

令和 2 年 5 月 26 日現在

機関番号：32663

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K16261

研究課題名(和文) 大麦と米の混炊飯および大麦粉添加パンの老化特性解析

研究課題名(英文) Starch-aging characteristics analysis of barley and rice mixed cooked rice and bread with barley flour

研究代表者

露久保 美夏 (TSUYUKUBO, MIKA)

東洋大学・食環境科学部・助教

研究者番号：50646924

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：近年健康志向への関心の高まりに伴い需要の増加が見込まれる大麦、特にモチ性大麦(以下、モチ麦)の調理性および嗜好性に注目し、麦飯の特性、その他調理品への活用の可能性について検討した。麦飯の調理では特に炊飯後の冷蔵および冷凍保存における物性や嗜好性の変化に着目したところ、モチ麦の添加による老化抑制効果を見出し、時間が経過した後も嗜好性の高い状態で食することができるものと示唆された。また、各種調理品に対しモチ麦粉の添加割合を変化させたことによる外観や物性の変化ならびに官能評価により適していると思われる添加割合等を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

大麦はβ-グルカンを含むことが健康に寄与するとして注目されている一方で調理性についての研究はあまり進んでいない。そこで、大麦の調理特性に関する基礎的知見を蓄積することには、大麦のさらなる利用拡充に寄与する研究になるものとして期待できる点で意義を持つものである。また、これら的大麦の調理に関する新規知見は、日々の中でおいしく食べ続けながらも健康的な食生活を実現することへの一助となることが期待される。

研究成果の概要(英文)：In recent years, attention has been paid to the cookability and palatability of barley, especially sticky barley (hereinafter referred to as mochi-mugi), for which demand is expected to increase with increasing interest in health consciousness. I examined the sex. When cooking boiled rice, focusing on changes in physical properties and palatability during refrigeration and frozen storage after cooking rice, we found that the addition of mochi-mugi has an effect of suppressing aging, and eat it in a highly palatable state even after a lapse of time. It was suggested that it could be done. In addition, it was clarified the change of appearance and physical properties by changing the addition ratio of mochi-mugi flour to various cooked products and the addition ratio which seems to be more suitable for sensory evaluation.

研究分野：調理学

キーワード：大麦 炊飯 老化

様式 C-19, F-19-1, Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

大麦(*Hordeum vulgare*)は世界で約1億5千万t生産されており、国内生産量は約20万t、そのうち食料利用は2万8千t(1人あたり0.2kg/年)とわずかであり、大部分は飼料や醸造原料に利用されている。近年大麦の健康機能への関心が高まっており、細胞壁の構成成分であるβ-グルカンには、血中コレステロール低下作用、血糖値低下作用、肥満抑制等の効果があるとされる他、免疫機能向上やアレルギー低減に関する機能も研究されている。精麦した大麦(丸麦)は吸水性が悪く煮熟に時間を要するため、主に加熱圧ぺん処理を施した押麦や、黒条線に沿って切断した米粒麦などに加工した状態で米とともに炊飯し、麦飯として食されている。

大麦の調理については、米と混炊した麦飯について糖生成の一端を明らかにしているが、麦飯の炊飯過程における還元糖の生成は、食味に影響を及ぼすだけでなく、物性、特に炊飯後の老化抑制という点において大きな役割を果たしているものと考えられるに至っている。また、これまで、白飯の冷凍保存に関して研究された報告はあるが、麦飯についての報告はなされていない。大きな老化抑制効果を有しているであろう麦飯の冷凍・解凍時の食味について研究することは麦飯の調理性を把握する上で意義深いことであると考えられる。老化が起こり難い事はそれだけ長時間、嗜好性の高い飯を食する事が可能ということであるため、家庭の食卓のみならず、弁当や給食、市販製品等への利用においても高い有用性を持って活用できることが期待される。

2. 研究の目的

麦飯の炊飯後および冷凍・解凍後の老化過程を詳細に調べ、これまで蓄積してきた麦飯の炊飯過程におけるデンプン分解酵素の作用機構と合わせて考察を重ねながら麦飯の老化のメカニズムを明らかにし、より嗜好性の高い麦飯の炊飯条件を考察し、大麦の利用拡充に寄与する実用的かつ有用なデータを蓄積することを目的とする。また、大麦のさらなる利用拡充に向け、大麦粉添加パンを調製し、老化の程度や物性、食味について調べ、麦飯以外の調理への大麦の利用効果について明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 麦飯の保存が物性に与える影響

米とモチ麦をそれぞれ単独で炊飯した米飯、麦飯、そして50%ずつを合わせた混炊飯の3つを実験試料とし、炊飯時の加水比は米1.5、モチ麦1.8に調整した。保存は室温、冷蔵庫、冷凍庫で行い、冷蔵・冷凍は電子レンジ加熱後それぞれ室温で2時間放置した。測定項目は外観、物性(圧縮率内部90%、表層25%)、水分とし、官能評価は炊飯直後の飯及び混炊飯を基準に室温・冷蔵・冷凍保存各2時間放置について、つや・硬さ・粘り・甘味・うま味・総合評価の6項目を7段階評点法により評価した。

(2) モチ麦粉添加パンの調理特性

強力粉250g、砂糖17g、スキムミルク6g、食塩5g、水180g、ドライイースト4gを用いて調製したパンをコントロールとし、強力粉を所定の割合(0.15.30.35.40.50.70.80%)でモチ麦粉に置換したパンを調製した。また、置換率15%パンに、炊飯したモチ麦50gまたは100g添加したものを調製した。外観観察、高さ、重量、物性測定、測色、官能評価は2回行い置換率0%を基準とし15%と30%を評価したもの(n=52)と、置換率15%の0日を基準とし1日経過したもの(n=13)を評価、見た目・香り・食べやすさ・甘さ・硬さ・弾力・しっとり感・総合評価を7段階評点法により評価した。置換率0%と15%の計3日間保存したもの、及び強力粉とモチ麦粉については水分測定を行った。

(3) モチ麦粉添加クッキーの調理特性

試料に薄力粉50g、グラニュー糖15g、無塩バター15g、卵12gを用いて、基準のクッキーを調製した。基準のクッキーの薄力粉をモチ麦粉で10%~100%まで10%ずつ置換したクッキー、またモチ麦置換率100%かつ卵を基準より1.8倍入れたクッキー(以下、モチ麦加卵クッキー)を調製した。モチ麦は粉碎後、30M以下にしたものをモチ麦粉として用いた。室温にしたバターをハンドミキサーで1分間混合し、砂糖を加えて1分間混合、溶いた卵を加え、更に1分間混合した。その後、篩にかけた薄力粉又はモチ麦粉、もしくはその両方に加え、ゴムベラで左右に50回ずつ混合した。生地をラップに包み5mmの厚さに延ばし、冷凍庫で30分間放置後、直径4cmの円形に型抜き、オーブンで180℃、12分間焼成した。焼成後の外観観察、厚さと直径の測定、色を測色色差計で測定した。物性測定は、テクスチャーアナライザーを用い、冷凍後の生地と、焼成後のクッキーを測定した。測定条件は、直径5mmのプランジャーで圧縮率80%とした。水分含量は電子式水分計を用い、粉と砕いたクッキーの水分含量を測定した。官能評価は、基準のクッキーに対してモチ麦加卵クッキーについて、見た目、香り、硬さ、口どけ、味、総合評価の6項目を7段階評価法により評価した(n=53)。

(4) モチ麦粉添加パンケーキの調理特性

パンケーキの基本的な材料配合は、薄力粉100g、卵50g、上白糖30g、ベーキングパウダー6g、牛乳100gとした。またパンケーキ1枚分の生地重量は80gで、大麦粉を0、20、50、70、100%の割合で置換し、それぞれ調製した。焼成後のパンケーキを一晩冷蔵庫で保存した場合の高

さの測定と、大麦粉 100%添加のパンケーキの牛乳配合量を 1.5 倍にした場合の測定も行った。測定項目としては、パンケーキ断面の写真撮影、重量、高さ、直径の測定、菜種置換法を用いた体積測定、テクスチャーアナライザーを用いた中心部 1 カ所と外側の 5 カ所の硬さの測定とした。また色差は、測色色差計を用いて測定し、膨化率、比容積も求めた。

4. 研究成果

(1) 麦飯の保存が物性に与える影響

外観観察では、いずれの試料においても保存条件、放置時間による見た目や色の変化は見られなかった。飯、麦飯粒内部の硬さを図 1~3 に示した。それぞれ炊飯直後に比べ冷蔵保存・レンジ直後が硬かった。これはデンプンの老化は 2~4℃の低温で進みやすく、この温度帯にある冷蔵保存を行ったことで老化が進んだことが考えられた。冷凍保存においても同様の傾向を示した。冷凍保存での糊化度の低下は少ないという報告があるが、本実験では炊飯直後より冷凍保存・レンジ直後の硬さが増加した。飯粒内部の硬さはいずれの条件でも 2 時間放置で増加した。麦飯粒内部の硬さは冷蔵・冷凍保存 2 時間放置で増加した。一方で、混炊飯はいずれの保存条件、放置時間においても炊飯直後より硬さの増加は見られなかった。以上より混炊飯の硬さは保存条件に影響せず老化抑制の可能性を示した。水分は飯、麦飯ではいずれの保存条件でも 2 時間放置で減少傾向を示したが、混炊飯は水分変化が少なかった。これより単独炊飯では水分の蒸発によりデンプンが老化し硬くなったが、混炊飯では水分の蒸発が少なく、老化抑制に作用したことが示唆された。米飯及び混炊飯の官能評価ではいずれも炊飯直後と硬さの差は少なく、硬さの変化は感じ取りにくいことが示された。混炊飯ではモチ麦特有の食感により食味の違いがわかりづらいという意見もあった。また、混炊飯の冷凍保存 2 時間放置では炊飯直後より甘味・うま味が強く感じられ、総合評価が有意に高かった。

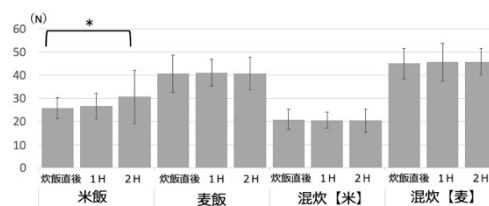


図1. 室温保存における硬さ
* p≤0.05

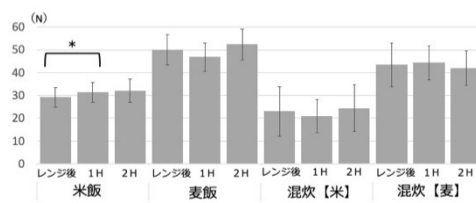


図2. 冷蔵保存における硬さ
* p≤0.05

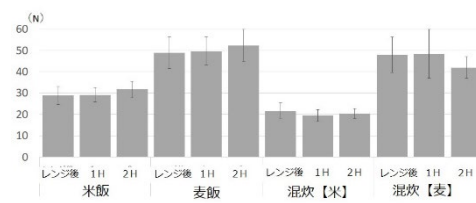


図3. 冷凍保存における硬さ

(2) モチ麦粉添加パンの調理特性

置換率を 0. 15. 30. 35. 40. 50. 70. 80%で調製したところ、30%までが食パンの形を呈していたため、測定に用いる試料は置換率 0. 15. 30%とした。置換率 0. 15. 30%では置換率増加に伴い、高さ、重量、硬さ、付着性は増加したが、凝集性の変化は見られなかった。このことは、モチ麦にはグルテンがあまり含まれず、水分保持力がありモチモチ感を有しているためだと考えた。色については、原料として強力粉とモチ麦粉ではモチ麦の方が L*値は高く、b*値は低かったが、モチ麦を食パンに置換したら L*値と b*値は逆の傾向が見られた。これは、水分や焼成による影響だと考えられた。官能評価では置換率 15%、30%ともに見た目、香りが低下し、硬さ、弾力、しっとり感、総合評価が増加し、最も総合評価が高かったのは置換率 15%だった。これは、モチ麦特有のモチモチ感がでたこと、また、モチ麦の色、香りが適度だったためと考えた。保存により、官能評価では、見た目の評価が増加、それ以外の評価が低下した。これは、保存により見た目は内面の気泡が大きくなり評価が良くなった一方、硬さや弾力が低下し食感の評価の低下が起こったと考えた。水分量はモチ麦置換率 0%、15%ともに日数変化に大差なく、粉ではモチ麦のほうが低かった。これはモチ麦の水分保持力が高く、粉の水分量が異なってもパンの水分量に差はないと考えた。

置換率 15%が最も総合評価が高かったため、置換率 15%に炊飯したモチ麦を 50 g または 100 g 添加したパンを調製した。高さは添加 50 g が最も高かった。これは、グルテン形成を阻害せず、生地以外に 50 g 増えたため高くなった一方、100 g まで添加すると添加量が多すぎ膨らまなかったと考えた。添加量増加に伴い、重量、硬さ、付着性は増加し、凝集性は低下した。これは、添加したため重量が増加し、密度が大きくなり硬く、モチ麦のモチモチ感により付着性が増加し、モチ麦置換によりグルテン形成に隙間ができ、凝集性が低下したと考えた。炊飯したモチ麦パンの嗜好性については、官能評価での総合評価が高かった置換率 15%パンと炊飯したモチ麦 50 g 添加パンの高さ、硬さ、付着性、凝集性が最も近い値だったため、炊飯したモチ麦添加は有効であると考えた。

(3) モチ麦粉添加クッキーの調理特性

モチ麦置換率 80%以上で見た目に亀裂が生じ、モチ麦の影響を受けたと考えられた。しかし、モチ麦加卵クッキーでは亀裂が生じず、加卵することで見た目を改善できると考えられた。厚さと直径は、モチ麦の置換率増加と共にどちらも低下した。モチ麦加卵クッキーでは、モチ麦置換率 100%クッキーに比べて、厚さが増加していた。このことより、モチ麦は膨化を抑制する作用があると考えられた。しかし、加卵をすることで卵の作用で膨化力が改善できると考えられた。

測色では、モチ麦を添加することによって、L*値は低下し、a*値は増加し、b*値は低下した。これはモチ麦粉の色が薄力粉より暗く茶色味を帯びていたことが影響したと考えられた。

物性測定では、生地 hardness、ガム性、復元性が上昇し、凝集性、弾力性が低下したが、焼成後のクッキーでは、その傾向が見られなかった。このことから生地においてはモチ麦に含まれる大麦 β -グルカンの影響を受けたと考えられた。しかし、クッキーでは、しっかりと焼くためいづれのクッキーも同程度の物性となり、生地で見られたような差異が見られなかったと考えられた。

水分含量測定では、粉の状態だと薄力粉よりモチ麦粉の水分含量が少なかったが、クッキーでは、モチ麦添加をしたクッキーの水分含量が多かった。このことより、モチ麦には水分を保持する力があると考えられた。

官能評価では、味が薄く、口どけ悪かったことから、モチ麦加卵クッキーの嗜好性が低かったと考えられた。

(4) モチ麦粉添加パンケーキの調理特性

パンケーキの断面は、モチ麦粉置換率が高くなるにつれて気泡が減少する傾向があり、もっちりとした焼き上がりになった(図4)。重量は大麦粉置換率による変化は確認できなかった。体積はモチ麦粉置換率が高くなるにつれ減少する傾向があり、生地調製時、100%置換は0%置換よりも生地が硬く、ホットプレートに生地を流す時100%置換のものは流動性が低く、高さがあり直径の小さいパンケーキに仕上がった。また、モチ麦粉置換率が高くなるにつれて焼成後のパンケーキは柔らかく、冷蔵庫で一晩保存すると、20%、50%、70%、100%、0%の順に硬くなるという結果になった。色差測定の結果は、100%のみ明らかに赤みが強く、70%、100%は色がくすんでいた。モチ麦粉置換率が高くなるにつれ膨化率と比容積は小さくなった。牛乳添加量を1.5倍にしたモチ麦粉100%置換のパンケーキは重量、体積はともに増量前と変わらない一方で、水分の多い薄いパンケーキになった。



図4. 大麦置換パンケーキ

上から、0%、20%、50%、70%、100%置換

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

| |
|-------------------------------|
| 1. 発表者名 露久保 美夏 |
| 2. 発表標題 麦飯の物性に及ぼす保存条件の影響 |
| 3. 学会等名 一般社団法人日本家政学会第72回大会 |
| 4. 発表年 2020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 |
|--|---------------------------|-----------------------|----|
|--|---------------------------|-----------------------|----|