

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：32647

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00795

研究課題名(和文)国内産大麦粉の基礎特性および各種大麦食品における材料設計と膨化性との相関解明

研究課題名(英文)Elucidation of basic characteristics of domestic barley flour and influence of preparation condition on swelling property of various barley foods

研究代表者

小林 理恵(栗津原)(KOBAYASHI, Rie)

東京家政大学・家政学部・准教授

研究者番号：00342014

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、大麦粉のみで膨化食品を容易に調製するための諸条件を追究した。大麦粉は膨化食品の製造に適する粉体特性であり、糊化しやすい特性を有していた。しかし未加熱の加水生地では高い粘性を発現し、これは含有する β -グルカンに起因すると推察された。多孔質の大麦粉膨化食品(パン類)の膨化性を高めるためには、加水量を増やし、粘弾性を低下させることが有効であった。空洞膨化食品の大麦粉シューの製造では水蒸気を逃がしにくい高粘度の大麦粉生地は適しており、生地内のでんぷん及び油脂も均質に分散しており、膨化性は良好であった。これをより膨化させるためには、加水量の調整よりも焼成温度を高めることが有効であった。

研究成果の概要(英文)： We investigated various conditions for easily preparing puffed foods with only barley flour. The barley flour had flour characteristics suitable for producing puffed food. Also, barley starch gelatinizes at lower temperatures than that of wheat one. However, despite the unheated state, the barley flour dough had a high viscosity, suggesting that the expression factor of this property was β -glucan contained in barley.

In order to increase the volume of the porous food such as steamed bread and bread, it was effective to decrease the viscoelasticity of the flour dough by increasing the water addition amount. In the production of barley choux, starch and oil were homogeneously dispersed, and high viscosity barley flour dough was suitable for inclusion of water vapor. Therefore, increase of the baking temperature rather than adjusting the water content was important for improving the swelling property of the barley choux.

研究分野：調理科学

キーワード：大麦粉 膨化性 粉体特性 糊化特性 力学特性 シュー 蒸しパン イーストパン

1. 研究開始当初の背景

大麦は米や小麦に比べて多くの食物繊維が含まれ、そのうち水溶性の β -グルカンには、血中コレステロール量の低減や血糖値の上昇抑制、免疫賦活化など多くの優れた機能性があることが報告されている。大麦は不足しやすい食物繊維の良い供給源として期待されるばかりでなく、大麦の健康機能性を期待して需要が増大し、新たな調理加工食品の開発が徐々に試みられている。

このような背景のもと、申請者らは、六条大麦の主要生産地である石川県小松市より要請を受け、6次産業推進事業の一環として地場産六条大麦の新たな調理加工食品の創製に取り組んできた。初期の取り組みとして、粒食及び粉食以外の新たな利用法を提案するために、大麦を含む各種雑穀の主成分であるデンプンを酵素糖化し、水あめ状の糖化液の製造を試みた。これを小麦粉パンの調製で上白糖の代替で添加すると、色づきは見られるものの製パン性及び嗜好性は良好で、上白糖使用の場合よりも老化の抑制も認められた。しかし糖化液の産業的な生産を考慮すると、新しい製造ラインの導入が必至となり、コスト面の課題が懸念される。

そこで、製粉した精白大麦（以後、大麦粉と略称）の大量かつ簡便な消費拡大を図るために、小麦粉の代替えとして膨化食品の製造に利用するための調理条件を検討した。大麦には、小麦に含まれるグルテンのように粘弾性を発現し網目構造を形成する成分を含まないため、パンや麺の製造に用いることが難しいとされる。特にパンや菓子類の膨化における骨格形成やガスの保持効果は、大麦粉だけでは期待できない。

しかし、申請者らの予備実験において、大麦粉だけでも、起泡卵白（メレンゲ）と膨化剤（ベーキングパウダー）を組み合わせ加熱した「蒸しパン」や、水蒸気圧により膨化させる「シュー」は、小麦粉同様に膨化した。申請者らが試作した大麦粉の膨化調理製品については、JA 小松市に技術提供し、2012年から市内の道の駅にて製造販売されている実績がある。

このように製品化が先行しているものの、その膨化機構については不明な点が多い。今後、大麦粉で膨化食品を一般向けに大量調製するために、最適な調理条件を明らかにできれば、効率的な製品化が実現し、大麦の用途拡大につながると期待できる。

2. 研究の目的

本研究では、大麦粉のみで膨化食品を容易に調製するための諸条件を追究する。日常の食物繊維摂取量を向上させ、生産者支援及び生産地域活性化に寄与する新たな大麦粉製品の創製へと展開する基盤的な研究として、大麦粉生地調製における材料設計（加水量、副材料、混合条件など）と製品の膨化特性との相関性から、大麦粉膨化食品の調製条件を

提案することを目指す。具体的な目的は以下の通りである。

(1) 膨化特性に影響すると予測される、試料大麦粉の基礎特性を把握する。

(2) 大麦粉生地（粉＋水）の糊化特性及び、加熱温度ごとの力学特性を確認する。

(3) 物理的膨化食品（大麦粉シュー）における大麦粉バターの包含気泡量、力学特性と空洞化の発現との相関性を明らかにする。

(4) 化学的膨化食品（大麦粉蒸しパン）における、グルテンの代替構造基質としての起泡卵白の働きを検証する。

(5) 発酵膨化食品（食パン）の膨化性発現への増粘多糖類添加の影響を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 試料大麦粉の基礎特性の確認

1) 試料

穀物粉として、大麦粉（石川県小松市産、六条大麦：ファイバースノウ）及び薄力小麦粉（日穀製粉㈱、星姫、以降薄力粉と略記）、強力小麦粉（日穀製粉㈱、以降強力粉と略記）を使用した。

2) 粒度分布及び安息角の測定

各穀物粉の粉体特性として粒度分布及び安息角を測定した。粒度分布は、角光化成㈱の協力を得て、レーザー解析散乱式粒度分布測定機（LMS-2000E、㈱セイシン企業）を用い水を分散溶媒とした湿式モードによる粒度分布を測定した。安息角は安息角測定器（ASK-01、アズワン㈱）を用いて落下体積法により、粉体の斜面と板との角度を測定した。

3) でんぷん損傷度の測定

損傷澱粉測定キット（日本バイオコン㈱）を用い、カビ アミラーゼで穀物粉を処理し、生じた分解物をグルコースに分解させて、比色定量により損傷でんぷん量を求めた。

4) 大麦粉と水との親和性（ぬれ性）評価

穀物粉の水への分散性評価のために、ホソカワミクロン㈱に委託し、ペネトアナライザ（PNT-N）を用いた浸透速度法により浸透速度係数を算出し、この際に得られた浸透速度、真密度、平均粒子径から、 $\cos \theta_1$ （基準試料の接触角）/ $\cos \theta_0$ （比較試料の接触角）を算出することでぬれ性を相対評価した。

その際、基準試料は強力粉とし、比較試料を大麦粉と薄力粉とした。

(2) 大麦粉モデル系バター及びドウの熱的、力学的特性の確認

1) 大麦粉の糊化特性と大麦粉バターの粘性評価

示差走査熱量計（Differential Scanning Calorimetry, 以下 DSC と略記）により、穀物粉の主成分であるデンプンの加熱に伴う熱的特性（糊化特性）を調べた。穀物粉各 20% 懸濁液 15 mg を DSC 用アルミニウムセルに各々注入後、アルミニウムシールで封入し、DSC 測定用試料とした。DSC-60（㈱島津製作所）を用い、上記測定用試料（品温 20℃）を、3℃/min の温度上昇速度で室温から

100 まで加熱した。測定のリファレンスはアルミナ(30 mg)とした。この時に得られたDSC 曲線より、吸熱反応の始まり点を主成分であるでんぷんの“みかけの糊化開始温度”、ピーク点を同“糊化ピーク温度”、終了点を同“糊化終了温度”とし、これら3点を結んだ三角形の面積を糊化過剰熱量“みかけの糊化熱量”として算出した。糊化進行遅延度は、 $[(\text{糊化終了温度} - \text{糊化開始温度}) / \text{温度上昇速度}(3 \text{ }^\circ\text{C}/\text{min})]$ として算出した。

DSC 測定に加え、(一社)パン技術研究所の協力を得て、アミログラフ(ブラベンダー社)を用いた糊化特性及び粘性評価を行った。すなわち、強力粉、薄力粉及び大麦粉各 65 g にそれぞれ純水 450 mL を加えた懸濁液(30)を1.5 /minの速度で93 まで加熱し、その後 10 分間保持した粘度変化を測定した。その際、粘度上昇開始温度を糊化開始温度、ピーク値を最高粘度とした。

2)ドウの力学特性の評価

(一社)パン技術研究所の協力を得て、ファリノグラフ(ブラベンダー社)を用いて、大麦粉の吸水性及びドウの粘弾性について評価した。その際、大麦粉単独生地は測定ができなかったため、パン生地を想定して、強力粉と1:1で混合した生地で測定した。測定対照は強力粉生地とした。

(3)複合系大麦粉生地(シュー、蒸しパン、食パン)の材料配合と膨化特性との関連性

1)大麦粉シュー

試料配合及び調製法

予備実験により、シューの基本配合は、穀物粉 50 g、バター40 g、水 100 mL、卵液量は 80 gとした。卵液(卵黄:卵白=1:1.9)は、泡だて器を用いて攪拌後、ステンレス製の裏ごし器で濾して使用した。また、卵液量を 80g 以外に 100 g、120 g に増やしたシュー生地を調製した。

試料調製法は、以下の通りである。ステンレス製鍋(18 cm×9.5 cm)に水と10 g ずつ角切り(6 cm×2.8 cm×0.6 cm)にし、室温に戻したバター40 g を加えて、IH コンロ(株式会社コロナ製、BCH-300、2.0 kW)の火力4(強火)で約2分間(±30秒)、バターが完全に溶け沸騰するまで加熱した。消火後も鍋の位置はそのまま、試料粉を添加しゴムべらを用いて15秒間混ぜ合わせた。再度点火し、火力2(中火)で1分間攪拌(3回/秒)した。加熱後の生地は直ちにボールに移し、試料温度が卵の凝固温度(約65)以下となるまで5分間室温で放冷した。放冷時間は、加熱直後に球状にまとめた生地中心付近に熱電対K温度計(アンリツ株、SE61032)を挿入し、65 以下となる時間を予め測定して決定した。ここに裏ごしした卵液を約20 g ずつ添加し、30秒間ゴムべらを用いて攪拌(3回/秒)した。なお、各シュー生地の最終温度は約30 であった。

丸型の口金(1.5 cm)をつけた絞り出し袋に第一加熱終了後の試料を入れ、7 cm四方

に切ったクッキングシート上に、約30 gを量りながら丸型(底径:5 cm)に絞り出した。これを天板に並べ、霧吹きした後、直ちに190 に予熱をしたオープン(コンビネーションレンジ、GMO-S3600型)に天板ごと入れ15分間焼成した。続いてオープン内に試料を留置した状態で180 に温度を下げて、5分間焼成した。焼成温度は190 を200に変更して焼成したシューについても調製した。各試料は焼成後1時間放冷し測定に供した。

シュー生地の顕微鏡観察

シュー生地の油脂及びでんぷんの分散状態を顕微鏡(OLYMPUS, BX 51)にて観察した。

焼成中のシュー生地の温度変化

天火庫内にシュー生地を留置し、熱電対(安立計器東京販売株、サーモロガー:AMS800、シュー用温度センサー:SE82302)を用いて焼成中のシュー生地の温度変化を継続的に測定した。

シューの空洞面積の測定

メスを用いて縦半分に切断したシューを、そのままの状態に据え置き、さらに切断面と平行に約1 cm幅でスライスしてリング状の試料を切り出した。尚、この際にリング状試料が切れた場合は測定から除外した。切り出した試料は、スキャナー(OKI, MC561dn)の読み取り面に直接置き、スキャン画像を取り込んだ。得られたスキャン画像において、内部に仕切る構造の無い最も大きな空洞部分を任意で指定し、画像解析ソフトのImage J(Ver. 1.51, アメリカ国立衛生研究所)で面積を測定した。

比容積の算出

焼成後のシューの体積を菜種法で測定し、体積(cm³)を重量(g)で除して比容積(cm³/g)を求めた。

シューの破断強度測定

シューの物性評価として、レオナー(山電株製;RE-330005B)を用いて破断強度測定を行った。測定条件は、ロードセル:20 N、圧縮速度:5 mm/s、プランジャー:くさび型、測定歪率:95%とした。

2)大麦粉蒸しパン

試料配合及び調製法

蒸しパンの基本配合及び調製方法は予備実験により以下の通り決定した。卵は卵白と卵黄に分け、卵白は均質になるように泡立て器で攪拌した後、60 g 計量した。卵白はオーバーラン(包含気量)が150%、300%となるように白糖15 gを3回に分けて加えながら電動ミキサーの高速モードで攪拌した。オーバーラン0%の試料調製においては卵白に砂糖を全量加え30秒間泡だて器を用いて手で攪拌した。起酵卵白(以降、メレンゲと表記)に計量した卵黄40 g、水20 g、油12 gを順に加えて泡立て器でそれぞれ30秒間攪拌した。続いて、ベーキングパウダー3 gを加えた薄力粉100 gを投入し、ゴムべらにてバターが均一になるよう1分間攪拌した。

加水量の調整をする場合には水の量を変更した。

各穀物粉バターは 50 g を量りとり、120 mL 容量のプリン型に入れ、電動蒸し器（クッキングスチーマー、エイコー株式会社製）で 20 分間加熱して蒸しパン試料を調製した。蒸し上がり後、室温になるまで放冷した蒸しパンを測定に供した。

破断強度測定

各蒸しパンの物性を評価するために、レオナーを用いて破断強度測定を行った。測定試料として、蒸しパンの中央部分をメスを用いて 1.5 cm 角の立方体に 4 個切り出し、ロードセル：20 N，測定歪み率：80 %，測定速度：0.5 mm/s，プランジャー：2 mm (円柱形) の条件で測定した。

体積測定

菜種法を用いて体積を測定した。

すだちの顕微鏡観察

蒸しパンを縦に半分に切り出し、断面のすだちの様子を実体顕微鏡 (Nikon, SMZ745T, SM-LWG1Ji3) を用いて観察した。

3) 大麦パン

試料配合及び調製法

基準の強力粉パンは、強力粉 50 g に砂糖 5 g，塩 0.5 g，ドライイースト 0.6 g，バター 4 g，水 37.6 g とした。この時の換水値は 84 % である。大麦粉パンの調製は、予備実験をふまえて湯 (70 °C) を加え、換水値を調整して検討した。さらに、各種増粘多糖類 (グアガム、ローカストビーンガム、キサンタンガム、カルボキシメチルセルロース) をそれぞれ加える場合には、予め強力粉に 0.5 g を配合して調製した。生地は 5 分間手で混捏し、これをセルクル (高さ 4.5 cm，直径 6.0 cm) に 50 g 入れて、35 °C に設定したオーブンで 90 分間で 1 次発酵させた。発酵の際、乾燥を防止するため、ステンレスの裏ごし器を試料全体にかぶせ、その上からラップをかけた。その後、裏ごし器を外し 190 °C に設定したオーブンで 15 分焼成した。焼成後の各パン試料は、1 時間の放冷により粗熱をとった後、測定に供した。

動的粘弾性測定

強力粉パン生地と同程度の物性になるよう大麦粉パン生地の加水量を調整するために、まず動的粘弾性測定装置 (HAKKE, MARS) を用いて粘弾性を評価した。装置には平行プレート (35 mm) を付け、試料間ギャップ：1.00 mm，温度 25.0 °C，周波数：1 Hz の条件で、 10^{-5} の歪範囲内で貯蔵弾性率 G' (弾性要素) 及び損失弾性率 G'' (粘性要素) を測定した。測定試料は、強力粉パン生地を想定した強力粉バター (強力粉 50.0 g + 水 42.4 g；加水率 84 %) を基準とした。大麦粉バターも強力粉バターと同様に加水率 84 ~ 200 % の範囲で加水した。

発酵試験

混捏後の各パン生地をそれぞれ 30 g に分割し、225 mL 容量の試料ビンに投入した。

本実験における発酵温度の 35 °C に設定した水槽内に試料ビンを留置し、これと接続したファームグラフ (アトー株、AF-1100) により 300 分間のガス発生量を 5 分間隔で測定した。

比容積

各パン試料の体積を菜種法で測定し、体積 (cm^3) を重量 (g) で除して比容積 (cm^3/g) を求めた。

破断強度測定

各パン試料の物性を評価するために、レオナーを用いて破断強度測定を行った。測定試料として、パンの中央部分をメスを用いて 1.5 cm 角の立方体に切り出し、以下の条件で測定した。ロードセル：20 N，測定歪み率：95 %，測定速度：1 mm/s。プランジャーはクラストについてはくさび型、クラムについては 40 mm の円盤型を使用した。

外観及びすだちの観察

焼成後、放冷した各大麦粉パンを並べ、上と横からカメラ (iPhone 6s) で撮影した。また、大麦パンの中央 1 cm x 1 cm を切りだし、下部を実体顕微鏡を用いて撮影し、すだちを観察した。

4. 研究成果

(1) 試料大麦粉の粉体特性

膨化特性に影響すると予測される大麦粉の基礎特性、糊化特性及び大麦粉生地の力学特性を調べた。大麦粉の対照試料として薄力粉、強力粉を用いて、各試料の粉体特性として粒度分布及び落下体積法による安息角測定の他、水への分散性評価のためにペネトアナライザを用いてぬれ性を求めた。

米粉では、粒子径 40 μm 程度、安息角が 50 ° 以下では製パンに適すると報告されているが、大麦粉は 20 μm 付近にピークを有する 10 ~ 60 μm の小粒子径粉の含量が多く、安息角が約 41 ° であった。浸透速度係数 ($\times 10^{-5} \text{ g}^2/\text{s}$) を測定した結果、強力粉が 3.30、薄力粉が 4.47 であるのに対し、大麦粉は、22.25 と極めて高かった。また、この結果をふまえ、強力粉を基準 (1.000) としてぬれ性を算出すると、薄力粉が 2.088 であるのに対し、大麦粉は 8.191 と有意に高く、大麦粉は水への親和性は良く、分散しやすい粉であることが明らかとなった。さらに、大麦粉の でんぷん 損傷度は 4% 程度であり、強力粉 (10.44 %) 及び薄力粉 (2.93 %) と比べても損傷度は高いとはいえなかった。穀類の製粉時に起こる でんぷん の損傷が大きいほど、その吸水能が高く、焼成時における脱水の良否にも影響を及ぼすといわれているが、上記の結果から でんぷん の性状による吸水性の大きな相違はないと考えた。

(2) 大麦粉モデル系バター及びドウの熱的、力学的特性

(1) で明らかにした粉体特性からは、米粉に関する先行研究と比較して、大麦粉は製菓・製パンに利用しやすい粉体特性を有すると思われたが、大麦粉生地の力学特性は、粉

体特性から予測する性状とは異なっていた。

レオナーによる圧縮試験により、強力粉ドウと同じ硬さに調整するための大麦粉ドウの加水量を調べたところ約1.5倍に増量する必要があった。アミログラフ試験においても大麦粉バターは、著しく高い粘度を示したことから、大麦粉に含有する水溶性食物繊維のグルカンにより生地吸水性が増し、粘性が発現したと推察された。

さらに、アミログラフ試験及び示差走査熱量測定の結果から、大麦粉は薄力粉、強力粉に比べて糊化開始温度が低く、糊化しやすい特性であることが分かった。以上のことから、大麦粉は膨化食品の製造に利用しやすい粉体特性を有するが、生地調製時には小麦粉より多い加水量が必要で重い生地になりやすいばかりでなく、高い粘性を発現するとともに、より低温で糊化して粘性が高まりやすいことが予測された。

(3)大麦粉シューの材料配合と膨化特性との関連性

シューの空洞膨化は生地中に存在する気泡を核として発生した水蒸気の圧力によって生地が押し展げられる現象である。そのため、水蒸気を逃がしにくい粘性のある均質な生地に調製することが望ましい。アミログラフ測定の結果から、大麦粉は薄力粉よりも糊化温度が低く、最高粘度も4倍程度高いため、この高い粘性が膨化食品製造過程において、気体の熱膨張に対する抗張力として働く可能性が危惧された。

大麦粉の粘性の発現には、 β -グルカンと、でんぷんの粘度の増大が関与すると推察された。この β -グルカンは高い保水力を有し水蒸気の発生を抑制すると予測して、初期焼成温度を10℃高く設定したところ、薄力粉シューと同様の温度履歴を経て、有意に比容積が増大し、薄力粉シューと同程度に膨化した。また、第一加熱後の生地のでんぷん及び油脂の分散状態を顕微鏡観察すると、いずれも均一分散しており、でんぷん粒は小麦粉と形状が類似していた。粘性が高くて生地内の油脂とでんぷん粒の分散が悪い他種の雑穀粉シューでは、膨化性が極めて劣ることから、大麦粉シューの膨化には、高い粘性よりも薄力粉に類似した均質な生地であることが膨化に寄与すると推察した。

大麦粉シューは生地の加水量を増加させずに、焼成温度を高めることにより薄力粉シューと同程度に膨化したものの、焼成生地の組織構造に相違が認められ、硬く焼き上がる傾向であった。

(4)大麦粉蒸しパンの材料配合と膨化特性との関連性

大麦粉蒸しパンについては、加水量及びメレンゲの包含気量と膨化体積との相関性を追究した。薄力粉蒸しパンと同配合で大麦粉蒸しパンを調製すると、その生地の粘度が高く有意に膨化体積が低下した。大麦粉モデル系バター及びドウにおける力学的特性と

して、高い粘性を有することが確認され、これが気体の熱膨張に対する抗張力として働く可能性が推察された。そこで、薄力粉蒸しパンと同程度の膨化体積となる加水量を検討した結果、薄力粉蒸しパン生地の換水値(135%)に対し、大麦粉蒸しパン生地の換水値は約1.2倍の160%にする必要があった。

加水量を増量させて大麦粉蒸しパンを調製した場合、起泡の有無にかかわらず、薄力粉蒸しパンに比べて膨化性は有意な差は認められなかった。いずれの蒸しパンにおいても、オーバーラン300%のメレンゲを混合することで最も膨化性が向上したが、この時の各蒸しパンのすだち構造は粗く、蒸しパン上部表面には凹凸がある膨化形状となった。各蒸しパンの物性評価として破断強度測定の結果を比較するとオーバーランが高くなるほど、破断歪率が高く、破断エネルギーが低下して、もろく崩れやすい蒸しパンとなることが分かった。また、薄力粉蒸しパンに比べて、大麦粉蒸しパンは破断歪率がやや低く、破断エネルギーが高かった。以上のことから、大麦粉蒸しパンの調製においては、メレンゲの添加よりも加水量を増量させ粘性を調整することが有効であることが分かった。また、メレンゲを配合すると膨化性は向上するが、オーバーランの程度により物性が有意に変化することから、食感への影響が大きいが示唆された。今後は、蒸しパンの品質に及ぼす調製条件の影響を追究するために、官能評価を実施する予定である。

(5)大麦粉パンの材料配合と膨化特性との関連性

大麦粉蒸しパンと同様に、大麦粉パンの調製においても、強力粉パンと同配合で調製すると、すだちの無いゴム状に焼き上がった。膨化性がきわめて低いことから、大麦粉パンの調製においても、強力粉パン生地と同程度の物性になるよう大麦粉パン生地の加水量を調整するために、動的粘弾性測定により粘弾性を解析した。その結果、大麦粉パン生地の加水率を200%にすると、強力粉パン生地の粘弾性と同程度となったが、その性状はクレープ生地様であり、焼成には適さないと判断した。そこで、手動捏捏時の手応えから大麦粉パン生地の加水量を見積もったところ、強力粉生地の約1.8倍である加水率140%に調整することで強力粉パン生地と同程度の手応えとなった。この加水条件で調製した生地を焼成したところ、最大の体積となった。しかし、グルテンが形成されない大麦粉パン生地は、強力粉パン生地と比べてガスの保持力が弱く、強力粉パンの比容積(約3.5 mL/g)に比べて大麦粉パンの比容積は約2.7 mL/gと低かった。しかし、パンの比容積としては、2.5 mL/g以上が望ましいとの報告もあることから、グルテンを形成しない大麦粉であっても、パンを製造させる基礎的条件として加水量の調整が大いに有効であることが明らかとなった。

さらに大麦粉パンの膨化性とその品質を向上させるために、米粉パンの膨化性向上に有効といわれる増粘多糖類の添加を試みた。添加する増粘多糖類の種類による大麦粉生地のガス発生量に有意差はなく、比容積はいずれも 2.5 mL/g 以上であったが、有意な増加は認められなかった。また、この加水条件においては、全ての試料においてすだち構造の形成が確認され、破断エネルギーが低く、やわらかく焼き上がることが示唆された。その他に、増粘多糖類の添加により、大麦粉パンのペースつきが抑制される傾向が伺え、その種類によりすだちの形状や咀嚼時の食感に相違がみられた。今後は組織観察及び官能評価により、大麦粉パンの性状評価を行う。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に下線)

[雑誌論文](計 3 件)

谷口明日香, 丸山里奈, 京極奈美, 木村(渡辺) 裕子, 長尾慶子, 小林理恵, 雑穀粉の基礎特性をふまえた天ぷら衣用バターの調製条件, 査読有, 日本家政学会誌, 69(4), 2018, 217-224

DOI: <https://doi.org/10.11428/jhej.69.217>

橋詰奈々世, 小林理恵, 岩田恵美子, 土田幸一, 榎本俊樹, 雑穀糖化液添加がパンの品質及び嗜好特性に及ぼす影響, 査読有, 日本家政学会誌, 68(8), 2017, 402-412

DOI: <https://doi.org/10.11428/jhej.68.402>

橋詰(高澤)奈々世, 小林(粟津原)理恵, 岩田恵美子, 土田幸一, 榎本俊樹, 雑穀糖化液の基礎特性及び嗜好特性, 日本調理科学会, 査読有, 49(2), 2016, 117-127

DOI: <https://doi.org/10.11402/cookeryscience.49.117>

[学会発表](計 4 件)

雑穀粉シユーの膨化に及ぼすデンプン粒径及びその分散状態, 橋詰奈々世, 磯邊瞳, 榎本俊樹, 小林理恵, 日本食生活学会・第 55 回大会, 2017

大麦粉パンの性状に及ぼす加水量及び各種増粘多糖類添加の影響, 小林理恵, 小更かおる, 原沙友子, 橋詰奈々世, 榎本俊樹, 日本調理科学会 平成 29 年度大会, 2017

製菓・製パンに関する大麦粉の基礎特性及び大麦粉生地の力学特性, 坂巻明日香, 橋詰奈々世, 榎本俊樹, 小林理恵, 日本調理科学会平成 28 年度大会, 2016

大麦パンの膨化性向上を目指した調製条件の検討, 山鹿翠希, 小林(粟津原)理恵, 日本調理科学会 平成 27 年度大会, 2015

6. 研究組織

(1)研究代表者

小林 理恵 (KOBAYASHI, Rie)

東京家政大学・家政学部・准教授

研究者番号: 00342014

(2)研究分担者

榎本 俊樹 (ENOMOTO, Toshiki)

石川県立大学・生産資源環境学部・教授

研究者番号: 70203643

橋詰 奈々世 (HASHIZUME, Nanase)

金沢学院短期大学・食物栄養学科・助教

研究者番号: 30737705