

ペクチン分解酵素を用いて製造したアシタバペーストの 性状とアイスクリームへの利用

町田真由美^{*,a}・宮森清勝^a・廣瀬理恵子^a

東京都農林総合研究センター・食品技術センター
(^a東京都立食品技術センター)

摘 要

アシタバの葉身は、0.5%重曹溶液によるブランチング、最終濃度0.05% (W/W) ペクチン分解酵素処理を伴う切碎により、細分化されたペーストとなることが明らかとなった。このようにして調製されたペーストは色調変化が少なく、滑らかであり、アイスクリームに添加利用した際、外観（色）、テクスチャー（舌触り）において高い評価が得られた。本研究の成果は、製品全体の均質化が求められる加工食品、例えばゼリーや豆腐、パスタやうどんなどの麺類への用途拡大が期待できる。

キーワード：アシタバ、ペクチン分解酵素、ペースト

東京都農林総合研究センター研究報告 6: 25-30, 2011

緒 言

近年、全国的に地産池消が奨励される中、東京都の島しょ地域で生産されるアシタバも、生鮮野菜として流通されるほかに、その利用拡大に向けて様々な取り組みが進められており、アシタバの乾燥粉末やペーストを利用した菓子や麺類などがすでに商品化されている。しかし、乾燥粉末製造には大規模な設備を必要とするために製造コストが高くなること、また、切碎したペーストは鮮やかな色を失いやすく、また舌触りが滑らかになりにくいことから、加工利用については課題が残されているのが現状である。

葉物野菜については、軟化や緑色保持のために、炭酸水素ナトリウム（重曹）溶液を用いてブランチングする方法が有効なことが知られている（調理科学研究会編, 1984；佐伯ら, 1987）。また農産物のペースト化については、風味、色調等の保持を目的として、細胞間接着物質であるペクチン質を酵素で分解する方法がハウレンソウやニンジンなどで検討されている（高橋, 1990；坂本ら,

2004）。

本研究では、アシタバの加工食品への用途拡大をはかるため、小規模な加工場でも安価で簡便に調製できる素材の開発を目指し、重曹溶液を用いたブランチングとペクチン分解酵素処理を利用した新しいアシタバペーストの調製方法とその性状について明らかにしたので報告する。

材料および方法

1. 材料

アシタバは、八丈島産の葉身部位を供試した。

2. アシタバペーストの調製方法

アシタバに存在する酵素の不活性化を目的に、葉身を20倍量の水または重曹溶液（0.1%または0.5%）でブランチング（沸騰水、30秒間）した後、流水で急冷した。次にブランチング済みの葉身に、ブランチング前の葉身の2倍量になるように水を加えて、ペクチン分解酵素（ナガセケムテックス製ペクチナーゼXP-534NEO）を最終濃度

*連絡先：mayumi-machida@food-tokyo.jp

0.05%または0.1% (W/W) となるように耐熱性袋 (NY/PE) に入れて密封してから50°Cの湯浴に1時間または2時間浸漬した。酵素処理後、試料全てをフードプロセッサ (東芝クッキングカッター CQM-62) で切碎 (10秒×3回) してから、耐熱性袋に入れて密封後、80°C、10分間加熱で酵素を失活させて酵素処理ペーストを調製した。なお、対照として、ブランチング後に酵素処理を行わず、同様に切碎、加熱処理したペーストを酵素無処理ペーストとした。

3. アシタバペーストの評価方法

調製したアシタバペーストについて、光学顕微鏡 (ニコンX2F-EFD3) による形状観察と写真撮影を行なった。また、ペーストの粒度分布は、ペーストを目開き710, 355, 150, 100, 74 μ mのふるいに順次通し、各ふるい上の固形物の乾燥重量から割合を求めた。色調は、色差計 (ミノルタ株式会社 色彩色差計CR-210) で測定し、その測定値から黄化度 ($L^* \times b^* / |a^*|$) を算出した。

4. アシタバペースト添加アイスクリームの官能検査

アシタバペースト添加アイスクリームは、都内アイスクリーム製造業者に依頼して、牛乳をベースとしたアイス100に対し、ペーストを5の割合で添加して調製した。官能検査は東京都内在学の20代前半の女子大学生40名をパネルとし、6つの評価項目について5段階評点法で実施した。評価項目「外観 (アイスの色等)」、「味」、「食べた後に口に広がる香り」、「舌触り」の評点は、とても良い (+2)、良い (+1)、ふつう (0)、良くない (-1)、全く良くない (-2) とし、「苦味」については、強く感じる (+2)、少し感じる (+1)、ちょうど良い (0)、あまり感じない (-1)、全く感じない (-2) とし、「総合的評価」については、とてもおいしい (+2)、おいしい (+1)、ふつう (0)、おいしくない (-1)、全くおいしくない (-2) とした。官能検査で得られた評点から平均値を求め、その平均値の差の両側 t 検定によって試料間の有意差を検定した。また、官能検査票には、アシタバの認知度の調査も加えた。

結果および考察

1. ペースト調製条件の検討

緑色素であるクロロフィルは、アルカリ性下で安定に存在可能であるが、酸性下では不安定となり黄褐色のフェオフィチンに変化する (木村ら, 1995) こと、葉物野菜を茹でる際に使用される重曹溶液には、緑色保持に効果がある (佐伯ら, 1987) とともに、組織を軟化させる作用がある (調理科学研究会編: 1984) ことから、重

曹添加 (0.5%) および無添加溶液を用いてアシタバをブランチングして効果を比較した。その結果、重曹無添加時に比べ、0.5%重曹添加溶液を用いた場合にアシタバはより軟化して鮮やかな緑色になり、その効果が確認できた (データ未掲載)。

つぎに、ペクチン分解酵素処理を伴う切碎により、より粒径の細かいペーストの調製方法を検討した。アシタバの緑色を保持するために、アルカリ性下での酵素処理が望ましいと考え、本研究では、至適pHが酸性領域であることが多いペクチン分解酵素のなかから、至適pHが中性から弱アルカリ性にある *Bacillus subtilis* 細菌由来のペクチン分解酵素 (ナガセケムテックスペクチナーゼ XP-534NEO) を用いることとした。

ブランチング処理 (沸騰0.5%重曹溶液, 30秒間) したアシタバの葉身に対し、ペクチン分解酵素を最終濃度0.05%または0.1%で添加して50°Cで1時間または2時間処理し、フードプロセッサで切碎したところ、1時間処理時には、いずれの酵素濃度でも酵素処理の効果が不十分であったが、2時間処理時には、酵素濃度0.05%区でも滑らかなペーストが得られた。本酵素処理 (酵素最終濃度0.05%, 50°C, 2時間) ペーストを光学顕微鏡で観察すると、葉脈と思われる部分が残るものの、細胞の損傷が抑えられており、細胞がいくつか連なったものや単細胞が多く存在していた (図1)。これに対し、酵素無処理区においては、大きな破片が多く見られ、細胞が壊れて細胞内成分が漏出している様子がより多く認められた。顕微鏡で観察した2種類のペーストについて粒度分布を測定したところ、酵素処理ペーストでは355 μ m未満の固形物が全重量の7割を占めて、4割が74 μ m未満だったが、酵素無処理ペーストでは355 μ m以上のものが7割を占めて、4割が710 μ m以上だった (図2)。

また、これらペーストの25°C保存中の色調を測定したところ、酵素無処理に比べて酵素処理ペーストは保存による黄化度の変化が少なく、黄化が抑えられる傾向が見られた (図3)。

以上の結果から、アシタバの葉身は、0.5%重曹溶液を用いたブランチングによる軟化および切碎だけでは十分に細分化されないが、ペクチン分解酵素処理 (最終酵素濃度0.05%, 50°C, 2時間) をさらに施すことで細胞同士の接着が弱まり、細胞の破壊を抑制しながら細分化できること、また、アルカリ性下でのブランチングと中性・弱アルカリ性域に至適pHを有するペクチン分解酵素を利用した処理は、アシタバの色調保持にも寄与することがわかった。

次に、アシタバペーストの色調保持について、ブランチング時の重曹濃度が及ぼす効果をさらに検討するため、

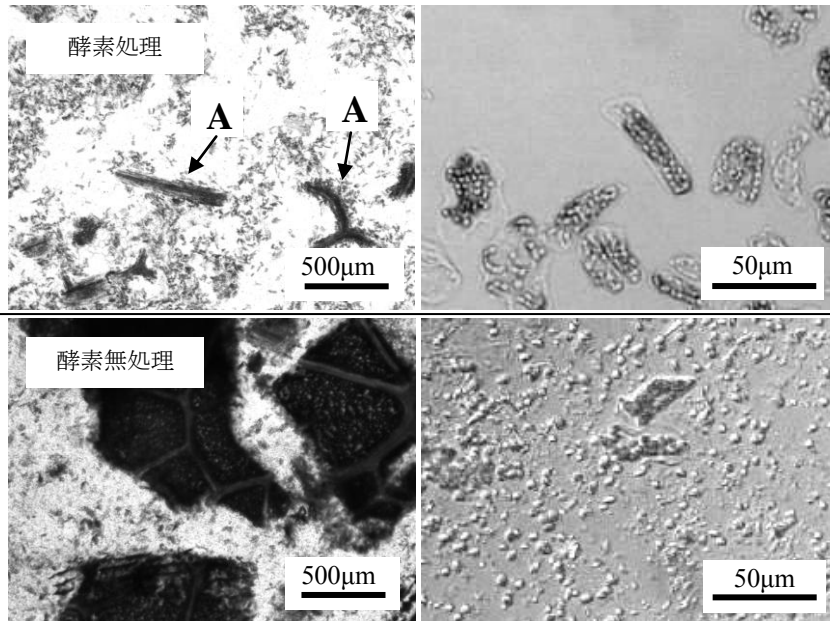


図1 ペクチン分解酵素処理の有無によるアシタバペーストの顕微鏡写真

上段：ペクチン分解酵素処理（0.05%酵素，50℃，2時間）
 葉脈と思われる部分（図中A）が残るものの葉身の破片は少ない。細胞の破壊は少なく，単細胞，いくつか連なった細胞が多く存在している。
 下段：酵素無処理
 葉身の破片が残存し，細胞状のものは認められない。細胞が破壊しており，細胞内成分が漏出している。

ブランチング条件（沸騰0.5%重曹溶液，30秒間），切碎条件（10秒×3回），再加熱（80℃，10分間）は共通

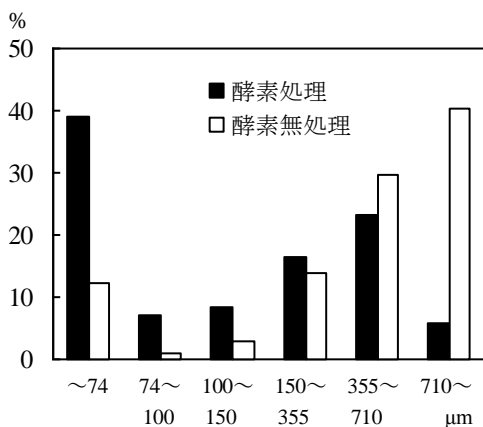


図2 ペクチン分解酵素処理の有無によるアシタバペーストの粒度分布の差異

ペクチン分解酵素処理条件：0.05%酵素，50℃，2時間
 ブランチング条件（0.5%重曹溶液，30秒間），切碎条件（10秒×3回），再加熱（80℃，10分間）は共通

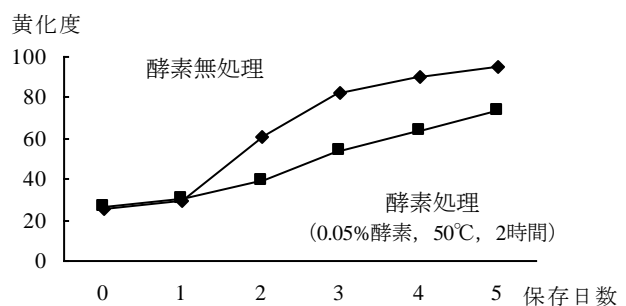


図3 ペクチン分解酵素処理の有無によるアシタバペーストの25℃保存時の色調変化

ブランチング条件（沸騰0.5%重曹溶液，30秒間），切碎条件（10秒×3回），再加熱（80℃，10分間）は共通

0, 0.1, 0.5%重曹溶液を用いてブランチング（沸騰, 30秒間）したアシタバの葉身をペクチン分解酵素処理後、切碎してペーストを調製し、5℃保存中の色調を測定した。その結果、保存開始時のペーストの色調は、重曹濃度の高い区ほどわずかに緑色が鮮やかで黄化度が低く、その傾向は保存15日目まで維持された（図4）。15日目以降、重曹無添加区と0.1%重曹添加区は次第に黄化度を増したが、0.5%重曹添加区では5℃、1ヶ月間の保存中、黄化度の変化が顕著に抑制された。このことから、0.5%重曹添加によるブランチングが保存時のアシタバペーストの色調保持に有効であると判断した。

以上より、アシタバ葉身の沸騰0.5%重曹溶液を用いたブランチング、ペクチン分解酵素処理（最終酵素濃度0.05%、50℃、2時間）、およびフードプロセッサ切碎と5℃での冷蔵保管を行なうことで、単なるブランチングと切碎の場合と比較して、より細分化され色調を長期間保持するアシタバペーストの調製が可能となった。図5に本研究により開発したアシタバペーストの調製方法を

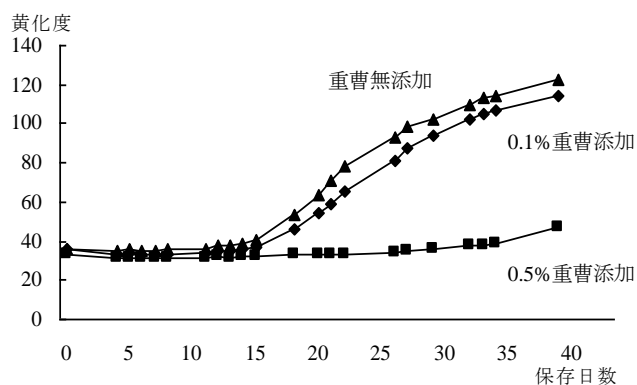


図4 重曹濃度が異なるブランチングによるアシタバペーストの5℃保存時の色調変化

ペクチン分解酵素処理条件（0.05%酵素、50℃、2時間）、切碎条件（10秒×3回）、再加熱（80℃、10分間）は共通

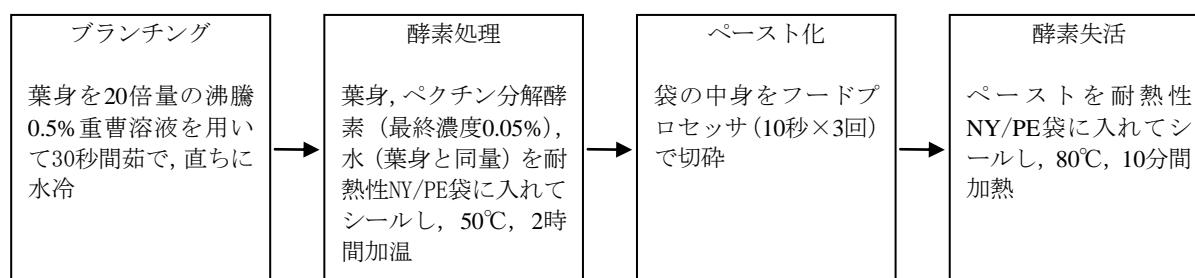


図5 開発したアシタバペーストの調製方法

示す。なお、工程の最後にペーストを再度袋に入れて加熱するのは、酵素失活並びにペーストの他品への加工に使用するまでの微生物学的な保存性を高めることを想定している。

2. アシタバペーストを用いたアイスクリームの製造と官能検査

開発したアシタバペーストの加工食品への利用について、その特長が活かされると思われるアイスクリームへの添加利用を検討した。評価は、図5に示すペクチン分解酵素処理ペーストと、比較のために酵素無処理ペーストをそれぞれ添加したアシタバアイスクリーム2種類を製造して官能検査を行った。

官能検査とともに行なったアシタバの認知度調査では、アシタバを知っているパネルは22名（55.0%）、実際にアシタバを食べたことがあるパネルは7名（17.5%）であった。なお、パネル全員がアイスクリームを好むことがわかった。

アシタバアイスクリームの官能検査の結果、酵素処理区と無処理区において、味、食べた後に口に広がる香り、苦味、総合的評価について有意な差は見られなかった（図6）。一方、外観（アイスの色等）においては、酵素処理区でアシタバペーストが均一に混ざっており、きれいなどの好意的な意見が多く、有意に良いと評価された。また、舌触りについても、酵素無処理区でアシタバが口に残る理由から好ましくないという意見があり、酵素処理ペーストを添加した方が有意に良いと評価された。

今回、アシタバペーストを添加したアイスクリームの外観とテクスチャー（舌触り）に関して、ペクチン分解酵素処理ペーストの添加区でより優れた評価が得られた。これは酵素処理でより細分化されたアシタバペーストがアイスクリーム加工工程中で均一に混ざり易いためと推察した。このことから、本研究で新たに開発したアシタバペーストはアイスクリームの他にも、製品全体の均質化が求められる加工食品、例えばゼリーや豆腐、パスタやうどんなどの麺類への用途拡大が期待できる。

謝 辞

本実験を遂行するにあたりアシタバの試料提供にご協力頂いた八丈支庁産業課，酵素をご提供頂いたナガセサンバイオ株式会社，官能検査にご教示とご協力頂いた実践女子大学生活科学部食生活科学科数野千恵子教授並びに学生の皆様に感謝の意を表します。

引用文献

木村 進・中林敏郎・加藤博通（1995）食品の変色の化学．光琳，東京．pp. 159-185.
 佐伯俊子・丸山悦子・中西洋子・梶田武敏（1987）緑葉クロロフィルの熱安定性に関する研究—ホーレン草および柿葉について—．調理科学20：125-129.
 坂本宏司・石原理子・柴田賢哉・井上敦彦（2004）凍結減圧含浸による植物組織の軟化および単細胞化．日食科工51：395-400.
 高橋 慧（1990）単細胞化植物含有食品の製造方法．食品と科学32（5）：96-107.
 調理科学研究会編（1984）調理科学．光生館，東京．pp. 349-359.

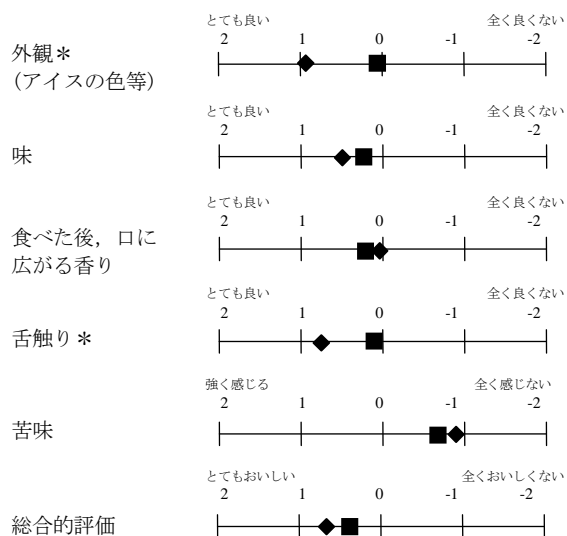


図6 アシタバペースト添加アイスクリームの官能検査結果

◆：酵素処理 ■：酵素無処理

パネル40名による5段階評点法で得られた値から平均値を示す。両側 t 検定により試料間の有意差を検定した。

*危険率1%で有意差あり

Properties of Ashitaba paste prepared by pectinase treatments and its application in ice cream

Mayumi Machida^{*,a}, Kiyokatsu Miyamori^a and Rieko Hirose^a

Food Technology Research Center, Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Center
(^aTokyo Metropolitan Food Technology Research Center)

Keywords: Ashitaba, Pectinase, Paste

Bulletin of Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Center, 6: 25-30, 2011

*Corresponding author: mayumi-machida @food-tokyo.jp