

ヒエを原料とした麺の製法*

前田 穰**、遠山 良***

従来の方法では雑穀のみの製麺は困難であった。そこで本研究では雑穀のみを原料とした麺の製造技術の確立を目的に、雑穀生地の特性把握と製麺試験を行った。製麺試験は、蒸練機、フッ素処理ローラー、ジュール加熱器を用いて行った。蒸練機及びフッ素処理ローラーを用いることにより、ヒエのみを原料とした製麺に成功した。

キーワード：ヒエ、麺、蒸練、フッ素処理ローラー、ジュール加熱器、雑穀

Processing Method of Noodles from Japanese Barnyard Millet

MAEDA Yutaka, TOYAMA Ryo

Processing of noodles only from millet was difficult in earlier methods. In this study, we studied the character of the dough and the procedure for noodle making only from millet as the raw materials. The test of processing of noodles was done by using steam-mixer, fluoridation-roller and joule-heater. We succeeded in processing of noodles only from Japanese barnyard millet.

key words : Japanese barnyard millet, noodles, steam-mixing, joule-heating, millet

1 緒言

食物繊維、ミネラルを豊富に含む雑穀が健康に良いことは疑いない。雑穀の消費量をさらに拡大するためには、加工特性を明らかにして美味しい加工品を開発し、安定した品質の商品を提供することが重要である。

現状では雑穀の消費は白米との混合炊飯が主体であるが、雑穀のみを原料とした麺を商品化できれば、消費拡大に繋がるものと考えられる。しかしながら、雑穀粉はそば粉、小麦粉等の従来より製麺材料として用いられてきたものとは違い、単独での製麺は容易では無い。

本研究では昨年度の検討¹⁾に引き続き、雑穀を主原料とした製麺方法の検討を行い、蒸練機及びフッ素処理ローラーを用いることにより、ヒエのみを原料とした製麺に成功したので報告する。

2 実験方法

2-1 原料

花巻産のヒエ（達磨）、ウルチアワ（虎の尾）、モチアワ（大槌 10）、キビ（釜石 16）を精白済みのものを購入し、高速粉砕機 HS-10（名濃、0.3mm スクリーン使用）で製粉し、試験に供した。

2-2 一般成分測定

水分は 105℃常圧加熱乾燥法により測定した。粗タンパク質はケルダール法で得た全窒素に定数 6.25 を乗じ算定した。灰分は 550℃直接灰化法で測定した。粗脂肪はジエチルエーテルによるソックスレー法で測定した。

2-3 雑穀粉の粒度分析

レーザー回折式粒度分布測定装置 LA-500（HORI BA）で測定を行い、分散媒にはオクタノールを使用した。

2-4 アミログラム

ビスコグラフ（ブラベンダー社）を用い測定した。試料は雑穀粉が乾重量で 40 g、測定試料中の水分量が 450 g となるように調整した。測定条件は以下のとおり。

回転速度：毎分 75 回転

ステップ 1：30℃から 95℃まで、毎分 1.5℃で昇温

ステップ 2：10 分間 95℃保持

ステップ 3：95℃から 30℃まで、毎分 1.5℃で降温

ステップ 4：30℃で 6 分間保持

2-5 蒸練処理

雑穀粉に加水し、多用途対応縦型ミキサー・マイティ 25（愛工舎製作所）で 1 分間混捏した生地を小型蒸練機・団五郎（品川工業所）に投入し、10 分間蒸練した。蒸練部分の倒し角は 45 度とした。蒸練部分を倒すことにより、生地は攪拌部分に持ちあげられる、落下により叩きつけられる、攪拌部分で押しつけられる等、十分に捏ねられることを確認した。蒸気の生成はサンキユウボイラー 2 型（品川工業所）を用い、蒸練時には最大生成量の蒸気を導入した。

2-6 押し製麺

蒸練生地を油圧式押し製麺機（三上製麺製作所）で麺線状に成形した。押し出口の直下に沸騰した鍋を用意しておき、押し出すと同時に 1 分間の茹で調理を行った。

* 基盤的・先導的技術研究開発事業

** 食品技術部（現青森県ふるさと食品研究センター）

*** 食品技術部（現食品醸造技術部）

2-7 フッ素処理ローラーによる製麺

150mm 試験機 (大竹麺機) のローラーをフッ素処理したものを用いた。ローラー間隔1.5mmで蒸練生地を1回、伸し処理を行い、麺帯とした。結果、麺帯厚は1.7~1.8mmとなった。麺線切り出しは10番切り刃で行い、麺線の幅は3mmとなった。

2-8 ヒエ麵の試食結果

平成19年2月28日に岩手県工業技術センターで開催した、「岩手の農水産物を活用した食品開発研究発表会」において、蒸練機及びフッ素処理ローラーを用いて調製したヒエ麵についての試食アンケートを実施した。試食に供した麵は、3週間凍結保存したものをを用いた。

2-9 ジュール製麺試験

バッチ式ジュール加熱機を用い、加水混合生地 500g を通電しジュール加熱生地とした。通電効率を高めるために塩化ナトリウムを2.5g加えた。20℃に調整した加水混合生地をジュール加熱機に投入し、生地温度が10分後に95℃になるように昇温させ、その後10分間、95℃で保持した。加熱後、生地をポリ塩化ビニリデン製のフィルムで包み、自然放冷した。

2-10 ジュール加熱生地の破断強度及び破断歪み

ジュール加熱生地を1辺25mmの立方体に切り出し、テンシプレッサー My Boy (タケトモ電機) を用い、上面中央への直径5mm円柱プランジャーで押し込み測定を行った。押し込み速度は毎秒2mmで行った。押し込み測定時の第一ピークから破断強度と破断距離を読み取った。次式により、破断歪みを求めた。

$$\text{破断歪み (\%)} = \frac{\text{破断距離 (mm)}}{25 \text{ mm (試料高)}} \times 100$$

3 結果と考察

3-1 原料雑穀の特性について

試験に用いた雑穀粉の一般成分を表1に示した。アミログラムを図1に、アミログラムから算出した糊化特性を表2に示した。ヒエ及びウルチアワは最高粘度、コンシステンシー値が大きく、モチアワ及びキビは低くなった。岩手県で栽培されている雑穀のアミロース含量については、ヒエ「達磨」が32.9%、粳系アワ「虎の尾」が33.9%、糯系アワ「大槌10」が3.7%、糯系キビ「釜石16」が2.2%との報告²⁾がある。

雑穀粉の粒度組成を図2に示した。ヒエがもっとも平均粒径が小さく、キビが最も大きくなった。100µmより大きい粒径の出現頻度は、ヒエが2.3%、ウルチアワが0%、モチアワが0.2%、キビが1.5%であった。

3-2 押し出し法による雑穀麵の試作について

それぞれの雑穀について、蒸練生地を冷麺製造用の押し出し製麺機で成形することによる麵試作を行った。蒸練前加水量と結果を表3に示す。ヒエ及びウルチアワについては蒸練機及び押し出し製麺機を用いることにより製麺が可能であることが確認できた。一方、モチアワ及びキ

ビについては、押し出し後の湯中において全て崩壊してしまい、製麺することは出来なかった。ヒエ及びウルチアワを加熱調製した生地は柔軟性が有りながらも湯中保持性があることを昨年度の検討¹⁾で確認しているが、その特性により今回の製麺が実現できたと思われる。

表1 雑穀粉の一般成分

	水分(%)	粗タンパク質(%)	灰分(%)	粗脂肪(%)	炭水化物(%)
ヒエ	12.4	7.6	0.4	1.0	78.6
ウルチアワ	12.6	9.2	1.0	2.2	75.0
モチアワ	12.3	10.0	1.2	3.0	73.5
キビ	13.8	10.4	0.7	1.2	73.9

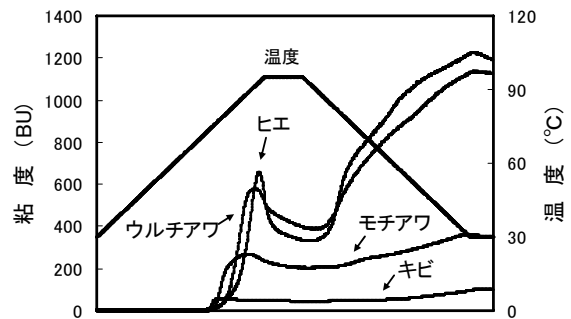


図1 雑穀粉のアミログラム

表2 雑穀粉の糊化特性

	糊化開始温度(°C)	最高粘度到達温度(°C)	最高粘度 (BU)	ブレイクダウン(BU)	コンシステンシー(BU)
ヒエ	74.7	92.3	655	323	847
ウルチアワ	75.7	91.0	574	180	500
モチアワ	74.5	87.0	265	62	149
キビ	72.9	76.3	52	10	50

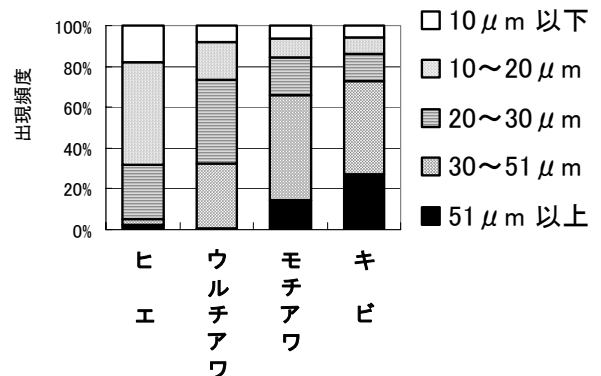


図2 雑穀粉の粒度組成

ヒエ及びウルチアワの蒸練生地を押し出し成形した麺線を湯中に投入することなく適当な長さに切り、生麺様にするにも検討した。押し出し後、ノズルからつり下がった状態の麺線に馬鈴薯デンプンを振りかけるなどの試みを行ったが、生地同士の癒着を防止することはできなかった。モチアワ及びキビについては蒸練による製麺方法の原料には適さないものと判断し、以降の検討を行わなかった。押し出し製麺の結果が最も良好であったヒエについて、更に検討を進めることにした。

3-3 フッ素処理ローラーによるヒエ麺の製法

押し出し法の場合、食堂等で生地調製直後に提供する場合には適するものの、お土産など保存性を要求される商品の製法には不適である。そこで新潟県食品研究所で確立されたライスヌードルの製法^{3) 4)}（以下、新潟法とする）を参考として蒸練生地をフッ素処理ローラーで麺帯とする製麺方法を検討した。

蒸練処理を行うと生地温度が高まるまでに生地表面で蒸気が結露し、生地への加水が進行する。その影響を受け、検討当初は蒸練生地の水分にばらつきが生じた。処理前に蒸練機に蒸気を通導し十分な暖気を行うこと、結露によって溜まった水を排出してから生地を投入すること、投入する生地の量を一定とすること、投入生地の温度を約 20℃とすることにより、蒸練生地の水分を安定させられるようになった。

蒸練前加水量と蒸練後の生地水分、フッ素処理ローラーでの麺帯形成の容易さを表 4 にまとめた。押し出し製法で採用した、蒸練前加水量が 60% の場合には生地が固く、ローラーに押し込むのが困難であり、フッ素処理ローラーを用いて製麺する場合には、蒸練前加水を 65~70% とするのが適当であった。また、蒸練前加水量が適切な場合でも、蒸練後に蒸練生地の温度が下がると生地が固くなり、麺帯形成は困難となった。

麺帯形成直後に麺線切り出しを試したところ、完全に切断することが出来なかったり、うまく切れた場合でも麺線同士が癒着するといった問題が発生した。一方、調製した生地を常温で一晩おいてから切り出したところ、切り出しも容易であり、打ち粉を用いなくても麺線の癒着は発生しなかった。新潟法においては蒸練直後にローラーで麺帯とし、一晩冷蔵してから麺線に切り出している。蒸練を用いた製麺においては、蒸練直後に麺帯形成を行い、時間をおいてからの麺線切り出しが有効であることが判った。この方法で得られた麺線を茹で調理し、試食したところ、ヒエの風味が感じられる麺であった。

蒸練によるヒエ麺の製法は、「蒸気加熱と捏ね処理により生地をつなぎ」、「生地の柔軟性があるうちに麺帯形成し」、「麺帯を一晩放置して適度に澱粉を老化させてから麺線に切り出す」方法であり、ヒエなどのグルテンや付着性水溶性タンパク質を含まない穀類の製麺方法として有効であると考えられた。

表 3 押し出し製麺の結果

	蒸練前加水量 (対雑穀粉重量)	結果
ヒエ	50%	蒸練後にまとまらず、直径3センチ前後の粒状になった。(押し出しは行わなかった)
	60%	製麺に成功。
ウルチアワ	50%	製麺に成功。
モチアワ	40%	加熱ムラがあり、生地の一部が粉状になった。(押し出しは行わなかった)
	50%	押し出し後、湯中で崩壊。
キビ	40%	加熱ムラがあり、生地の一部が粉状になった。(押し出しは行わなかった)
	50%	押し出し後、湯中で崩壊。

表 4 蒸練前加水量と麺帯形成性

蒸練前			→	蒸練後	
加水量 (対ヒエ粉重量)	生地水分	生地の状態		生地水分	麺帯形成の 容易さ
50%	42%	生地がまとまらない	→	(生地がまとまらない)	—
60%	46%	生地がまとまらない	→	52%	硬い
65%	47%	しっとり	→	54%	ちょうど良い
70%	49%	表面に水が浮く	→	55%	ちょうど良い
75%	50%	流動性がある	→	57%	柔らかすぎる

3-4 生粉添加を併用したヒエ麺の製法

新潟法では蒸練後の生地に非加熱の「生粉」を添加することにより麺のコシを強めている。本研究でも蒸練前加水量 70% の生地に生粉を全体の 5~30% 加え混合した後に麺帯形成、切り出しを行ってみた。生粉を加えることにより蒸練生地は柔軟となり麺帯形成は容易になったが、麺の食感はざらつきが感じられ、品質は劣化した。

フォーやビーフンなど米粉を原料とした麺の場合、高アミロース米が適すると言われている。新潟法はアミロース含量が 20% 前後の通常の飯米を原料としながらコシの強さを実現するために、生粉添加という工夫を必要としたが、高アミロースであるヒエの場合、生粉添加は不要であると考えられた。

3-5 ヒエ麺についての試食アンケート結果

アンケート結果を図 4~6 に示した。ヒエ麺について「商品として価値が有る」と回答したのは 56 人中 32 人（全体の 56%）であり、参加者の半数には好意的に受け止められた。価値が有ると回答した方の理由は風味や食感という嗜好性だけでなく、健康や話題性などの付加価値を含んでの評価であった。「商品として価値が無い」と回答したのは 8 人（全体の 14%）であり、回答理由は風味と食感のみであり、食感については全員が選択していた。

今回、試食に供した麺は冷凍保存したものであり、冷凍前の麺に比べ、なめらかさが劣っており、評価が低く

なっただと思われた。一方で風味についての評価は低くはなかった。製麺後の品質管理を適切に行い、良い食感を維持できれば、ヒエ麺の商品化が可能であると思われた。

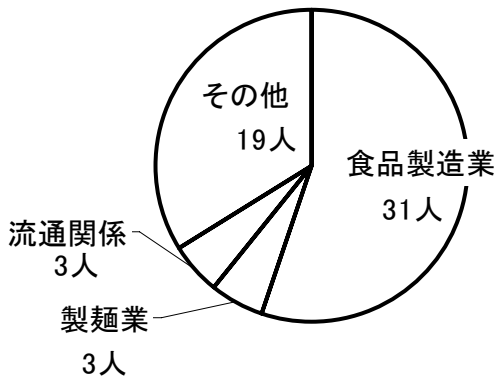


図3 試食参加者の内訳

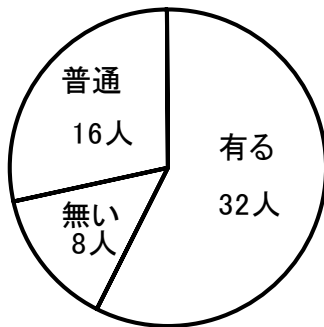


図4 アンケート結果 「ヒエ麺に価値はあるか」

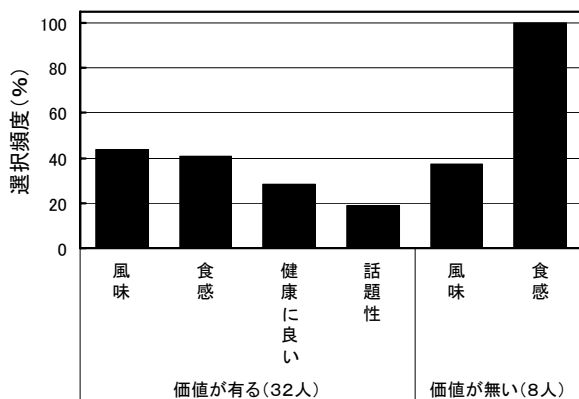


図5 評価の理由 (複数回答可)

3-6 ジュール加熱器による製麺方法の検討

ブロック状の加熱ヒエ生地を調製し、それを麺線状に切り出すことによる製麺方法を検討した。一般的な方法でブロック生地を加熱すれば、生地の外周から入熱する事になり、結果、生地外周部から澱粉糊化が進行、生地中の水分ムラを生じる。ジュール加熱は対象物に通電し、対象物自身を発熱させる技術である。ジュール加熱であれば、ブロック状生地においても加熱ムラが発生しにくいと考え、検討に用いることとした。

予備試験によって得られたジュール加熱生地は一般的な加熱方法によって得られた加熱生地と異なり、周辺部が加熱不十分となった。これは外部への熱流出のためである。以降の検討では、加熱部分を断熱剤で覆うとともに、測定試料は周辺部を除去してから調製した。

加熱後 24 時間経過したジュール加熱生地の破断強度及び破断歪みを図 6 に示した。加熱部分加水量が増えるに従い、破断強度は減少し、破断歪みは増大した。水分 50%及び 55%のジュール加熱生地は脆く、65%では柔らかすぎるために包丁での麺線切出しは困難であった。一方、水分 60%では常温で 24 時間経過すると、包丁での切出しが可能であった。以降の検討は水分 60%のジュール加熱生地について行うこととした。

水分 60%のジュール加熱生地を麺線状に切り出し、茹で調理をしてみたところ、湯中で崩壊することはなかったものの、柔らかすぎる食感であった。このことから加熱時間等の検討だけでは、ジュール加熱機による麺製造は困難であると判断し、副素材の併用を検討した。

ジュール加熱試験に先立ち、ヒエ粉の糊化特性に対する副素材の影響をアミログラムで検討した。副素材はフォー等の製法時に物性向上効果があるとの指摘がある乳酸、鹹水として用いられる炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、うどん等製麺時に用いられる塩化ナトリウム、デンプンを糊化しやすくするという塩化カリウム⁵⁾、糖類の代表としてスクロースを選択した。糊化特性は雑穀粉に溶液を加えた直後と溶液を加えてから常温で 24 時間経過したものについて測定した。

特徴的なアミログラムを図 7 に、アミログラムを元に算出した糊化特性を表 6 に、アミログラム測定時の試料 pH を表 7 に示した。乳酸は最高粘度、ブレイクダウンを顕著に減少させた。炭酸ナトリウム、炭酸カリウムはブレイクダウンを減少させた。その他の副素材による糊化特性の変化は少なかった。また、いずれの副素材においても溶液添加 2 4 時間後には最高粘度、ブレイクダウンの減少が発生したが、それはわずかであった。

糊化特性に影響が認められた乳酸と炭酸ナトリウムについて、ジュール加熱生地の物性を測定し、結果を図 8、図 9 に示した。乳酸は加熱調製後の時間が長くなるにつれ破断強度が著しく大きくなることが判った。澱粉が主体である麺の場合には乳酸を添加することにより、より固い麺になることが示唆された。一方、炭酸ナトリウム

は加熱調整後の時間が長くなっても破断歪みの減少が少なかった。炭酸ナトリウム等鹹水は加熱澱粉生地を柔軟性を保持することが示唆された。

物性測定に用いたものと同様の処理をした生地を包丁で麺線状に切り出し、茹で調理をしてみたところ、いずれの麺も柔らかすぎた。しかしながら乳酸を用いた麺の

表面は非常に滑らかでつるつるとした食感であること、炭酸ナトリウムを用いた麺は 10 分間加熱しても湯中で崩壊しない程、つながりの良いことを確認した。今回の検討では添加物と生地特性の関係についての知見は得られたが、ジュール加熱機での製麺には成功しなかった。

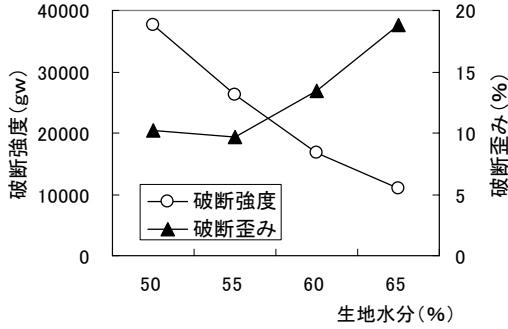


図6 ジュール加熱生地の破断強度と破断歪み

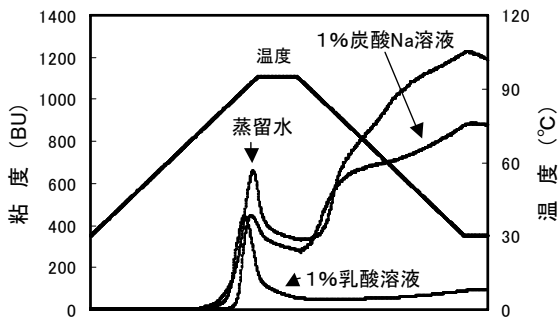


図7 副素材のヒエ粉アミログラムへの影響

表7 副素材による試料pHの変化

ビスコグラムに用いた溶液	測定前 溶液浸漬時間	溶液 調整時pH	雑穀粉懸濁液 調製時pH	雑穀粉懸濁液 調製24時間後pH	測定後 試料pH
蒸留水	0				6.4
	24	7.1	6.3	6.4	6.3
乳酸	0				2.5
	24	2.2	2.4	2.5	2.5
炭酸ナトリウム	0				10.5
	24	11.4	10.9	10.8	10.6
炭酸カリウム	0				10.8
	24	11.7	11.1	11.0	10.8
塩化ナトリウム	0				5.9
	24	5.3	6.2	6.2	6.2
塩化カリウム	0				6.0
	24	5.7	6.1	6.2	6.0
スクロース	0				6.3
	24	8.3	7.9	6.2	6.1

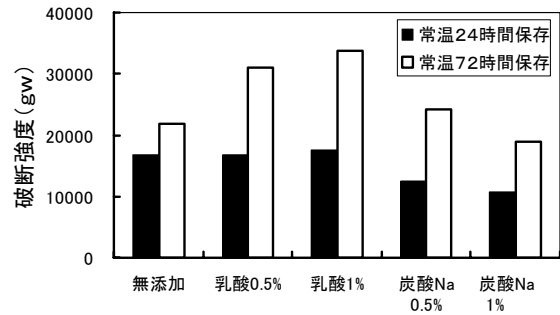


図8 副素材のジュール加熱生地破断強度への影響

表6 副素材のヒエ粉糊化特性への影響

ビスコグラムに用いた溶液	測定前 溶液浸漬時間	糊化開始 温度(°C)	最高粘度 到達温度(°C)	最高粘度 (BU)	ブレイク ダウン(BU)	コンシステ ンシー(BU)
蒸留水	0	74.7	92.3	655	323	847
	24	79.2	92.0	535	191	624
乳酸	0	77.0	89.1	443	399	45
	24	78.7	88.9	408	369	44
炭酸ナトリウム	0	84.4	91.4	446	176	607
	24	84.1	90.6	473	189	607
炭酸カリウム	0	83.6	90.7	463	175	616
	24	82.9	89.9	492	199	607
塩化ナトリウム	0	82.1	93.9	572	213	721
	24	81.6	93.8	550	190	715
塩化カリウム	0	82.0	93.7	528	196	674
	24	83.1	94.0	493	161	651
スクロース	0	79.0	92.0	557	223	749
	24	76.7	91.7	527	193	611

※溶液濃度はすべて1%

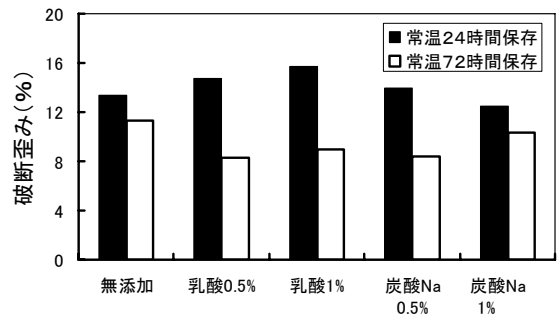


図9 副素材のジュール加熱生地破断歪みへの影響

4 結 言

蒸練機及びフッ素処理ローラーを用いることにより、ヒエのみを原料とした製麺が可能であることを明らかにした。試食アンケートの結果、ヒエ麺について半数の回答者が「商品として価値がある」と回答した。ヒエ麺を商品化するには、製麺後の品質管理が重要課題であると思われた。

謝 意

ジュール加熱器を用いた試験において、ご指導、ご助言を頂いた秋田県総合食品研究所及び同研究所秋山美展所長に謝意を表します。

また、雑穀粉の粒度測定において協力していただいた、

青森県ふるさと食品研究センター及び同研究所福士奈々子技師に謝意を表します。

文 献

- 1) 前田穰、遠山 良：岩手県工業技術センター研究報告、13, 58 (2007)
- 2) ヒエ、アワ、キビのでんぷん：平成13年度東北農業研究成果情報
- 3) ライス・ヌードル全国講習会資料
- 4) 特願 53-026176「麺状食品とその製造法ならびに装置」
- 5) 朝倉書店：デンプンハンドブック