

令和元年6月26日現在

機関番号：34439

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K00863

研究課題名(和文)身近な機能性食材の有効利用による付加価値を高めたパンの開発

研究課題名(英文) Development of added value enhanced bread by effective use of familiar Food containing functional ingredients

研究代表者

武智 多与理 (TAKECHI, Tayori)

千里金蘭大学・生活科学部・教授

研究者番号：10410953

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、食材の持つ機能性成分を有効利用して、付加価値を高めたパンを開発することを目的とした。

研究期間を通して、グルテンフリー米粉パン調製における製パン条件(グルテン代替物質の検討、加水温度など)の検討を行った。その結果、1. 果物ジュース残渣の利用により、アレルギー対応(付加価値の高い)のパンを開発することができた。また、2. 加水温度の検討により、米粉由来の成分のみで、生地粘度を上昇させ製パン性を高める調製方法の方向性を見出すことができた。

1.については、研究成果をまとめ国内誌に投稿した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本人がパンをよく食べるようになったことに伴い、アレルギーや米余りなどの諸問題が浮上し、対応が強く求められている。

グルテンフリー米粉パンの製パンは困難で、現在でも、安定して品質の良いグルテンフリー米粉パンを調製する方法は確立されていない。本研究により開発した果物ジュース残渣を利用したグルテンフリー米粉パンの調製方法は、安定して品質の良い米粉パンを調製でき、米の粉食利用の促進および製パン技術の観点より学術的・社会的意義は大きい。また、アレルギーを持つ人も安心して食べることができ、その社会的意義が高い。

研究成果の概要(英文)：In this study, we aimed to develop bread with high added value by effectively using the functional ingredients of food.

Throughout the study period, we examined the baking conditions (examination of gluten substitutes, water temperature, etc.) in gluten-free rice flour bread preparation. As a result, 1. It was possible to develop allergy-responsive (high value-added) bread by using fruit juice residue. Moreover, the directionality of the preparation method which raised the viscosity of dough and raised bread making property was able to be found only by the examination of the water temperature by the component derived from rice flour.

As to 1., the research results were summarized and submitted to a domestic journal.

研究分野：食生活学

キーワード：機能性食材 グルテンフリー米粉パン 米粉パンの調製法

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 食生活の欧米化により多くの日本人がパンをよく食べるようになったことに伴い、アレルギーやグルテン不耐症などの疾患、カロリー摂取過多、米余り現象など多方面での問題が浮上し、対応が強く求められている。一方、私たちの身近には、玉ねぎの皮のように貴重な機能性成分を含みながら、ほぼ未利用で廃棄されている食材が存在する。

(2) 近年、日本人の主食である米の消費量は、昭和 37 年の一人年間 118kg をピークに現在は 60kg と半減している。粒食としての米の消費量には限界があり、粒食利用への道が検討されている。農林水産省の 21 世紀新農政 2008 では「米を、消費が減少しているご飯としてだけでなく、米粉としてパン、麺類などに活用する取組みを本格化する」と記載している。そこで、米の消費量を維持し、食糧自給率の向上に繋げるため、米を新たな形状で粉食として用いる製品の開発が進められている。

2. 研究の目的

身近な食材の機能性成分を有効利用して、日本人のパン食が進んだことによる諸問題を解決し付加価値を高めたパンを開発することを目的とした。

特にアレルギー問題および米余り現象に注目した。この両方を解決できるグルテンフリー米粉パンの開発を目的とし、グルテンフリー米粉パンの調製方法の検討を行った。

3. 研究の方法

(1) グルテン代替物添加によるグルテンフリー米粉パン調製方法の検討

グルテン代替物として果物ジュース残渣を利用したグルテンフリー米粉パンの調製方法を検討した。米粉パンの調製方法は、基本的に小麦粉で作成するパンに準ずる。しかし、発酵条件については小麦パンと大きく異なると考えられ、先行研究も見当たらなかったため、米粉パンにおける適正な発酵条件(温度、時間)の検討を行った。また、ジュース残渣添加時の形状の検討および添加可能な上限量を検討した。さらに、ジュース残渣の最適添加量の検討を行い、安定して品質の良いグルテンフリー米粉パンを調製する方法を確立した。

(2) 米粉由来の成分のみで、生地粘度を上昇させ製パン性を高める調製方法の検討

加える水の温度(以下加水温度とする)を検討し、グルテンや添加物に頼らず、米粉の持つ成分のみで、生地粘度を上昇させ製パン性を高める調製方法を検討した。加水温度を高温条件に設定することで、生地粘度上昇および製パン性が向上することが明らかになったので、高温域での米粉パン調製におけるパン生地粘度の影響を解明した。高温域(50~80℃, 2 刻み)の水添加試験を実施し、生地の物性評価(粘度測定)および形態評価(電子顕微鏡観察)を行った。また、同様の条件でグルテンフリー米粉パンを焼成して、製パン特性評価(比容積測定、断面評価、テクスチャー測定、官能評価)を行った。パン生地の粘度と焼成パンの品質を比較検討し、パン生地の粘度とグルテンフリー米粉パン調製の関係を解析した。そして、製パン特性評価の結果から、最適加水温度を明らかにした。

4. 研究成果

(1) グルテン代替物添加によるグルテンフリー米粉パン調製方法の検討

1-1. 米粉パンにおける適正な発酵条件の検討

一次発酵は時間について検討した。温度は、一般的に適温とされる 25℃ とし、時間を 30 分~200 分までの間を 10 分ごとに検討した。二次発酵は温度について 25℃ および 38℃ で検討した。二次発酵の時間については、先行研究の調査や予備実験の結果から、パンケースの 70% まで生地が膨化したところまでとした。どちらも、焼成パンについて比容積の測定および断面観察を行い評価した。

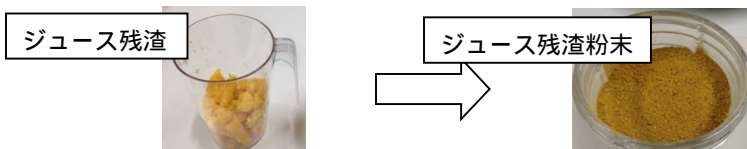
その結果、一次発酵時間は、比較的比容積が高くきめの細かいパンが得られた 140 分~180 分の間で検討し、160 分と決定した。二次発酵温度は、比容積および内層の状態の結果に大差がなかったが、二次発酵温度 38℃ 条件下での結果は、環境条件が多少変化しても安定した品質の焼成パンが得られる傾向があり、二次発酵温度は 38℃ と決定した。

以上の結果から、米粉パンに適する発酵条件として、一次発酵は 25℃ で 160 分、二次発酵は 38℃ でパンケースの 70% まで生地が膨化したところまでとし、以降の実験はこの発酵条件を適用して実施した。

1-2. ジュース残渣添加時の形状の検討

未乾燥のジュース残渣はパン生地の水分量に影響するため、添加時の形状は乾燥状態が望ましいと考え、特殊な器具類を用いずにできる乾燥方法(粉末化)を検討した。

その結果、ジュース残渣部分を電子レンジにより、500W で計 20 分加熱し、室温で一晩風乾の後、再度、電子レンジにより 500W で計 20 分加熱し、ミル(ミルサー 800DG)で粉碎して製菓用のふるいにかけてジュース残渣粉末を得た。



1-3. ジュース残渣粉末の分析

グルテン代替物として添加するジュース残渣粉末について粒径分布測定と成分分析を行った。

粒径分布測定の結果、ジュース残渣粉末の粒子径は 30 μm ~ 200 μm であった。米粉パンの製造において、粒子径 100 μm 以下で均一な米粉が適するとされているため、ジュース残渣粉末の粒度は、米粉パンの膨化を阻害する程度のものではないことが明らかになった。

成分分析は食物繊維量、糖量、水分量、灰分量の測定を行った。ジュース残渣粉末 100g あたりの食物繊維量は、水溶性食物繊維が 17.3g、不溶性食物繊維が 14.9g と多量に含まれていた。成分分析の結果を図 1 に示す。



図 1 ジュース残渣粉末の成分

1-4. ジュース残渣の添加可能な上限量の検討

生地膨化度測定の結果、ジュース残渣粉末添加量が粉比 8% 以上になると膨化を阻害する傾向にあった。生地の粘度測定の結果、ジュース残渣粉末の添加量が増えるほど粘度が上昇し、粘度が保持されていた。焼成パンの比容積を測定した結果、添加量が粉比 0% から 5% にかけて比容積が増加する傾向が見られたが、7% 以上では低下する傾向にあった (図 2)。

以上の結果より、ジュース残渣粉末の最適添加量は粉比 1% ~ 6% の間にあることが示唆された。そこで、ジュース残渣粉末の添加が製パン特性に与える影響についてこの範囲で検討し、最適添加量を決定した。

1-5. ジュース残渣の最適添加量の検討

ジュース残渣粉末を添加しないものを対照とし、添加量を粉比 3%、4%、5%、6% 添加した米粉パンの比較を行った。

焼成パンの比容積測定の結果、粉比で 4%、5%、6% 添加したパンで、比容積が増加する傾向が見られた (図 2)。

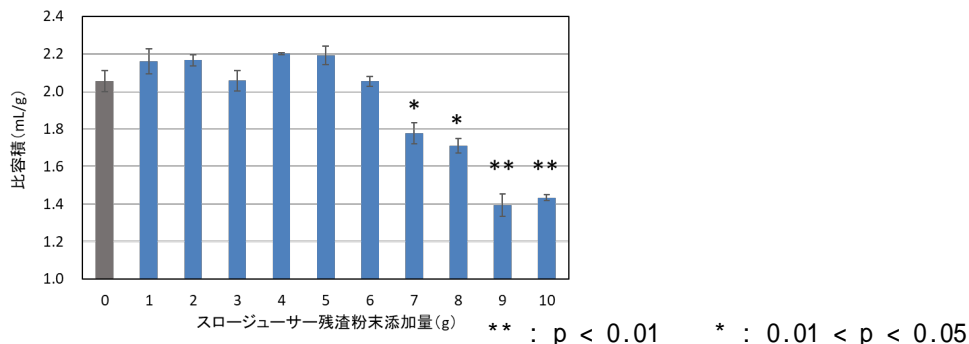


図 2 焼成パンの比容積

焼成パンについて CT 画像による断面観察を行った結果、対照 (ジュース残渣粉末無添加のパン) と比べ、粉比で 3%、4%、5%、6% 添加したパンでは気泡が細かく大きさが均一なパンが調製できていることが確認出来た。

焼成パンの硬さを測定した結果、焼成した当日 (0 日) のパンの硬さは、対照と比べ有意差はなかったが、粉比で 3%、4%、5% を添加したパンが柔らかい傾向にあった。また、焼成後の日数単位で対照パンとジュース残渣粉末入りパンを比較した結果、1 日目、2 日目、3 日目の添加パンは、無添加のもの比べて軟らかかった。ジュース残渣粉末に含まれる食物繊維や低分子糖などの効果で、パンが柔らかくなり、デンプンの老化が抑制できる可能性が示唆された (図 3)。しかし、過剰な添加ではパンが硬くなる傾向が見られた。

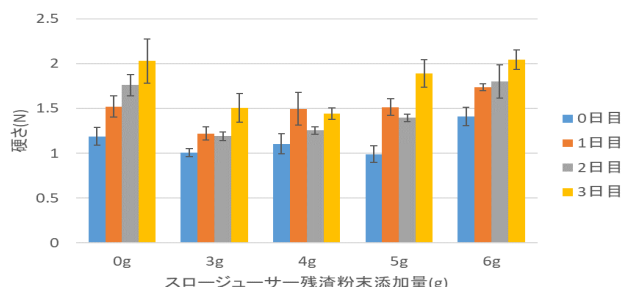


図 3 焼成パンの硬さ

また、官能評価の結果、対照と比べ、添加パン全てにおいてしっとり感、軟らかさ、総合評価が高い値となった。軟らかさ以外の項目においてほぼ全項目において、粉比で 4% 添加したパンが最も高い評価となり、最も好まれる傾向が見られた (図 4)。

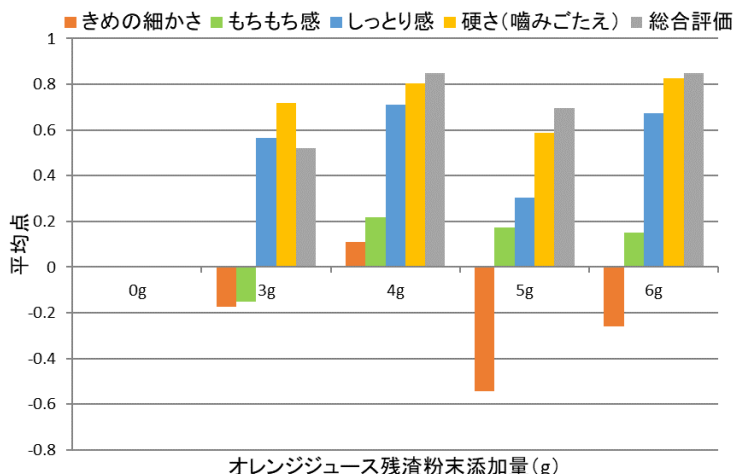


図 4 官能評価結果

以上の結果を総括して、グルテンフリー米粉パンの製造におけるジュース残渣粉末の添加は、製パン性や保存性を高めることが示唆された。各検討項目の結果から総合的に判断して、最適な添加量は、米粉 100g に対して 4g (約 4%) である。ジュース残渣粉末を約 4% の割合で添加することで、品質の良いグルテンフリー米粉パンを調製できることが期待できる。グルテンフリー米粉パンの調製方法として提言したい。

(2) 米粉由来の成分のみで、生地の粘度を上昇させ製パン性を高める調製方法の検討

高温域 (50 ~ 80 ℃, 2 刻み) の水添加試験で、温度上昇とともに生地粘度が上昇した。高温域の加水により、デンプンの糊化現象が見られ、粘度上昇に対する「糊化」の関与が推察された。同様の条件で調製した焼成パンの品質は、加水温度 70 ~ 76 ℃ において比容積が有意に高くなり、きめが細かく、柔らかい良いパンが焼成できた。しかし、78 ℃ 以上では過剰に糊化が進行し、焼成パンの品質が低下する傾向が見られた。これらの結果から、加水温度 70 ~ 76 ℃ の間に最適加水温度があることが示唆された。

前述の実験を行ったのは冬季 (1 ~ 2 月) であったが、その後夏季 (7 月下旬) に再実験を行ったところ、60 ℃ 台に最適加水温度があることが明らかになった。このことは、最適加水温度は 1 年を通じて一定ではなく、室温や湿度に影響されることが示唆された。

今後の展望として、加水温度と室温・湿度との関連を明らかにした上で、各季節に適した加水温度を提唱することを目指すしたい。

< 引用文献 >

與座宏一、岡部繭子、島純、米粉利用の現状と課題—米粉パンについて—、日本食品科学工学会誌、Vol. 55、2008、444-454

貝沼やす子、米をペースト状にして利用する新たな試み、応用糖質学会、第 2 巻、2012、18-22

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 9 件)

原 康香、グルテンフリー米粉パン調製における製パン条件の検討 - スロージェューサー残渣添加の影響 -、日本調理科学会平成 30 年度大会、2018

武智 多与理、グルテンフリー米粉パン調製における製パン条件の検討、日本食品科学工学会第 65 回大会、2018

武智 多与理、グルテンフリー米粉パン調製における粘度の影響 (第 2 報)、日本家政学会第 70 回大会、2018

武智 多与理、スロージェューサー残渣を用いたグルテンフリー米粉パンの開発、日本調理科学会平成 29 年度大会、2017

武智 多与理、コールドプレスジュース残渣を用いたグルテンフリー米粉パンの開発、日本家政学会第 69 回大会、2017

志和睦、コールドプレスジュース作成時の残渣利用によるグルテンフリー米粉パンの開発、日本調理科学会平成 28 年度大会、2016

志和睦、グルテンフリー米粉パン製造におけるコールドプレスジュース残渣の効果、日本家政学会関西支部第 38 回大会、2016

畠中芳郎、グルテンフリー米粉パンの膨化性における粘度の影響、日本家政学会第 68 回大会、2016

武智 多与理、コールドプレスジュース作成時の残渣利用による付加価値を高めた米粉パ
ンの開発、日本家政学会第 68 回大会、2016

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：高村 仁知

ローマ字氏名：TAKAMURA, Hitoshi

所属研究機関名：奈良女子大学

部局名：生活環境科学系

職名：教授

研究者番号 (8 桁): 70202158

研究分担者氏名：畠中 芳郎

ローマ字氏名：HATANAKA, Yoshiro

所属研究機関名：地方独立行政法人大阪市立工業研究所

部局名：生物・生活材料研究部

職名：研究室長

研究者番号 (8 桁): 00416306

(2)研究協力者

研究協力者氏名：志和 睦

ローマ字氏名：SHIWA Mutsumi

研究協力者氏名：原 康香

ローマ字氏名：HARA Yasuka

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。