}	3.91±1.27 ^c
Overall	Fresh	5.32±0.95 ^a	5.45±1.06 ^a	5.32±1.25 ^a	3.50±1.06 ^c
	Frozen/Thawed	3.86±0.77 ^c	4.64±0.90 ^b	5.18±1.10 ^{ab}	3.50±0.96 ^c

All values are the mean ± standard deviation (n=22).

Values with different superscripts within a parameter are significantly different ($p < 0.05$).

のに対し、10%添加したものは高評価を得た。オカラを15%添加したソーセージは冷凍の有無にかかわらず官能評価は低かった。これらのことから、オカラを添加することで、食物繊維を含み、さらに冷凍が可能な従来にないソーセージ加工の可能性が見出され、本報告で用いたオカラでは10%程度の添加が良好な品質を備えた冷凍ソーセージを加工する上で適当であることが明らかになった。

文献

- O'TOOLE DK (1999) Characteristics and use of okara, the soybean residue from soy milk production. *J. Agric. Food Chem.* **47** : 363-371.
- MATSUMOTO K, WATANABE Y and YOKOYAMA S (2007) Okara, soybean residue, prevents obesity in a diet-induced murine obesity model. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **71** : 720-727.
- ANTONIO J E S, MARIA D T, IRENE E M and PILAR R (2008) Health-promoting effects of a dietary fiber concentrate from the soybean byproduct okara in rats. *J. Agric. Food Chem.* **56** : 7495-7501.
- AHMED L A, HASSAN DR and HEMEDA HM (2010) Anti-Hyperglycemic Effects of Okara, Corn Hull and Their Combination in Alloxan Induced Diabetic Rats. *World Applied Sci. J.* **9** : 1139-1147.
- KHARE SK, JHA K and GANDHI AP (1993) Physico-chemical and functional properties of okara protein isolate. *J. Dairying Foods Home Sci.* **12** : 132-136.
- RINALDI V E A, NG P K W and BENNINK MR (2000) Effects of extrusion on dietary fiber and isoflavone contents of wheat extrudates enriched with wet okara. *Cereal Chem.* **77** : 237-240.
- XIE M, HUFF H, HSIEH F and MUSTAPHA A (2008) Puffing of okara/rice blends using a rice cake machine. *J. Food Sci.* **73** : E341-E348.
- VAN DER RIET WB, WIGHT A W, CILLIERS J J L and DATEL J M (1989) Food chemical investigation of tofu and its byproduct okara. *Food Chem.* **34** : 193-202.
- OHNO A, ANO T and SHODA M (1993) Production of the antifungal peptide antibiotic, iturin by *Bacillus subtilis* NB22 in solid state fermentation. *J. Ferment. Bioeng.* **75** : 23-27.
- Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries Japan (2010) FY2009 Annual Report on Food, Agriculture and Rural Areas in Japan, p. 10.
- 原島恵美子, 辻 啓介, 中川靖枝, 浦田郡平 (1994) 日本人の食物繊維摂取量と糖尿病発症の時系列分析. 日本家政学会誌 **45** : 1079-1087.
- World Health Organization (2003) Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. In Report of a joint WHO/FAO Expert consultation. WHO technical Report Series, pp. 916.
- TADA K, TERASHIMA T, NAKAMURA Y and SUZUKI T (2012) Quality of sausages containing okara soybean curd residue. *Food Preser. Sci.* **38** : (印刷中)
- SUREL O and COUPLET B (2005) Influence of the dehydration process on active compounds of okara during its fractionation. *J. Sci. Food Agric.* **85** : 1343-1349.
- SADETTIN T, HASAN T and INCI S (2007) Utilization of wet okara in low-fat beef patties. *J. Muscle Foods*, **18** : 226-235.
- SADETTIN T, HASAN T and INCI S (2009) Characteristics of beef patties using okara powder. *J. Muscle Foods*, **20** : 89-100.
- MATEOS AI, MATEOS PC and RUPEREZ P (2010) High hydrostatic pressure improves the functionality of dietary fibre in okara by-product from soybean. *Innovative Food Sci. Emerging Tech.* **11** : 445-450.
- VISHWANATHAN KH, GOVINDARAJU K, SINGH V and SUBRAMANIAN R (2011) Production of okara and soy protein concentrates using membrane technology. *J. Food Sci.*, **76** : E158-E164.
- 菅原龍幸, 前川昭男 (2000) 新食品分析ハンドブック. 建帛社, 東京, pp. 19.
- 菅原龍幸, 前川昭男 (2000) 新食品分析ハンドブック. 建帛社, 東京, pp. 24.
- 菅原龍幸, 前川昭男 (2000) 新食品分析ハンドブック. 建帛社, 東京, pp. 59.
- 菅原龍幸, 前川昭男 (2000) 新食品分析ハンドブック. 建帛社, 東京, pp. 57.
- 菅原龍幸, 前川昭男 (2000) 新食品分析ハンドブック. 建帛社, 東京, pp. 135.
- 菅原龍幸, 前川昭男 (2000) 新食品分析ハンドブック. 建帛社, 東京, pp. 152.
- 農林水産省, 植物性たん白の日本農林規格 <http://www.maff.go.jp/j/kokuji_tuti/kokuji/k0001024.html> (最終アクセス 2012年4月20日)
- LEYGONIE C, BRITZ T J and HOFFMAN LC (2012) Impact of freezing and thawing on the quality of meat : Review. *Meat Sci.* **91** : 93-98.
- FIDEL T (2010) Handbook of meat processing. WILEY-BLACKWELL Publishing, Iowa, pp. 127-133.
- ANON MC and CAVELO A (1980) Freezing rate effects on the drip loss of frozen beef. *Meat Sci.* **4** : 1-14.

Effects of Okara Addition on the Quality of Frozen Sausages

By

Kotaro TADA*, Ryosuke KOIZUMI**, Teruya TERASHIMA***,
Yu NAKAMURA* and Toshiro SUZUKI*.**

(Received May 17, 2012/Accepted July 20, 2012)

Summary : In order to utilize okara, a byproduct of soy milk production, and to develop frozen-sausages, we prepared sausages containing 0, 5, 10, and 15% of okara by substituting cured lean meat with okara and compared their quality. Frozen vacuum-packed sausages were stored for 7days at -20°C before thawing. The frozen/thawed sausages without okara had a higher amount of drip loss after thawing. However, the sausages with okara decreased drip loss significantly, and improved the yield after freezing-thawing treatments. Furthermore, the texture of frozen-sausages without okara deteriorated remarkably, but the decline was controlled by adding okara up to 10%. Sensory evaluation of frozen-sausages without okara was very low, but that of frozen-sausages containing 10% okara was higher, which was equal to fresh-sausage without okara. The sausages containing 15% okara had low sensory evaluation with or without freezing. Our findings show that okara supplements frozen-sausages with dietary fiber and improves their water holding capacity and that an okara content of about 10% is appropriate for making good quality frozen-sausages.

Key words : okara, sausage, freezing, texture, sensory evaluation

* Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

** Department of Enviromental Symbiotic Studies, Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

*** Toyama Prefectural Food Research Institute