

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 3 日現在

機関番号：13101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700799

研究課題名(和文) 米粉食品の調理加工性と食味の向上をもたらす機能水の解明

研究課題名(英文) Study on the effect of electrolyzed water on cooking and processing of rice flour foods

研究代表者

山口 智子 (Yamaguchi, Tomoko)

新潟大学・人文社会・教育科学系・准教授

研究者番号：70324960

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：米粉パンおよび米粉麺の調理加工過程における機能水の効果を明らかにし、米粉食品の調理加工用途に適した水を提案することを目的に研究を遂行した。米粉パンの製造過程において、生地膨化度はいずれの水においても発酵温度が高いほど高い傾向がみられ、膨化の進み方は使用する水により異なっていた。玄米粉パン生地の抗酸化性は発酵前に比べて増加する傾向がみられ、アルカリ水の使用が効果的であった。

米粉麺の調理加工過程においては、麺の加工時に異なるこね水を用いた場合のゆで麺の物性に相違はみられなかったが、機能水をゆで水に用いることで麺の物性の改変が期待できることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study is to evaluate the effect of electrolyzed water on the fermentation of batter of gluten-free rice bread and the making rice noodle. Fermentation of the batter of gluten-free rice flour advanced at higher temperature. The rate of fermentation was different by the type of water. The antioxidant activity of the batter of gluten-free brown rice flour increased after fermentation, and the highest antioxidant activity observed at the batter prepared by cathode water. When the electrolyzed water used for boiling of rice noodle, the highest value of hardness was obtained by anode water. Therefore, using electrolyzed water may be effective for modified the texture of noodle.

研究分野：食生活

キーワード：米粉 パン 麺 水

1. 研究開始当初の背景

わが国の食料自給率が40%を下回ったことやエネルギーと食料の世界的な高騰などを受け、米粉の利用に関心が集まっている。農林水産省の“21世紀新農政2008”の中でも、「米粉製品の開発・普及」が長期的・戦略的な取り組みとして挙げられ、その対応が求められてきた。日本一の米どころ新潟県では、“R10プロジェクト(Rice Flour 10% project)”を2008年より展開し、輸入小麦から作られる小麦粉の10%以上を米粉に代替した製品と、栄養特性や食味を生かした米粉を主原料とする米粉製品の普及により、食料自給率の向上に繋げる取り組みを推進している。米粉の利用拡大が図られる中、米粉を使ったパン、クッキー、ドーナツ、ロールケーキなどの洋菓子、ラーメン、うどん、パスタなどの麺類、パン粉や唐揚げ粉など多数の食品が開発・販売されている。

研究代表者はこれまで、米粉を使ったパンやパン粉に関する研究を行ってきた。米粉パンはもちもち感やしっとり感があり、米の甘みが感じられ、腹持ちが良いなどの特徴がある。しかし、小麦パンに比べて水分含量が高く老化の進行が早いという問題点が挙げてきた。この問題は米粉パンの品質と食味の低下を招くこととなり、消費者の購買意欲にも影響を及ぼし、米粉食品の普及に大きなマイナスとなる。一般に、米粉の吸水性は粒度が細くなるほど高くなり、粒度と吸水性には相関があることなども明らかになっている。このように、米粉と水との関係性は大きい。

種々の調理加工操作においても水の果たしている役割は大きく、成分の浸出をはじめ、吸水、加熱調理における熱の媒体、酸化の抑制、風味の向上など様々な働きを持っている。麺の調理加工においては、製麺時の加水やゆで水として、その両面から水が関与している。したがって、水は調理加工における最も重要な材料とも言える。

水は飲料用としてペットボトル入りのミネラルウォーターが購入されることが多く、業務用では浄水器で調製された水が機能水として、加工や殺菌、調理に用いられている。一般家庭での浄水器の設置も増えてきており、2009年度の普及率は約30%となっている。今後、家庭においてもさらに普及し、飲用水のみならず調理水しても広く利用されることが予想される。浄水器で調製される機能水には、浄水、アルカリイオン水(アルカリ水)、酸性電解水(酸性水)がある。浄水は有害な不純物を取り除いた安心な水であり、アルカリ水は胃腸症状の改善に有効であることから医療現場でも多く用いられている。また、アルカリ水は抽出力、溶解力が強く、食品のやわらかさを増すとされている。一方、酸性水は殺菌力があり、素材の引き締め効果を有するとも言われている。しかしな

がら、これらの機能水を調理加工に用いた場合の食品の味、物性、調理加工そのものへの影響に関しては研究報告がほとんどなく、明確な判断が下せないのが現状である。とくに、米粉食品の調理加工過程における機能水の効果については明らかではない。

2. 研究の目的

これらの背景を踏まえ、本研究では米粉パンおよび米粉麺の調理加工過程における機能水の効果を明らかにし、米粉食品の調理加工用途に適した水を提案することを目的とした。そのなかで、(1)米粉パンの製造過程における生地発酵、膨化、機能性に及ぼす機能水の影響とパンの食味について、(2)米粉麺の調理加工過程において、麺の加工時の物性に与える機能水の影響、および、ゆで加熱時の麺の物性と食味に与える機能水の影響について解明し、米粉食品のさらなる普及と定着に繋がりたいと考え、研究を遂行した。

3. 研究の方法

(1) 米粉パン生地の調製

米粉として、白米粉は平成23年新潟県産コシヒカリDKタイプ(新潟製粉(株))、玄米粉は平成23年新潟県産コシヒカリ(新生バイオ(株)にて製粉)を用いた。使用水はアルカリイオン整水器ヒューマンウォーターHU-88((株)OSGコーポレーション)より生成された浄水(pH7.8)・酸性水(pH3.7)・アルカリ水(pH9.6)とした。

白米粉および玄米粉を用いて表1の配合割合で米粉パン生地を調製した。

表1 米粉パン生地の配合割合

材料	分量 g (%)
米粉	250 (100)
食塩	5 (2)
上白糖	20 (8)
ドライイースト	3.75 (1.5)
HPMC*	2 (0.8)
温湯	175-275 (70-110)
オリーブオイル	12.5 (5)

*増粘剤 HPMC は SFE-4000 (信越化学工業(株))

(2) 膨化度の測定

白米粉パン生地は加水量70~110%の5段階および発酵温度25、30、35、40、玄米粉パン生地は加水量90~110%の3段階および発酵温度25、30について、膨化度をメスシリンダーを用いて15分間隔で120分間測定した。

(3) 抗酸化性の測定

玄米粉パン生地の発酵前後の試料を凍結乾燥したのについて、ORAC法にて測定した。

(4) 米粉パンの官能評価

3種の水を用いて加水量90%で焼成した白米粉パンについて、官能評価を行った。

(5) 麺の調製

米粉は平成25年新潟県産コシヒカリCKタイプ(新潟製粉(株))、薄力粉は赤福神(日東

富士製粉)、準強力粉は緑ナイト(日東富士製粉)を使用した。水は脱イオン水(IEW)、酸性水(AW)、アルカリ水(ALW)をゆで水またはこね水として用いた。自動製麺機 H R 2365/01(PHILIPS)を使用し、製麺キャップは1.6mm 平麺を用いた。

表2 小麦粉の配合割合

材料		分量 (g)	割合 (%)
主材料	薄力粉	125	50
	準強力粉	125	50
副材料	食塩	2	0.8
	水	90	36

表3 米粉の配合割合

材料		分量 (g)	割合 (%)
主材料	米粉	0, 75, 125	0, 30, 50
	薄力粉	125, 87.5, 62.5	50, 35, 25
	準強力粉	125, 87.5, 62.5	50, 35, 25
副材料	食塩	2	0.8
	水	90 ~ 150	36 ~ 60

(6) 水分含量の測定

常圧加熱乾燥法(135)により、生麺およびゆで麺の水分含量を測定した。

(7) ゆで水の pH と濁度の測定

濁度の評価には、吸光度 670nm でゆで水の上澄みを測定した。

(8) 色調測定

色彩白色度計 NW-11 (日本電色工業(株))を用いて、生麺およびゆで麺の色調(L*, a*, b*)を測定した。

(9) 物性評価

卓上型物性測定器 TPU-2S (株)山電)を用いて、製麺 30 分後の生麺および茹で上がり 15 分後のゆで麺の破断強度を測定した。

(10) 麺の官能評価

異なるこね水またはゆで水で調製した小麦粉麺および米粉麺を試料として、つや・硬さ・弾力性などの7項目について官能評価を行った。

4. 研究成果

(1) 白米粉パン生地の膨化度の比較

浄水を用いて白米粉パン生地を調製した際の各加水量における膨化度の測定結果を図1(a)~(e)に示す。加水量が同じ場合、発酵温度が高いほど膨化度が高かった(図1)。同様の傾向は、アルカリ水および酸性水を用いて調製した生地においてもみられた。

次に、3種の異なる水を用いて白米粉パン生地を調製した際の膨化度を比較した場合、図2に示すように、発酵温度 25、加水量 70%および 80%において、酸性水とアルカリ水の膨化度が浄水より若干高かった。

パンの焼成に最も適する加水量 90%で比較した場合、いずれの水を用いても 25 では膨化度に差はみられなかった。一方、40 では浄水を使用した生地において短時間で膨化が進んだが、120 分後にはアルカリ水を使

用した生地の膨化度とほぼ同じとなり、使用する水により膨化の進み方が異なることが分かった。

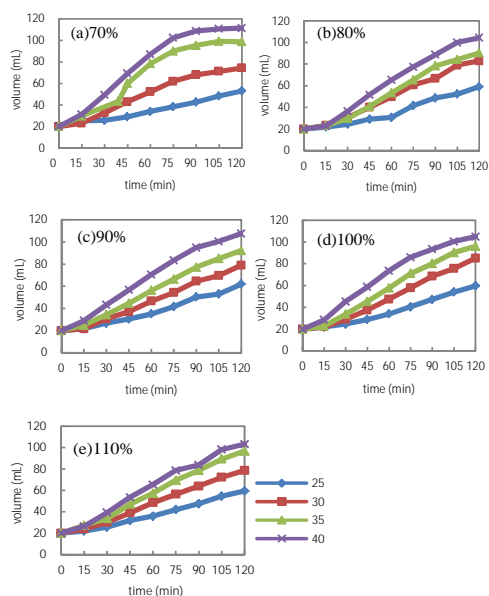


図1 浄水を用いて調製した白米粉パン生地の各加水量における膨化度

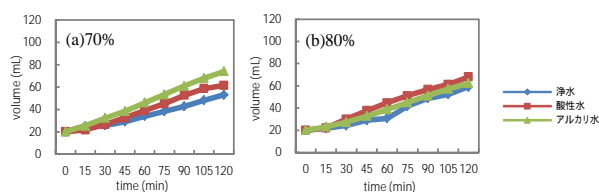


図2 異なる水で調製した白米粉パン生地の発酵温度 25 における膨化度

3種の水を用いて加水量 90%で焼成した米粉パンの官能評価を行ったところ、酸性水で製造した米粉パンでは外相の色は有意に好まれたが、内相のきめ、食感には有意に好まれなかった。また、アルカリ水で製造した米粉パンでは、浄水で製造した米粉パンに比べて内相のきめ、食感、風味、総合評価において好まれなかった。食味の向上と物性に関して、今後、さらに検討する必要がある。

(2) 玄米粉パン生地の膨化度の比較

いずれの水においても加水量が同じ場合、白米粉パン生地と同様に発酵温度が高いほど膨化度が高い傾向がみられた。加水量を変化させた場合では、加水量が多いほど膨化度が高い傾向がみられた(図3)。

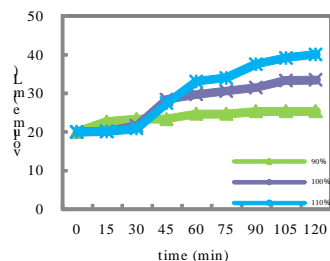


図3 浄水を用いて調製した玄米粉パン生地の膨化度の比較 (発酵温度 30)

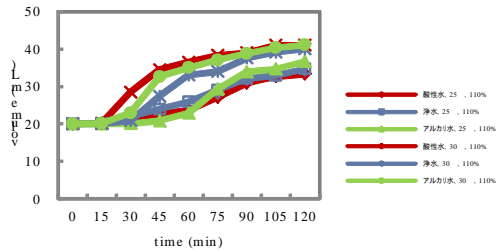


図4 異なる水で調製した玄米粉パン生地の膨化度の比較 (加水量110%)

いずれの水においても、25 および 30 で同様の傾向であった。加水量110%の30発酵において、30分後の酸性水の膨化度が最も高く、短時間で膨化が進んだが、120分後にはアルカリ水、浄水との相違はほとんどみられなかった(図4)。

(3) 玄米粉パン生地の抗酸化性

抗酸化性としてH-ORAC値を発酵前後のパン生地について測定したところ、120分発酵後の生地では発酵前に比べて全体的に1.1~1.4倍に増加する傾向がみられた。発酵温度で比較した場合、加水量90%においては発酵温度が高くなると抗酸化性が上がる傾向がみられたが、加水量100%と110%では、いずれの水においても発酵温度が高いほど抗酸化性が有意に低くなった。総合的にみると、加水量90%・発酵温度30における抗酸化性が最も高く、さらに、アルカリ水を使用した生地の抗酸化性が最も高いことがわかった。

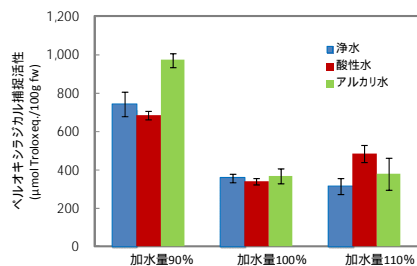


図5 玄米粉パン生地の発酵後の抗酸化性 (発酵温度30)

(4) 小麦粉麵の評価

米粉添加0%の小麦粉麵において、異なるゆで水を使用した場合、水分含量と色調に相違はみられなかったが(図6、表4)ゆで麵の物性ではアルカリ水でゆでた麵がもっとも破断荷重が小さく軟らかかった。官能評価ではかたさとなめらかさの評価に有意差がみられた。こね水の違いによる物性の相違はみられなかった。

表4 異なるゆで水を使用した場合の小麦粉麵の色調

	生麵	IEWゆで麵	AWゆで麵	ALWゆで麵
L*	77.7 ± 1.6	75.2 ± 0.6	74.8 ± 1.2	75.4 ± 0.3
a*	-3.2 ± 0.2	-5.1 ± 0.1	-5.1 ± 0.3	-5.2 ± 0.2
b*	27.3 ± 1.4	23.5 ± 1.8	23.1 ± 2.6	24.9 ± 0.3

(5) 米粉麵の評価

米粉の配合割合と加水量を検討したところ、米粉50%添加麵では生地がうまくまとまらなかったり、ゆでると麵がくっついていたりして、うまく調製出来なかった。米粉30%添加麵では加水量110mLで生麵・ゆで麵ともに形状が良く、十分な長さの麵を調製できることがわかった。そこで、以下の実験では米粉30%添加、加水量110mLの米粉麵を用いて比較を行った。

米粉麵において、異なるゆで水を用いた場合の各麵の色調は表5の通りであり、表4の小麦粉麵の色調と比較すると白い麵であった。

表5 異なるゆで水を用いた場合の米粉麵の色調

	生麵	IEWゆで麵	AWゆで麵	ALWゆで麵
L*	80.6 ± 1.3	76.9 ± 0.4	77.0 ± 0.3	77.1 ± 0.3
a*	-4.4 ± 0.2	-5.5 ± 0.1	-5.6 ± 0.1	-5.6 ± 0.1
b*	20.0 ± 0.4	20.1 ± 0.4	20.5 ± 0.3	20.3 ± 0.1

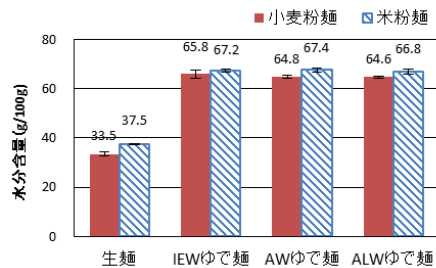


図6 異なるゆで水を使用した米粉麵と小麦粉麵の水分含量

次に、米粉麵の物性について検討したところ、異なるこね水を用いた場合のゆで麵の物性には相違はみられなかったが、異なるゆで水を用いた場合の破断荷重は酸性水>脱イオン水>アルカリ水の順であった(図7)。小麦粉麵と米粉麵を比較した場合、米粉麵の方が生麵・ゆで麵ともに水分含量がやや高く(図6)破断荷重は全体的に低かった。

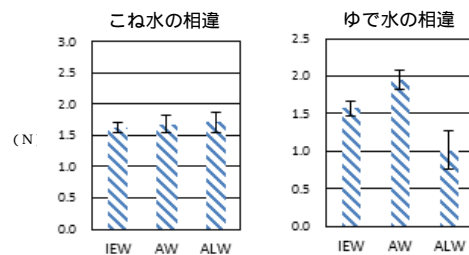


図7 こね水およびゆで水の異なる米粉麵の物性

官能評価では、こね水・ゆで水ともに脱イオン水で調製した小麦粉麵と米粉麵の官能評価において、米粉麵の方がやわらかく、弾力性ともちもち感がないと評価された。また、米粉麵を酸性水でゆでた場合、脱イオン水でゆでた麵よりもつやがあると評価された。

以上のことより、機能水をゆで水に用いることで麵の物性の改変が期待できることが明らかとなった。

5．主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 2 件)

山口智子、渡邊優、吉川純江、米粉パン生地
の膨化と抗酸化性に対する機能水の影響、
日本調理科学会平成 26 年度大会、
2014 年 8 月 29 日、県立広島大学(広島)

T. Yamaguchi, Y. Watanabe, Effect of
electrolyzed water on fermentation of
gluten-free rice bread, IUNS 20th
International Congress of Nutrition,
2013 年 9 月 20 日, Granada (Spain)

6．研究組織

(1)研究代表者

山口 智子 (YAMAGUCHI TOMOKO)
新潟大学・人文社会・教育科学系・准教授
研究者番号：70324960