

微酸性電解水による玄そばの細菌数低減化

山木一史, 東孝憲, 三上加奈子, 佐藤理奈, 川上誠

Reduction in number of bacteria in buckwheat seeds in slightly acidic electrolyzed water

Kazufumi Yamaki, Takanori Azuma, Kanako Mikami, Rina Sato and Makoto Kawakamio

We investigated the effects of soaking buckwheat seeds, which have a large number of bacteria, in slightly acidic electrolyzed water on the number of bacteria and seed quality. The number of bacteria was reduced by soaking the samples at 20-25 degrees Celsius for 30-60 min. After drying the buckwheat seeds were for use in food processing, it was confirmed that the number of bacteria was reduced.

Furthermore, there was little difference in protein, powder color, gelatinization properties, and aroma components, which affect product properties, between soaking and non-soaking treatment.

These results confirm that a short soaking treatment of buckwheat seeds with slightly acidic electrolyzed water can reduce the number of bacteria while maintaining seed quality.

KEY-WORDS : slightly acidic electrolyzed water, buckwheat seeds, number of bacteria

キーワード : 微酸性電解水, 玄そば, 細菌数

玄そばは、主に剥皮後そば粉に製粉され麺へと加工されるが¹⁾、近年はビタミンやルチン等を多く含む健康食品として粒そのままでの加工利用が増加している^{2) 3)}。しかしながら、種子の形状や土壌にさらされやすいなどの植物特性により、他の穀物と比べて細菌数が高く、加工品の細菌数も多くなる傾向にあり、衛生面での懸念がある⁴⁾。また、近年の消費者の食品に対する安全安心への意識の高まりから、食品製造者には厳格な品質管理が要求され始めており⁵⁾、製粉企業にはこれまで以上にそば粉の細菌数低減が強く求められている。また、道内製粉企業からは、品質を保持したまま細菌数の低減が可能な技術の開発が要望されている。

これまでそば粉の細菌数低減化は全国で取り組まれており、その多くは粉碎後のそば粉に対して直接蒸気処理する加熱殺菌技術の検討が中心である^{6) -8)}。しかしな

がら、蒸気を用いた加熱殺菌技術は、細菌数は大きく減少するものの、熱によるたんぱく質の変性や香気成分の損失といった品質が犠牲となっている。

非加熱殺菌技術として、オゾンや紫外線、放射線などが検討されているものの、異臭や殺菌効率、高額な設備などの問題があり、ほとんど実用化には至っていない。

一般に、小麦のように種子を粉碎して利用する穀物類は、その製粉工程が穀物の種子が乾物であることを基準に整備されていることから、湿式処理の取り組みはほとんどない。一方、玄そばは、厳冬期に清流に長期間浸漬する「寒晒し」という手法を用いる地域があり、この原料から製造したそばを「寒晒しそば」としてブランド化している⁹⁾。このことは、玄そばが湿式処理に対応できる種子であることを意味している。

以前、著者らはそば粉の非加熱殺菌技術として酢酸製

事業名：経常研究

課題名：玄そば中の微生物の特性に基づく細菌数低減化技術の開発

剤を用いた菌数低減化に取り組んだが、細菌数は大きく低減するものの、そば粉および加工品に残留する酸性臭の付与が課題であった¹⁰⁾。2002年に厚生労働省より食品添加物の殺菌剤として指定された微酸性電解水は、有効塩素濃度が10～80ppm、pH5.0～6.5の次亜塩素酸水溶液であり、塩素臭や器具への影響も少ないことから、食品工場での利用が進められている^{11) 12)}。

そこで、本研究では、細菌数の多い玄そばについて、微酸性電解水を用いた湿式による細菌数の低減について検討を行ったので報告する。

実験方法

1. 試料

供試試料には道内5産地より2019年産の玄そばを用いた。玄そばの脱皮は脱皮機（SP-X, 國光社）を使用した。湿式処理の製剤として微酸性電解水（主成分：次亜塩素酸, pH5.0～6.5, 有効塩素濃度:10～30ppm）を用いた。

2. 浸漬処理の方法

玄そばを10倍量の蒸留水または微酸性電解水に浸漬させた後、室温（20～25℃）にて所定の時間（30分, 60分, 120分, 24時間（1,440分））静置した。

3. 微生物試験

原料の細菌数については、全粒粉として玄そばを外皮付きのまま粉碎したものを試験に供した。浸漬処理後の細菌数については、水切りした玄そばおよび乾燥処理した玄そばを試験に供した。これらの試料を滅菌済み生理食塩水で10倍希釈しストマッカーにて振盪処理したものを試料原液とし、この試料原液を生理食塩水で適時10倍段階希釈した。一般生菌数は、標準寒天培地を用い、希釈液1mlを混釈平板法により35℃、48時間培養後に出現コロニーを係数した。大腸菌群数および大腸菌数は、XM-G培地を用い、希釈液1mlを混釈平板法により35℃、24時間培養後の出現コロニーを計数した。

4. 品質評価試験

浸漬処理後の玄そばを、クロマトグラフィー用大型ろ紙（No.50（400×400mm）、アドバンテック）をのせた網棚上に展開し、通風乾燥機（DRF633TA, アドバンテック）にて、30℃で3～4時間乾燥した後、脱皮機にてむき身にし、ミルサー（IFM-800, 岩谷産業）にて粉碎した粉を試料とした。水分はアルミ箔カップを用いて常圧乾燥法（135℃, 1時間）にて測定した。たんぱく質量はケルダール法にて全窒素量を測定し、係数として6.31を乗じてたんぱく質量とした。色調は色彩色差計（CM-5, ミノルタ）を用いてシャーレに充填した粉を反射法にて

測定した。糊化特性は、ラピッドビスコアライザー（RVA-4, NEWPORT SCIENTIFIC）により測定した。水溶性たんぱく質量は、試料に10倍量の蒸留水を加えて30分間激しく振盪した後、遠心分離（3,000rpm, 10分）により得た上清についてケルダール法にて全窒素量を測定し、係数として6.31を乗じてたんぱく質量とした。

香気成分は、試料2gに超純水2mLを加え混合し、内部標準として0.1%シクロヘキサノール1μLを添加後、窒素を封入したバイアルを60℃で20分間予備加熱後、固相マイクロ抽出ファイバー（SPMEファイバー：50/30μm StableFlex DVB/CAR/PDMS, SUPELCO）にて60℃で20分間揮発成分を吸着させ、GC/MS（GCMS-QP2010plus, 島津製作所）に供して、表1の条件にて分析を行った。

表1 香気成分の分析条件

機種	GCMS-QP 2010 Plus（島津製作所）
カラム	DB-WAX（30m×0.25mm, 膜厚0.25μm, Agilent Technologies）
注入方法	スプリットレス
試料気化室温度	250℃
昇温プログラム	40℃（2分保持）→150℃（2℃/分）→240℃（10℃/分）
キャリアガス	ヘリウム
キャリアガス流量	3.98ml/min.
イオン化法	電子衝撃イオン化法（EI）
イオン源温度	200℃

実験結果および考察

1. 浸漬処理による細菌数への影響

道内産玄そばの細菌数について表2に示した。5産地の平均で一般生菌数は7.1log cfu/g, 大腸菌群数は6.7log cfu/g, であり、いずれの原料からも大腸菌は検出されなかった。

表2 供試原材料の細菌数

	平均値
一般生菌数 (log cfu/g)	7.1±0.3
大腸菌群数 (log cfu/g)	6.7±0.2

※数値：5産地の平均値±標準偏差

浸漬処理を行う時間を検討するため、蒸留水中に玄そばを浸漬し、玄そば水分の経時変化を調べた。時間の経過とともに水分は増加し、30～120分でほぼ2倍となった。24時間経過後には約3倍となったが、発芽した玄そばがいくつか散見された。このことから、浸漬時間は24時間以内が適当であると考えられた（図1）。

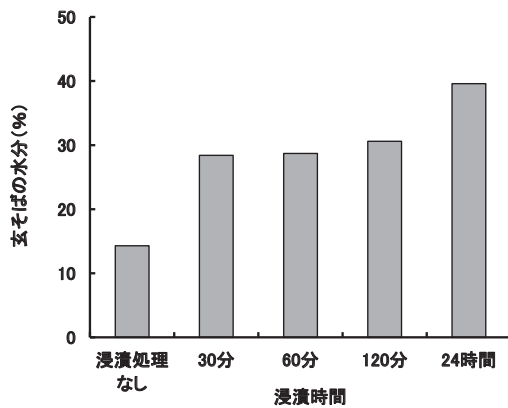


図1 浸漬時間と玄そばの水分

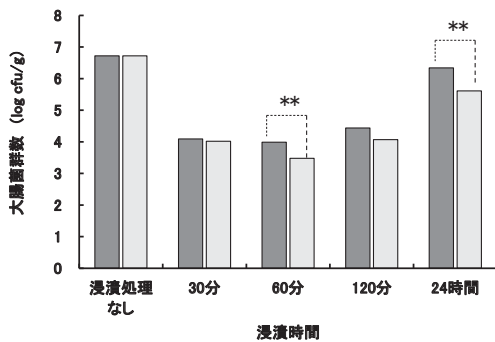
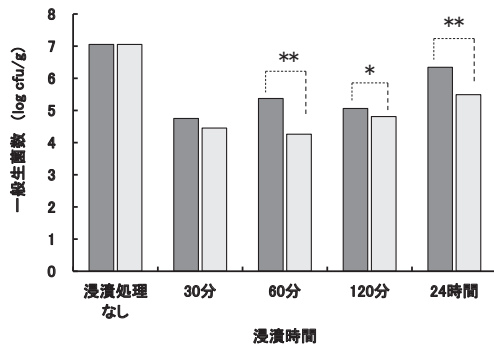


図2 浸漬処理時間と細菌数

■ 蒸留水 □ 微酸性電解水

※上：一般生菌数，下：大腸菌群数。いずれも原料換算あたりの菌数。

※統計処理は t 検定を行い，試料間の有意差は* ($p < 0.05$)，** ($p < 0.01$) で表す。

玄そばを外皮付きの状態、微酸性電解水と蒸留水を用いて、それぞれ室温 (20 ~ 25℃) にて浸漬処理 (静置) を行った。一般生菌数と大腸菌群数ともに、いずれの浸漬時間においても、浸漬処理なしの試験区よりも低減した (図 2)。最も菌数が低減した微酸性電解水60分処理と浸漬処理なしを比較すると、一般生菌数は約2.8log cfu/g、大腸菌群数は約3.2log cfu/g低減した。また、

この浸漬時間60分において、蒸留水と微酸性電解水の効果を比較すると、微酸性電解水を用いた試験区がいずれの菌数も有意に低くなった。一方で、浸漬時間が120分と24時間のそれぞれにおける細菌数は、浸漬処理なしの試験区よりは低減したものの、30分と60分よりも細菌数は多くなった。これらのことから、微酸性電解水を用いて30 ~ 60分の浸漬処理を行うことによって、玄そば中の細菌数の低減化が可能であると推察された。

2. 乾燥処理と細菌数

玄そばの用途のほとんどは粉体加工であることから、浸漬処理後の玄そばは乾燥した状態に戻す必要がある。そこで、微酸性電解水で60分間浸漬処理した玄そばを加温通風乾燥処理し、乾燥中の水分と乾燥後の細菌数により乾燥条件を検討した。収穫後の乾燥処理では常温通風が望ましいとされているが、和田らは30 ~ 40℃の加温通風でも品質には問題がないと報告している¹³⁾。浸漬処理した玄そばは収穫後に比べて遙かに水分が多いことから、常温通風ではなく、30℃の加温通風にて乾燥した。

浸漬処理をしない玄そばの水分は14.3%であり、浸漬直後の水分は29.3%であったが、時間の経過とともに乾燥が進み、120分で14.9%、180分で13.7%となり、浸漬処理前の水分に近似した (図 3)。

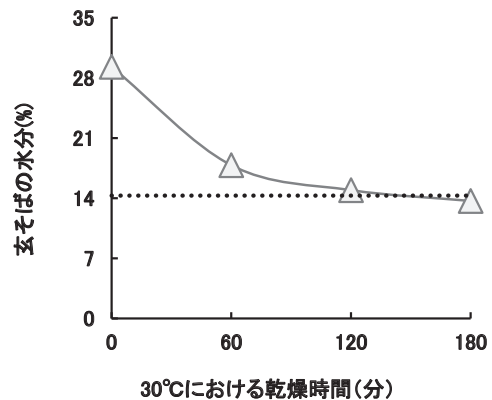


図3 乾燥時間と玄そばの水分

※点線は浸漬処理前の玄そばの水分 (14.3%)

乾燥180分の玄そばについて、一般生菌数と大腸菌群数を調べたところ、一般生菌数は5.6log cfu/g、大腸菌群数は4.2log cfu/gであった。浸漬処理なしの玄そば細菌数と比較すると、一般生菌数は約1.5log cfu/g、大腸菌群数で約2.6log cfu/gといずれも有意に低減化しており、乾燥状態でも菌数低減の効果は維持されていることが判明した (図 4)。

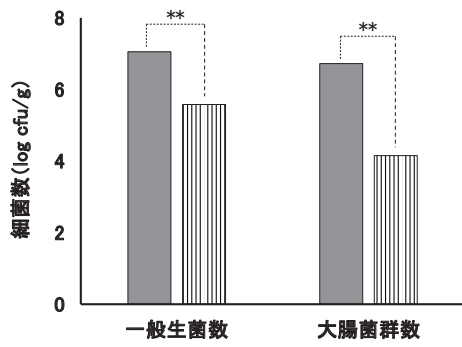


図4 乾燥後の玄そばの細菌数

■ 浸漬処理なし ▨ 60分浸漬処理あり

※統計処理はt検定を行い、試料間の有意差は** ($p < 0.01$) で表す。

3. 品質への影響

浸漬処理後の乾燥した玄そばは、微酸性電解水の浸漬中における有用成分の溶出や、その後の乾燥処理にともなう化学変化が生じている可能性がある。特に製粉して麺加工等に利用する場合には、たんぱく質の溶出や変性、粘度、粉色、香りの変化が製品の品質に大きく影響する。

そこで、浸漬処理後に乾燥した玄そばを脱皮後に製粉し、浸漬処理そば粉を調製した。このそば粉について各種分析を行った。分析結果を表3に示した。

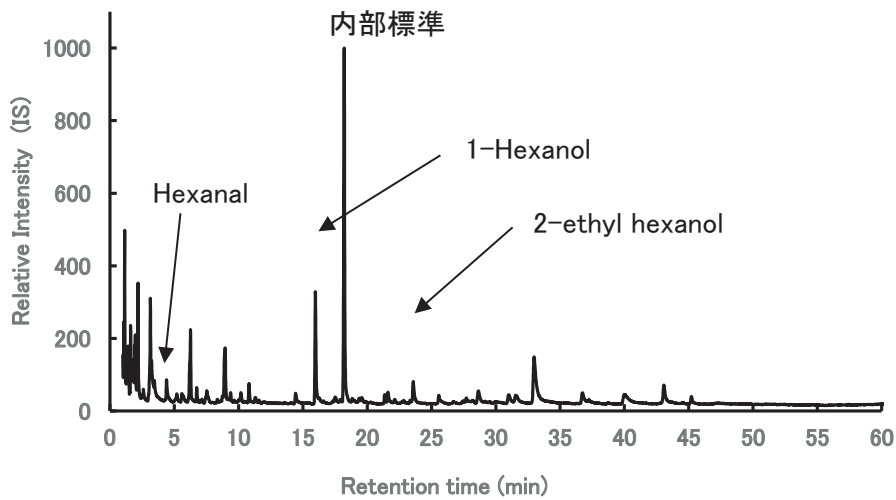
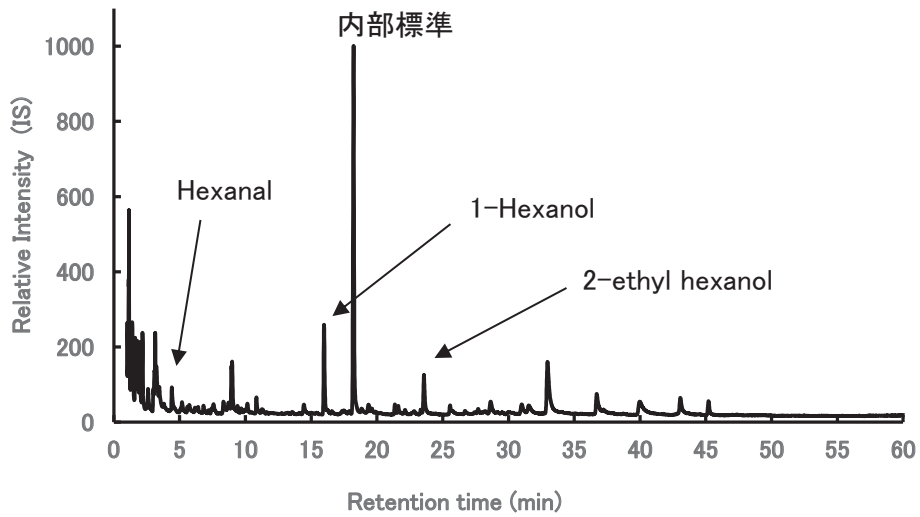


図5 そば粉の香り成分の比較

上：浸漬処理なし 下：浸漬処理あり

表3 浸漬処理後のそば粉品質の比較

	浸漬処理なし	浸漬処理あり
水分 (%)	12.9±0.0	12.2±0.0
たんぱく質量 (%)	12.8±0.2	12.7±0.1
水溶性たんぱく質量 (%)	5.1±0.5	5.4±0.7
色調 L*値	87.18±0.41	87.15±0.33
色調 a*値	0.37±0.05	0.22±0.05
色調 b*値	9.96±0.48	10.54±0.48
糊化開始温度 (°C)	69.7±0.7	69.5±0.0
最高粘度 (mPa・s)	398.7±12.2	406.7±9.4
最終粘度 (mPa・s)	638.7±12.5	654.7±5.6

※平均値±標準偏差

一般成分である水分、たんぱく質、水溶性たんぱく質のいずれもが浸漬処理ありとなしにおいてほとんど同じ値となった。特に、水溶性のたんぱく質はほぼ保持されており、浸漬液への溶出はほとんどないことがわかった。さらに、麵加工の重要な要素である粉の色、糊化特性値についても、分析値にほとんど違いは確認できなかった。これは、外皮が付いた状態の玄そばに対して浸漬処理を行ったことに加え、浸漬時間を60分という比較的短時間に押さえたことにより、成分の溶出や化学変性が抑えられたものと推察された。

そば粉の品質において最も重要視される香気成分についてGC/MSによる評価を行った。そば粉の香りの特徴を示すとされるHexanal, 1-Hexanol, 2-ethyl hexanol¹⁴⁾¹⁵⁾はほぼ同じ強度で確認されていることから、香気成分についても大きな違いは確認できなかった(図5)。以前、著者らが実施した酢酸製剤を用いた湿式処理では、製粉後のそば粉に強い酢酸臭が確認された¹⁰⁾。今回はほぼ無臭の微酸性電解水を用いたことに加え、浸漬時間を短時間に押さえたことにより、そば粉からは塩素臭などの明らかな異臭は確認されなかった。

これらのことから、微酸性電解水による浸漬処理は、玄そばの品質にはほとんど影響しないことが判明した。

要約

細菌数の多い玄そばについて、微酸性電解水を用いた浸漬処理による細菌数低減化と品質への影響について検討した。室温にて浸漬時間を30～60分行うことにより、細菌数が低減した。また、加工利用に向けて、浸漬処理後の玄そばを乾燥処理したところ、菌数低減の効果が維持されていることが確認された。さらに、製品の品質に影響する、たんぱく質、色調、糊化特性、香気成分について、浸漬処理しないものと比較したところ、ほとんど違いは確認できなかった。

これらのことから、玄そばに微酸性電解水を用いた浸漬処理を行うことにより、品質を保持したままで細菌数を低減することが可能であることが確認された。

本研究の実施にあたり、原材料の提供や多くのご助言をいただいた山加製粉株式会社代表取締役、藤沢和恵様に深く感謝いたします。

文献

- 1) 小田間多 (1991). 蕎麦, そば粉, 「新めんの本」第6版, 小田間多著, 食品産業新聞社, 東京, pp.17-20.
- 2) 栗津原理恵 (2010). ソバ食品の機能特性変化に及ぼすルチン-タンパク質相互作用の影響. 日本調理科学会誌, 43, 71-78.
- 3) 松原一美, 細川友秀 (2011). 蕎麦摂食の免疫機能に及ぼす影響について. 京都教育大学環境教育研究年報, 19, 113-123.
- 4) 宮尾茂雄, 佐藤匡 (1985). 日本そばの微生物的変敗. 東京都農業試験場研究報告, 18, 97-105.
- 5) HACCP手引き書等作成作業部会 (2018). 「生めん類のHACCPの考え方を取り入れた衛生管理のための手引き書」, 全国製麺協同組合連合会, 東京.
- 6) 塚田直 (1983). 粉粒体原料の殺菌と気流式殺菌法. ファルマシア, 19, 559-564.
- 7) 大日方洋, 金子昌二, 村松信之, 黒河内邦夫, 平沢文喜 (1998). 流動性高圧蒸気殺菌装置によるそばの殺菌. 長野県食品工業試験場研究報告, 26, 36-41.
- 8) 小野和広, 遠藤浩志, 山田純市, 庄司一郎, 五十部誠一郎 (2007). 常圧過熱水蒸気処理が生そばの保存性と食味に及ぼす影響. 日本食品科学工学会誌, 54, 320-325.
- 9) 進藤久美子, 安井明美, 大澤良, 堀田博, 鈴木東子, 金子勝芳, 鈴木健夫 (2001). 寒ざらし処理によるソバの成分変化. 日本食品科学工学会誌, 48, 449-452.
- 10) 山木一史, 佐藤理奈, 中野敦博, 太田智樹 (2009). 浸漬処理によるソバ粉細菌数の低減効果. 北海道立食品加工研究センター研究報告, 8, 51-54.
- 11) 厚生労働省医薬局食品保健部基準課 (2002). 新しい殺菌料・酸性電解水. 食と健康, 2002-4, 12-17.
- 12) 阿知波信男 (2006). 電解水の利用による食品素材の品質向上と微生物学的安全性確保に関する研究.

- 日本食品保蔵科学会誌, 32,91-99.
- 13) 和田陽介, 中川友里, 見延敏幸, 栗野遙, 天谷美都希, 久保義人 (2010). 早期収穫ソバの乾燥・調製および保持技術. 福井県農業試験場研究報告, 47,1-8.
- 14) 青木雅子, 小泉典夫, 小川玄吾, 吉崎朋三 (1981). そば粉の揮発性成分の同定とその製粉区分別のフレーバー比較. 日本食品工業学会誌, 28,476-481.
- 15) 金子昌二 (2018). 干しそばのにおい成分分析. 長野県工業技術総合センター研究報告, 13,F19-F23.