

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 5 月 7 日現在

機関番号：34524

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2019

課題番号：16K12713

研究課題名(和文) グルテンフリー食品用素材としての完熟バナナの粘弾性成分の特性解明と開発

研究課題名(英文) Characteristic elucidation and development of the viscoelastic ingredient of the ripened banana as the material for the gluten-free food

研究代表者

細川 敬三 (Hosokawa, Keizo)

兵庫大学・健康科学部・教授

研究者番号：30311393

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：澱粉や各種穀物粉からグルテンフリーパンを製造するため、追熟期間の異なるバナナから調製したバナナ粉(BF)の特性を明らかにした。まず、小麦澱粉とBFを等量混合して製パン試験を行い、最適条件を決定した。次に、BFの混合割合を変えて製パン試験を行い、最終的に、熟成期間が2週間のBFを小麦澱粉に10%混合、加水量は70%(対粉)とする条件で、比容積が5.01cm³/gを示した。この条件を小麦澱粉以外の4種類の澱粉と7種類の穀物粉に応用した。これらの中で澱粉に対して優れた製パン性を示すことが明らかになった。このことから、熟成したバナナは、グルテンの代替として利用できることを明らかにすることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

小麦に含まれるタンパク質グルテンは、アレルギーやセリアック病の原因となる成分である。小麦粉製品には必ずグルテンを含むため、小麦粉製品を食べることができない人々は、食事を制限されることになる。これを改善するため、グルテンの代替となる食材として追熟バナナに着目した。この結果、追熟バナナをグルテンの代替として利用可能であることを見出し、グルテンフリー用の食品素材として提案することができた。また、バナナは世界的に生産量が多く、安価の食材であるためその利用可能性が高いと考える。

研究成果の概要(英文)：Banana flour (BF) prepared from ripe banana fruit of different ripening periods was substituted for gluten to produce gluten-free bread based on several starches and cereal flours. The properties of the prepared BF were characterized. In the first breadmaking trial using a flour blend of BF and wheat starch (1:1 (w/w)), the optimal breadmaking conditions could be defined. In the second breadmaking trial, the flour blend ratio of BF and wheat starch (1:9 (w/w)) was optimized. The highest specific volume (SV; 5.01 cm³/g) was obtained in the sample with 2-week BF and 70% water (% on a flour basis). The above optimal condition was applied to the other four starches and eight cereal flours. Higher SVs were observed in starches compared to cereal flours. The ripe banana flour was shown to have good potential as a substitute for gluten.

研究分野：食生活

キーワード：追熟バナナ グルテンフリー 澱粉

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

小麦は、世界の三大穀物の一つで、生産量が多い穀物である。この小麦に含まれるグルテンの粘弾性などの特性を利用して多くの小麦製品(パン・麺類など)が作られている。しかし、小麦にはアレルギーやセリアック病の原因となる成分(グルテンなど)が含まれているため、その摂食を制限、また、摂食できない人がおり社会的問題になっている。この問題を解決するため、小麦代替食材やグルテン代替成分の開発が世界的に要望されている。

現在、グルテンフリー食品とするため、小麦代替食材やグルテン代替成分に関する研究が積極的に行われている。小麦代替食材としては、トウモロコシや米などの穀類・豆類などに関する研究、グルテン代替成分としては粘性を持つ多糖類に関する研究が主に行われている。しかし、これらから小麦代替食品は作れるものの食味などの点で十分な代替食品とはいえないのが現状である。

2. 研究の目的

申請者は、これまで米、ライ麦、ハト麦などを主原料とする小麦代替食品やグルテンフリー食品に関する研究を行ってきたが、同様の結果であった。そこで、グルテンフリー食品を目指すため、新たな食材について再調査をし、グルテンの代替となる食材として完熟バナナを見いだした。そこで、完熟バナナのグルテンの代替性に関する特性を詳細に調べるとともに、完熟バナナに含まれる粘弾性に関与する成分の特定と物性を解明し、その利用に関する研究を行うことにより新しいグルテンの代替素材を提案できるものと考え本研究を実施した。

3. 研究の方法

(1) バナナ粉(BF)の調製と特性

市販青バナナを20、0~4週間の追熟処理後、凍結乾燥、粉碎しBF粉を調製し以降の実験に使用した。調製したBFの特性を調査するため、水分含量(135、1時間乾燥)、水溶性固形分量(屈折糖度計によるBrix値(%/g・DW))と湿式粒度分布測定装置による粒子径(平均値、中央値、最頻値)を測定した。

(2) 製パン方法

製パン材料は、BFを含む粉類120gに砂糖(0~10%(対粉))、乾燥酵母(2%(対粉))、水(60~150%(対粉))を混合し、ミキサーで10分間混捏した生地をパン型枠(上辺100×55mm、下辺93×43mm、高さ50mm)に4分割し入れた。これを37、60分間発酵後、180、10分間焼成した。室温で1時間放冷し、パン重量と菜種置換法でパン容積を測定し比容積を算出して比容積(SV)が大きいほど製パン性が優れていると評価した。なお、BFのグルテン代替性を検討するときは小麦澱粉を使用した。BFの応用性の検討には、4種類(米、トウモロコシ、馬鈴薯、タピオカ)の澱粉と7種類の穀類粉(米粉2種、柴黒米粉、そば粉、韃靼そば粉、ホワイトソルガム粉)を使用した。

(3) 走査型電子顕微鏡(SEM)

粉類の微細構造を観察するため試料を前処理せずSEMにて加速電圧8kVで観察した。

4. 研究成果

(1) 追熟バナナ及びBFの特性

購入時のバナナの皮は黄緑色をしていて、バナナ熟度の判定に用いられるバナナカラーチャートではNo.3に相当していた。1週目がNo.7、2週目がNo.8で、1週間処理で黄色くなりシュガースポットが見られるようになった(図1)。また、これらの熟成バナナから調製したBFの特性を表1に示した。水分含量は0週目(5.02%)から4週目(13.73%)へと徐々に増加した。水溶性固形分量は、0週目(9.2 Brix%/g・DW)から1週目(17.8 Brix%/g・DW)にかけて急激に増加し、2週目にほぼ最大値(18.7 Brix%/g・DW)に達した。これらの結果からBFに含まれる澱粉が2週目までに水溶性糖類に分解されたと推測される。また、SEMによる観察では0週目に観察されていた澱粉粒が1週目以降では観察されないことから澱粉が低分子の糖類に分解したと考えられる。



図1 熟成による変化(上から0~4週間)

表1 0~4週間、20℃で熟成したバナナから凍結乾燥により調製したバナナ粉の特性(n=3)

Ripening periods (weeks)	Moisture content (%)	Water soluble solid content (Brix/g・DW)	Particle size (µm)		
			Average	Median	Mode
0	5.0 ± 0.1	9.2 ± 0.5	55.3	47.7	66.4
1	7.9 ± 0.2	17.8 ± 0.1	55.3	47.3	66.4
2	9.3 ± 0.1	18.7 ± 1.0	97.7	58.9	80.1
3	11.2 ± 0.1	18.5 ± 0.2	220.5	93.6	87.9
4	13.7 ± 0.2	18.9 ± 0.0	239.5	106.8	105.9

(2) バナナ熟成期間と生地加水量が製パン性に及ぼす効果

0~4週間の熟成を行ったバナナから調製したBFを小麦澱粉に50%配合した粉に加水量70~120%で製パン試験を行った。その結果、熟成期間により製パン性が異なっていた。製パン性が優れていた

のは、1週目BFでSV2.93cm³/g(加水量80%)、2週目BFでSV2.87cm³/g(加水量80%)、3週目BFでSV2.83cm³/g(加水量90%)であった(図2)。このことから製パンに用いるバナナの熟成期間は、1~3週間が適していることが明らかになった。

上記の製パンでは、生地の発酵に必要な糖類が添加されていないので、糖類の適正添加量について0~10%の砂糖について0~3週目BFを用いて検討した。その結果、1週目BFでは砂糖0~5%(それぞれSV2.93と2.99 cm³/g)、2と3週目BFで砂糖0%(それぞれSV2.87と2.82 cm³/g)で製パン性が優れていた(図3)。10%の砂糖を添加した場合は、いずれの条件でも比容積が低下した。これは、追熟処理を行ったバナナでは澱粉が分解した低分子糖類が含まれているため、砂糖の添加により糖濃度が高濃度になるために乾燥酵母の発酵が阻害されるためであると考えられる。

以上の製パン試験では、粉類の半量がBFであるため高濃度の糖類が含まれているので乾燥酵母の発酵が阻害されている可能性が考えられる。そこで、生地に加える水の添加量を80%とし、砂糖を加えない条件でBFの混合割合を5~50%について検討した。その結果、製パン性が最も優れていたのは、2週目BFを10%混合した条件でSV4.95 cm³/gであった(図4)。一方、BFの混合割合を10%にすると乾燥酵母の発酵に必要な糖が不足する可能性があるため、再度、添加する砂糖の添加量について検討したところ、砂糖の添加には効果が見られなかった。一方、生地の発酵は加水量によっても影響を受けるので、再度、1~3週目BFについて砂糖0%の条件で加水量について検討した(図5)。この結果、BFの製パン性に関する最適条件は、追熟期間2週間、小麦澱粉への配合割合10%、加水量70%、糖は無添加の条件であることが明らかになった。以上から2週間追熟したバナナから調製したBFがグルテンの代替として利用可能であることが明らかになった。

このBFのグルテン代替能を他の粉類への適応性を調べるために、4種類の澱粉と7種類の穀類粉への応用を試みた。各粉類にBFを10%混合し、加水量を変えて製パン性の最適条件を検討することによって評価を行った。その結果、BFは澱粉類ではSV3.53~4.21 cm³/gであったが、穀類粉ではSV1.65~2.94 cm³/gと澱粉類の方が製パン性に優れていた(図6)。

以上よりBFは、グルテンの代替となる可能性を示すことができたが、BFに含まれるどの成分が効果を持っているのかを今後明らかにしたい。

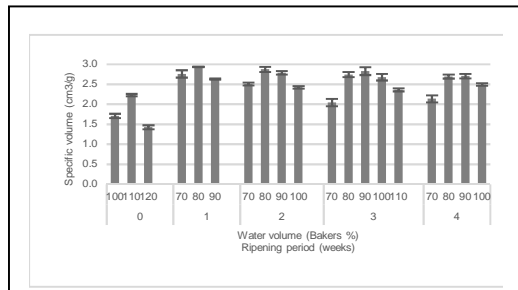


図2 熟成期間の異なるバナナ粉と加水量が製パン性に及ぼす影響

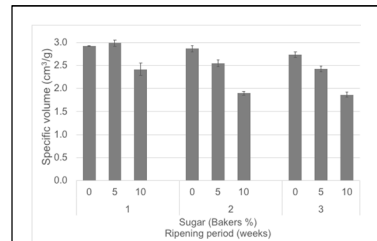


図3 熟成期間の異なるバナナ粉と糖濃度が製パン性に及ぼす影響

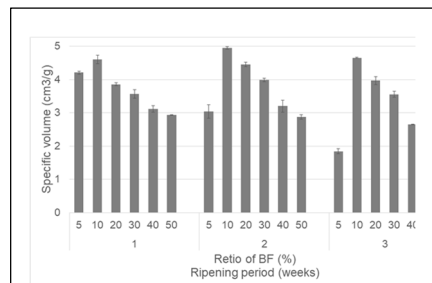


図4 熟成期間の異なるバナナ粉とバナナ粉の混合割合が製パン性に及ぼす影響

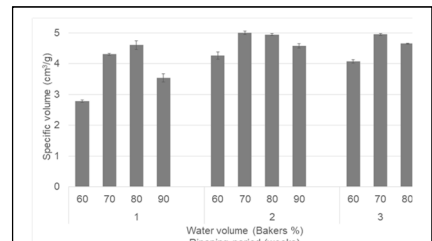


図5 熟成期間の異なるバナナ粉と加水量が製パン性に及ぼす影響

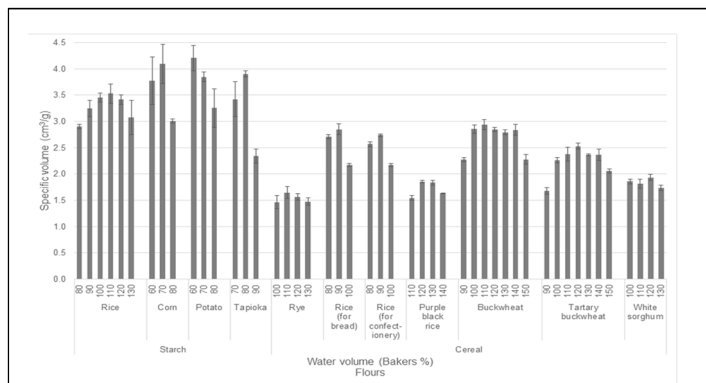


図6 熟成期間2週間のバナナから調製したバナナ粉の各種粉類における製パン性の効果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 細川敬三、田原彩、瀬口正晴
2. 発表標題 追熟バナナ粉のグルテンフリーパンへの利用と特性
3. 学会等名 日本食品科学工学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田原彩、竹内美貴、中村美智子、細川敬三、宮本有香、瀬口正晴
2. 発表標題 ホームベーカリーによる過熟バナナを用いた小麦粉フリーパンの製造研究
3. 学会等名 日本食品科学工学会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----