

シマグワ果実の有効利用に関する研究

鎌田靖弘、紀元智恵*1、比嘉賢一

県産シマグワ果実の有効利用を目的に、シマグワ果実のアントシアニンや機能性、乾燥法に関する研究を行った。その結果、一部のシマグワ果実中の総アントシアニン量はブルベリーより多く、その主成分はシアニジン-3-グルコシドとシアニジン-3-ルチノシドであることが分かった。また、シマグワ果実中のアントシアニンは、光や熱に対して弱く、果実乾燥物よりも果汁の方がより影響を受けやすいことが分かった。機能性については、タンパク質糖化反応抑制活性を有していることが明らかとなった。県産シマグワ果実の搾汁残渣を用いた異なる乾燥法の検討では、有効成分のアントシアニンをできるだけ保持させるためには、温度は40～65℃による乾燥が適していることが分かった。

1 緒言

クワはクワ科クワ属の総称名で、主な種類としてログワ (*Morus lhou*) やヤマグワ (*Morus bombycis*) 等があり、落葉性の高木で初夏に実をつけ、古くから葉は養蚕に、実は食用に、根皮は生薬に、木は工芸に利用されてきた。沖縄県内で栽培されているクワの品種は、シマグワ (*Morus australis*) といい、国内では主に琉球諸島周辺のみ分布し、お茶等に利用する葉の収穫期が長いのが特徴の一つである

これまで当センターでは、浦添市や公益社団法人浦添市シルバー人材センターに技術協力し、クワ葉の茶およびパウダー、更には顆粒製品の開発支援を行ってきた。同時に、浦添市伊奈武瀬にある、これら製品の加工を行う「サン・シルク」の加工場建設において、製造工程に沿ったライン構築と加工室のレイアウトや処理量に合った加工機の選定、食品衛生の観点から、ヒトとモノの動線に関する注意や衛生管理区域の意識付けについてアドバイスしてきた。

現在、「浦添ていだ桑茶（焙煎タイプ）」と「浦添ていだ桑茶（パウダータイプ）」、パウダータイプを顆粒化した「GREEN SKY」の3製品が商品化されている。

シマグワの葉は多く利用される一方で、果実はあまり利用が進んでいない。しかし、シマグワの果実はスイーツや飲料の材料として食品加工業者から要望が多い素材であり、浦添市でも平成24年からシマグワの果実栽培が始まり、生産量を増やしている。シマグワ果実を用途拡大していく上で、付加価値となる保健機能に関する機能性情報は重要であり、クワ（ログワ、ヤマグワ）に関する先行研究では、クワの果実にはアントシアニンの中でも、シアニジン(以下 Cy と略す)-3-グルコシドや Cy-3-ルチノシドが含まれていると報告されている¹⁾が、詳細は殆どわかっていない。

そこで本研究は、シマグワによる産業育成及び地域振興を目的に、シマグワ果実の総アントシアニン量や、機能性評価、アントシアニンの光や熱に対する安定性、搾汁残渣の乾燥条件の検討を行った。

2 実験方法

2-1 実験に供した試料

実験に用いた果実の品種とシマグワの系統、および入手先を表1に示す。計15サンプル（県産のシマグワ7サンプル、県外産クワの実3サンプル、国内産ブルベリー1サンプル、県産シマグワ果汁4サンプル）を実験に供した。

2-2 試料の調製

シマグワ7サンプル、県外産クワの実3サンプルおよび国内産ブルベリーの計11サンプル（図1）は、冷凍物を凍結乾燥機（(株)宝製作所：TF10-50ATN）にて乾燥後、直ちにアルミ袋に入れ冷蔵保存し、実験前に必要量を室温に戻し、乾式ミルにて粉砕し実験に供した。

県産シマグワ果汁4サンプルは、(公社)浦添市シルバー人材センター養蚕事業所にて、固液分離可能な搾汁機（スクリー脱水機 RSD-250S：(株)リーイング製）を使用して搾汁した後、ろ布（40メッシュ）で濾過して調製した試料を冷凍果汁とした。搾汁率は伊祖21が63%、宮古島（沢宮+西原宮古混合）が61%、沢宮（沢岬宮古島）が61%、西池（西原池間島）が65%であった。

搾汁残渣は、宮古島を主とした混合系統からの冷凍残渣を(公社)浦添市シルバー人材センター養蚕事業所から入手し、実験に供した。

*1 環境部自然保護課

表1 試料の品種・シマグワの系統と入手先

種類	品種・系統（シマグワ）	入手先
1	西原池間	(公社) 浦添市 シルバー人材セ ンター養蚕事業 所
2	西原宮古	
3	伊祖21	
4	宮古島	
5	N0.21	
6	宮古島4倍体	
7	池間	
8	五十嵐文一： 戸沢在来種 (本土の蚕用標準系統)	ゆうきの里東和
9	カタネオ (ホップベリー混合物)	
10	J190603 (ララベリー)	
11	国内産 ブルーベリー	だいわブルー園
12	果汁：伊祖21 ^{**}	(公社) 浦添市 シルバー人材セ ンター養蚕事業 所
13	果汁：沢宮 ^{***} (沢岬宮古)	
14	果汁：宮古島 ^{****} (西宮+沢宮)	
15	果汁：西池 ^{*****} (西原池間島)	

*：浦添市伊祖の畑で採れたNo.21という名の系統

**：沢宮（沢岬宮古島）は浦添市沢岬の畑で採れた宮古島と言う名前の系統

***：浦添市西原及び浦添市沢岬の畑で採れた宮古島と言う名前の系統

****：浦添市西原の畑で採れた池間島と言う名前の系統



図1 県産シマグワ、県外産クワおよび国内産ブルーベリーの凍結乾燥物の写真

2-3 水分および水分活性測定

水分の測定は加熱乾燥式水分計（ML-50：(株) A&D）を用いた。測定条件は、試料重量 2.5 g、温度 110℃、終了条件 0.2%/min で行った。水分活性（以下 Aw と称す）は、水分活性測定装置（LabSwift-Aw：ノバシーナ社）を用いて測定した。

2-4 総アントシアニン量の定量分析

総アントシアニン量の定量分析は、沖らの方法²⁾を改変して行った。抽出は、凍結乾燥した各果実を乾式ミルにて適宜粉砕させた粉末 0.2 g に、5%ギ酸を 30 mL 加えて 30 分攪拌抽出後、ろ過（ADVANTEC 社 No5C）した。ろ液を 5%ギ酸にて 10 倍希釈し測定に供した。測定は、530 nm の吸光度を測定し、Cy-3-グルコシド（長良サイエンス(株)）換算で総アントシアニン量を求めた。得られた総アントシアニン量は水分補正を行った。

2-5 Cy-3-グルコシドおよび Cy-3-ルチノシド含量の定量分析

測定用のサンプル調製は、2-4 と同じ方法で行った。分析は超高速液体クロマトグラフ（UPLC H-Class：Waters Corp.）、質量分析計（SQD：Waters Corp.）を用いた。

分析条件は、以下の通りに行った。

カラム：ACQUITY BEH C₁₈, 2.1×50 mm i.d. (Waters Corp.)、カラム温度：40℃、コーン電圧：50 V、キャピラリー電圧：3.0 kV、SIR ES+：595 m/z、449 m/z、溶離液；A 液：1%ギ酸、B 液：アセトニトリル、グラジエント分析（B：5%→40%：2.27分）。

Cy-3-グルコシド、Cy-3-ルチノシドの標準試薬を用いて、ピーク面積より検量線を作成し、サンプル中の Cy-3-グルコシド及び Cy-3-ルチノシドの濃度を求めた。

2-6 タンパク質糖化反応抑制活性

凍凍果汁は室温に戻し、遠心分離（10,000 rpm、10 分）後の上清を試験に供した。凍結乾燥試料は、実験直前に粉砕し、粉末 3 g に蒸留水 30 mL を加えて振とう抽出（150 回/min、30 分）を行い、遠心分離（10,000 rpm、10 分）後の上清を試験に供した。いずれの試料も上清 1 mL 中の固形分濃度を測定するために、遠心エバポレーターで乾固させ重量測定した。

活性測定は Matsuura らの方法³⁾を改変して行った。PBS(-)溶液に溶解した 50 mg/mL の牛血清アルブミン 25 μL、PBS(-)溶液に溶解した 1.7 M ブドウ糖溶液 75 μL、蒸留水または試料溶液 25 μL を 200 μL の PCR チューブに入れ、60℃で 3 日間静置反応した。各サンプルのブランクは冷凍保存で 3 日間静置反応した。終濃度 1 mM の

アミノグアニジンを添加した場合についても同様の試験を行い陽性対照とした。反応後、各チューブの溶液 50 μL を蛍光測定用の 96 穴マイクロプレートに移し、マイクロプレートリーダーにて、蛍光強度（励起波長 Ex : 360 nm、蛍光波長 Em : 460 nm）を測定した。

結果は、糖化を 50% 阻害する濃度 (IC₅₀, mg/mL) として求めた。段階的に同一溶媒で希釈したサンプルを用いて活性試験を行い、Matsuura らの方法よりタンパク質糖化反応抑制率 (%) を算出し、糖化を 50% 阻害する濃度 (mg/mL) を求め、これに各抽出液の固形分濃度 (mg/mL) を乗じた。

抑制率 (%) = $[1 - (F_{\text{sample}} - F_{\text{blank}}) / (F_{\text{control}} - F_{\text{blank}})] \times 100$

F_{sample} : 試料溶液を添加した反応混合物の蛍光強度

F_{control} : 試料溶液と同一の溶媒 (水) を添加した反応混合物の蛍光強度

F_{blank} : 試料溶液と同一の溶媒 (水) を添加し、反応させずに凍結保存した混合物の蛍光強度

2-7 県産シマグワ乾燥抽出液および乾燥物を用いた色 (アントシアニン) の安定性試験

液体での安定性試験は、凍結乾燥粉砕物 0.2 g に、水または 0.2 M マッキルペイン緩衝液 (pH 3.0) 30 mL を各々入れて振とう抽出 (150 回/min、30 分) を行った後、遠心分離 (10,000 rpm、10 分) 後の上清を試験に供した。8 連 PCR チューブ 2 本の上部 6 穴 (計 12 穴) に、試料を各々 3 穴 (n = 3) ずつ 150 μL 入れ、4 条件 (25°C 点灯 (156.6 LUX)、25°C 暗室、40°C 暗室、70°C 暗室) で静置し、経日的 (0、1、3、7、14、33 および 60 日目) に取り出し、遠心分離 (10,000 rpm、20 分) 後の上清を測定に供した。

乾燥粉末での安定性試験は、50 mL チューブに各々 0.2 g ずつ入れ、4 条件 (25°C 点灯、25°C 暗室、40°C 暗室、70°C 暗室) で静置し、経日的 (0、1、3、7、14、33 および 60 日目) に取り出す。その後、5% ギ酸 30 mL を入れて 0.2 g/30 mL とし、振とう抽出 (150 回/min、30 分) を行った後、遠心分離 (10,000 rpm、10 分) 後の上清を測定に供した。

各試験で得られた上清 100 μL をマイクロプレートリーダーにて 530 nm の吸光度を測定し、0 日の吸光度を 100% とした場合の 100 分率をアントシアニン残存率とした。

2-8 乾燥試験法

入手した搾汁残渣 1 袋分 (2.8 kg) を解凍・混合して実験に供した。繰り返し回数は 3 回とした。

縦 8.5 cm、横 13 cm、高さ 2 cm のトレーに、解凍した搾汁残渣 100 g ずつを、できるだけ均一に厚み 1.5 cm になるように分注し、凍結乾燥および熱風乾燥の試験に供した。凍結乾燥機 (FDU-2000、東京理科器械 (株)) にて、真空度は 10 Pa 以下で 48 時間 (h) の凍結乾燥を行った。熱風乾燥では、熱風循環乾燥機 (GT-150 型 : アルプ (株) 製) にて、70°C の 8 h、16 h、24 h、80°C の 8 h、16 h の経時的变化を検討した。温風乾燥は 65°C、26 h で行った。減圧乾燥は、解凍した搾汁残渣を 9 個の蓋付アルミ皿 (直径 5 cm、深さ 3 cm) に 20 g ずつ、できるだけ均一に厚み 2 cm になるように分注し、真空乾燥機 (VR-320 : ADVANTEC 製) にて、真空度 10 Pa 以下、40°C で 8 h、16 h、24 h の経時的なサンプリングを行った。最後に、ドラム式乾燥は 152°C (0.5 Mpa)、ドラム回転速度 20 Hz、時間 1 分以内の乾燥後、仕上げ乾燥として棚式乾燥機にて 70°C、12 h 乾燥後に粉末化した。

3 実験結果および考察

3-1 系統別果実中の総アントシアニン量の定量分析

各果実 (県産シマグワ 7 サンプル、県外産クワ 3 サンプルおよび国内産ブルーベリー) の総アントシアニン量を図 2 に示す。県産シマグワでは、総アントシアニン量が 0.18 mg/g (乾燥重量) から 28.89 mg/g (乾燥重量) と 160 倍の個体差があった。県産シマグワでは西原宮古、宮古島および宮古島 4 倍体で、県外産は 3 種類ともブルーベリーより総アントシアニン量が多かった。

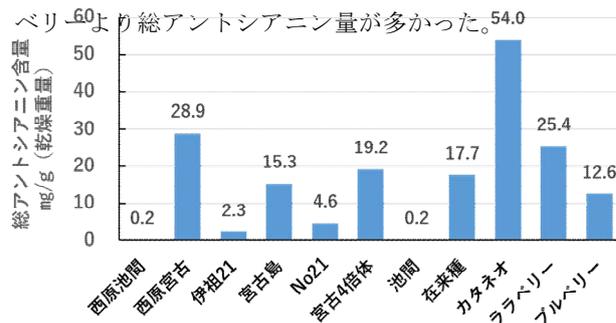


図 2 クワ果実中の総アントシアニン量

3-2 Cy-3-グルコシドおよび Cy-3-ルチノシド含量の定量分析

Cy-3-グルコシドと Cy-3-ルチノシドの分析結果を表 2 に示す。両成分が定量できたのは、西原宮古、宮古島、宮古島 4 倍体、カタネオ、ララベリーであった。在来種は、Cy-3-グルコシドのみが定量できた。西原池間、池間、伊祖 21 およびブルーベリーでは検出限界以下であっ

た。

Cy-3-グルコシド、Cy-3-ルチノシドが定量できた県産シマグワ 4 サンプルおよび県外産クワ 3 サンプルに含まれる Cy-3-グルコシドおよび Cy-3-ルチノシドの総量と総アントシアニン量には、正の相関が見られた (図 3)。

このことから、シマグワおよび県外産クワにおけるアントシアニンの主成分は Cy-3-グルコシドおよび Cy-3-ルチノシドと推察され、ブルーベリー中のアントシアニンの主成分はこの 2 成分以外ということが推察できた。この事は、Tao Wu¹⁾らの報告と一致する。

表 2 クワ果実中の Cy-3-グルコシドおよび Cy-3-ルチノシド含有量

	Cy-3-グルコシド含有量 (mg/g)	Cy-3-ルチノシド含有量 (mg/g)	Cy類合計量 (mg/g)
西原池間	N.D.	N.D.	N.D.
西原宮古	13.40	13.30	26.70
伊祖21	N.D.	N.D.	N.D.
宮古島	7.35	8.05	15.40
No21	N.D.	0.95	0.95
宮古島4倍体	9.35	7.95	17.30
池間	N.D.	N.D.	N.D.
在来種	9.60	N.D.	9.60
カタネオ	34.00	30.00	64.00
ララベリー	14.40	7.20	21.60

N.D.とは検出限界以下を意味する

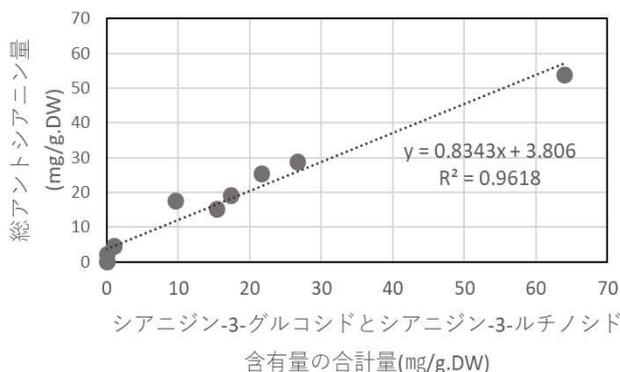


図 3 クワ果実中の Cy-3-グルコシドと Cy-3-ルチノシドの含有量と総アントシアニン量との関係

3-3 タンパク質糖化反応抑制活性

八木らは、老化危険因子の一つである糖化ストレスが現れた病態が糖尿病であり、糖尿病の合併症や皮膚老化には、組織中に糖化最終生成物 (AGEs) が大量蓄積すると報告している⁴⁾ このため、健康食品や化粧品の分野ではアンチエイジング機能の一つとして「抗糖化」を

キーワードとした製品が注目されている。また、ブルーベリー果皮残渣には、果肉や果実全体と比べて高い抗糖化活性があるとの報告がある⁵⁾。

そこで、本研究でもクワ果実のタンパク質糖化反応抑制活性を調べた。その結果、濃度依存的にタンパク質糖化反応抑制活性を示したため、本活性の IC₅₀ を求めた (図 4)。県産シマグワでは、西原池間、宮古および伊祖21の活性が高く、IC₅₀はそれぞれ0.35 mg/mL、0.37 mg/mL、0.43 mg/mLであり、ブルーベリーの IC₅₀ (0.53 mg/mL) より高い活性を示した。総アントシアニン量の最も高かった県外産クワのカタネオの IC₅₀は0.89 mg/mLであった。Cy-3-グルコシドとCy-3-ルチノシドは強い活性を示したが、総アントシアニン量が高いカタネオよりも総アントシアニン量が低い西原池間や伊祖21の方で活性が高かった。

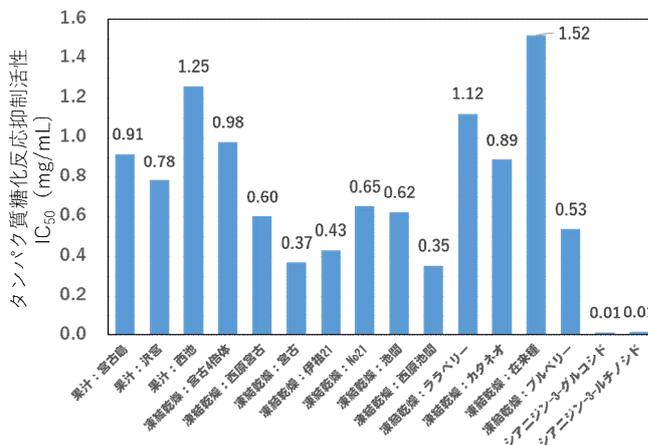


図 4 クワ果実のタンパク質糖化反応抑制活性 (IC₅₀)

そこで、果汁を除くクワ果実 10 サンプル中のタンパク質糖化反応抑制活性と総アントシアニン量の関係性を調べた結果、図 5 に示す散布図のように、両者の相関係数は R² = 0.16 であり、関係性は認められなかった。

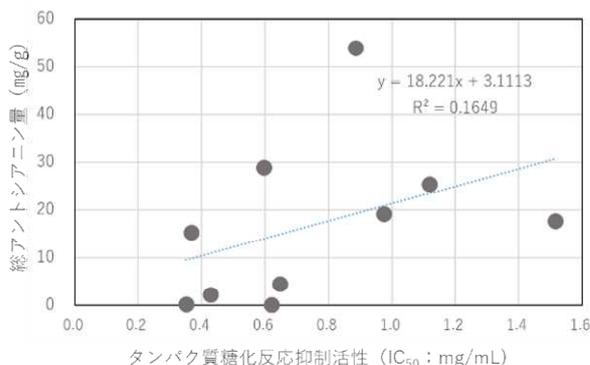


図 5 クワ果実におけるタンパク質糖化反応抑制活性 (IC₅₀) と総アントシアニン量の関係

以上の結果より、県産シマグワはタンパク質糖化反応抑制活性を有し、県外産クワおよびブルーベリーより活性が高い系統があることが分かった。また、県産シマグワの本活性の主成分はアントシアニン（Cy-3-グルコシドおよび Cy-3-ルチノシド）以外の成分であることが推察された。

3-4 県産シマグワ乾燥物および抽出液を用いた熱および光に対するアントシアニンの安定性試験

3-4-1 抽出液でのアントシアニンの安定性

アントシアニンは光、熱および pH により、その色合いが変化する。そこで、抽出条件の違いが安定性に影響を及ぼすことも考え、総アントシアニン量が高かったシマグワ凍結乾燥物（西原宮古）を用いて、水と pH 3.0 緩衝液の 2 種類で抽出し、抽出液および乾燥粉末の熱および光に対するアントシアニンの安定性試験を行った。

水および pH 3.0 緩衝液で抽出した場合の 530 nm の吸光度は各々 0.392 と 0.826 となり、酸性下の方がアントシアニンは抽出されやすかった。

試験開始 33 日目のサンプルの状態を図 6 に示す。アントシアニンの赤色を指標に判断すると、25℃暗室が最も安定で、25℃点灯より 40℃暗室の方がより安定であることが推察された。水抽出液での試験結果を図 7 に、緩衝液（pH 3.0）抽出液での試験結果を図 8 に示す。いずれも 0 日時のアントシアニン残存率と比較して、経時的に低下していくことが示された。低下の程度は、70℃暗室が最も顕著で、3 日目ですべて 40%以下となった。また光に対する影響も大きく、60 日目では、25℃暗室と比較して、25℃点灯の方が 25%以上も低下することが分かった。光に対する影響と熱（温度）に対する影響では、60 日目の 40℃暗室と比較して、25℃点灯の方が 10~30%低下することも分かった。以上の結果より、シマグワ抽出液中のアントシアニンは、光や熱に対して弱く、液体保存では光による劣化も大きいと推察できた。

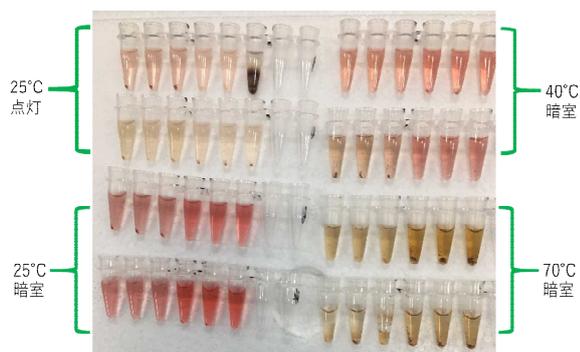


図 6 熱および光に対する安定性試験開始 33 日目の液体中でのアントシアニンの状態

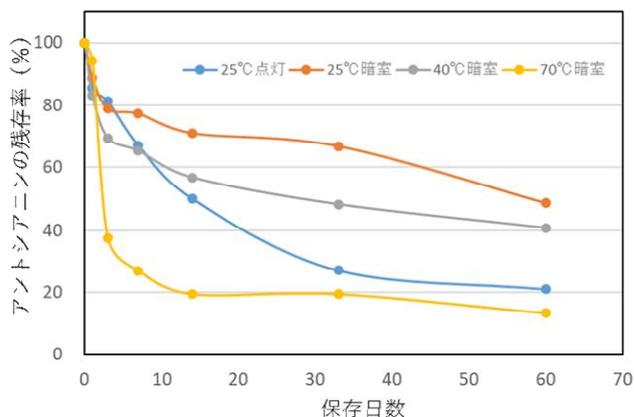


図 7 西原宮古（水）の安定性試験

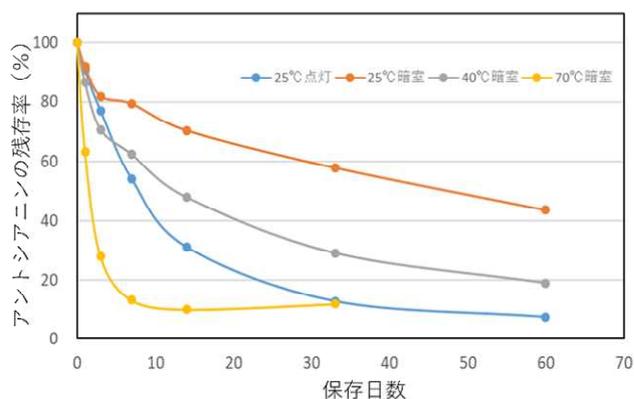


図 8 西原宮古（pH3.0）の安定性試験

3-4-2 粉体でのアントシアニンの安定性

総アントシアニン量が高かったシマグワ果実（西原宮古）の凍結乾燥粉末を用いたアントシアニンの安定性試験を行った。結果を図 9 に示す。液体での結果と同様に、いずれの条件でも 0 日時のアントシアニン残存率と比較して、経時的に低下していくことが示された。70℃暗室が最も顕著で、3 日目ですべて 40%以下となり、液体での試験結果と一致していた。またアントシアニン残存率に対する光の影響は、60 日目の 25℃暗室と比較して、25℃点灯の方が低下していた。一方で、熱（温度）に対する影響は、60 日目の 25℃暗室と比較して、40℃暗室の方が約 25%低下した。

以上の結果より、シマグワ果実の乾燥粉末におけるアントシアニンも、光や熱に対しては弱く、光よりも熱の方が影響を受けやすいと考えられた。一方、液体よりも粉体の方がアントシアニンは安定で、暗室で 25℃以下であれば、90%は 60 日間保持されることが推察された。

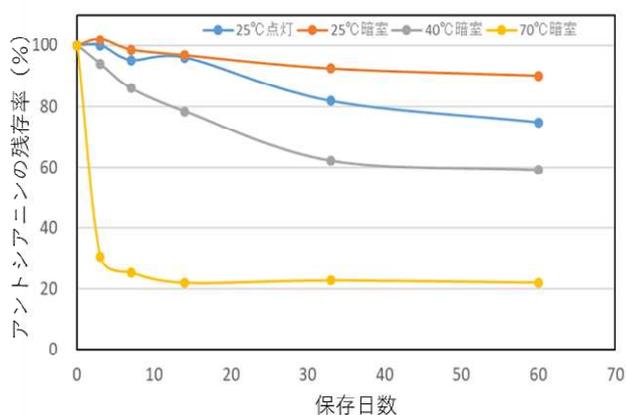


図9 凍結乾燥粉末の安定性試験

3-5 シマグワ果実の搾汁残渣の乾燥条件の検討

一般的な乾燥品の製品規格は、水分5%以下、水分活性0.5以下が多い。そこで、本研究の乾燥終点も水分5%「以下、水分活性0.5以下とした。

48 h 凍結乾燥後の水分は3.3%、水分活性は0.074であった。70°Cの熱風乾燥後の水分と水分活性の変動を図10に示す。70°C、8 h 乾燥では乾燥不十分で、70°C、16 h 乾燥以上で乾燥域に達していた。データには示さないが、80°C、8 h 乾燥では、水分および水分活性の平均値は乾燥域にあったが、標準偏差が大きいことから、乾燥ムラが生じていると推察された。それゆえ、80°C乾燥時でも乾燥時間は16 hと判断した。一方、80°Cの乾燥物は焦げ臭が認められた。

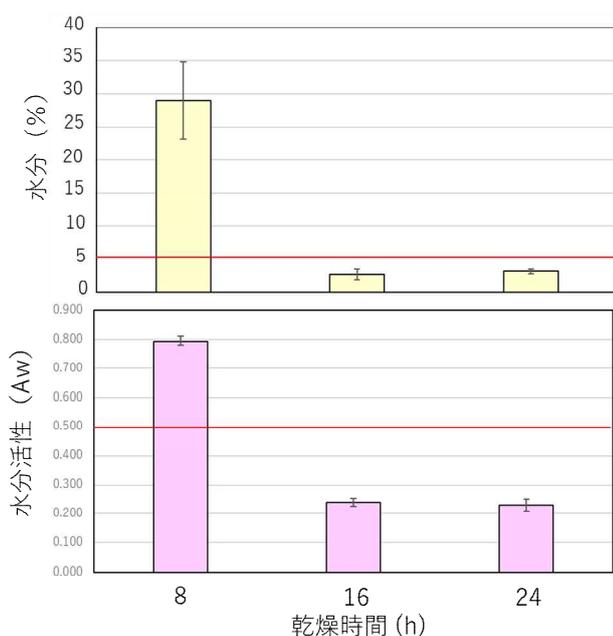


図10 70°C熱風乾燥試験後の水分・水分活性

温風乾燥 (65°C、26 h 乾燥) 中の水分は4.7%、水分活性は0.37で乾燥域に達していた。また、ドラム式乾燥 (152°C (0.5 Mpa)、ドラム回転速度 20 Hz(20.7 s)、乾燥時間 1分以内) 後、熱風乾燥 (70°C、約 12 h) にて仕上げ乾燥した場合の水分は2.7%、水分活性は0.24で、乾燥域に達していた。仕上げ乾燥時間の妥当性は今後の課題となった。

40°C減圧乾燥後の水分と水分活性を図11に示す。8 hでは乾燥不十分、16 hでの水分活性は0.5以下、水分は5%以上であった。24 h後でも水分は規格値ボーダーラインの5.0%であったことから、40°Cの減圧乾燥法では24 h以上の乾燥時間が必要と示唆された。

以上の結果より、シマグワ果実の搾汁残渣をムラなく乾燥するためには、70°C熱風乾燥では16 h以上を要すること、40°C減圧乾燥では24 h以上要することが分かった。

今回の試験では、乾燥時の原料の厚みが熱風乾燥時で1.5 cm、減圧乾燥時で2 cmと異なり、容器やサンプル重量も異なる。また、各乾燥機の能力に対する乾燥物量も合わせてはいないため、単純比較はできないことから、乾燥効率の検討は今後の課題となる。

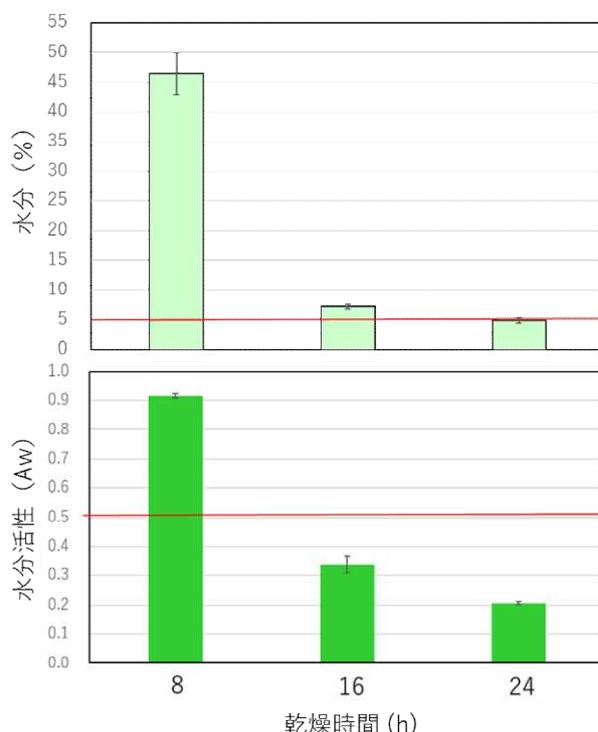


図11 40°Cにおける減圧乾燥試験後の水分・水分活性

3-6 各乾燥試験後のアントシアニン含量

各試験の総アントシアニン量を図12に示す。凍結乾燥物中の総アントシアニン量が最も高く36 mg/g (Dry

Weight : 以下 D.W.) であった。それに対し、70°Cおよび80°Cの熱風乾燥では、20~25 mg/g (D.W.) となり、いずれの場合でも凍結乾燥よりも30~50%低い値となった。また、ドラム式乾燥後、熱風乾燥(70°C、12 h)した場合も約50%の減少となった。

一方、40°C減圧乾燥や温風乾燥(65°C、26 h)では11~16%の減少に留まった。40°C減圧乾燥では、経時的に総アントシアニン量が増加していたが、これは水分による粉砕物の大きさが異なったことで、抽出効率が低下したためと考えられた。

以上の結果から、シマグワ果実中のアントシアニンは、3-4の結果と同様に、乾燥温度の影響を受け、できるだけ保持させるためには、温度は40~65°C程度での乾燥が適していることが分かった。

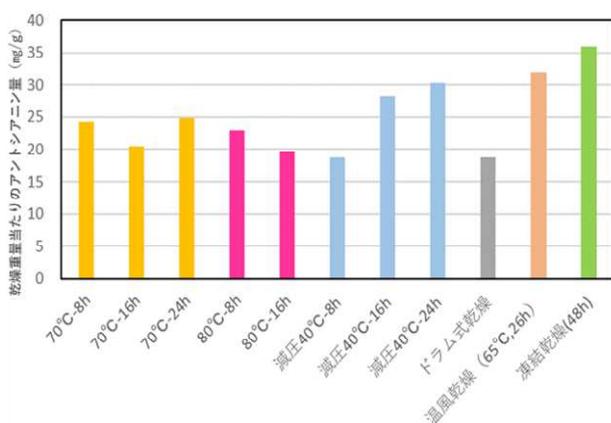


図 12 各乾燥条件での乾燥重量当たりのアントシアニン量 (mg/g)

4 まとめ

本研究により以下のことを明らかにした。

- ① 県産シマグワはアントシアニンを有し、その含有量は0.18~28.89 (mg/gD.W.) であった。県産シマグワの一部および県外産クワでは、ブルベリーより総アントシアニン量が多かった。
- ② 県産シマグワおよび県外産クワにおけるアントシアニンの主成分は、Cy-3-グルコシドおよびCy-3-ルチノシドであり、ブルベリー中のアントシアニンの主成分とは異なっていた。
- ③ 県産シマグワはタンパク質糖化反応抑制活性を有し、シマグワの種類によっては県外産クワおよびブルベリーより活性が高い活性を示した。また、県産シマグワの本活性成分はアントシアニン (Cy-3-グルコシドおよびCy-3-ルチノシド) 以外の成分であることが推察された。

④ シマグワ中のアントシアニンは、光や熱に対して弱く、乾燥物よりも液体の方がより影響を受けやすいことが分かった。また、乾燥物では光よりも熱の方が影響を受けやすいと考えられた。

⑤ シマグワ果実の搾汁残渣をムラなく熱風乾燥するためには、16 h 以上を要することが分かった。有効成分のアントシアニンをできるだけ保持させるためには、温度は40~65°C程度での乾燥が適していることが分かった。

5 謝辞

本研究を遂行するに当たり、系統別のシマグワ果実・果汁および搾汁残渣を提供して頂いた公益社団法人浦添市シルバー人材センター、65°C、26 h の温風乾燥を行って頂いたカタリスト琉球株式会社、ドラム式乾燥とその後の仕上げ乾燥・粉砕を行って頂いたオキナワパウダーフーズ株式会社に深くお礼申し上げます。

本研究は、令和2~3年度に独立行政法人国立高等専門学校機構沖縄工業高等専門学校からの受託研究事業「シマグワの葉及び果実の有効利用に関する研究(2020技015)」として実施した。

6 参考文献

- 1) Tao Wu, Qiong Tang, Zichun Gao, Zhuoping Yu, Haizhao Song, Xiaodong Zheng, Wei Chen.; Blueberry and Mulberry Juice Prevent Obesity Development in C57BL/6 Mice.; *PLOS ONE*, October 2013, Volume 8, Issue 10, e77585,
- 2) 沖智之, 澤井祐典, 古川(佐藤)麻紀, 須田 郁夫; 紫黒米・黒大豆中の総アントシアニンの pH differential 法による定量とその試験所間比較による妥当性確認; *BUNSEKI KAGAKU*, 2011, Vol.60, No.10, pp 819-824.
- 3) Matsuura, N.; Aradate, T.; Sasaki, C.; Kojima, H.; Ohara, M.; Hasegawa, J.; Ubukata, M. Screening System for the Maillard Reaction Inhibitor from Natural Product Extracts, *Journal of Health Science*, 2002, 48 (6), 520-526.
- 4) 八木雅之、高部稚子、石崎香、米井嘉一; 糖化ストレスと抗糖化作用の評価(総説); *オレオサイエンス* 第18巻, 第2号, 67, pp.17-23, (2018)
- 5) 宮下一真; ブルベリーに含まれるアントシアニンと抗糖化活性の関係性評価; 法政大学大学院紀要 理工学・工学研究科編 Vol.61, pp.1-3

Study on effective use of *Morus australis* fruits

Yasuhiro KAMADA, Chie NORIMOTO*¹, Kenichi HIGA

Okinawa Industrial Technology Center

*¹Okinawa Industrial Technology Center (currently Nature Conservation Division, Okinawa Prefectural Government)

To effectively use *Morus australis* fruits produced in the prefecture, studies on anthocyanins, functionality, and drying method of *Morus australis* fruits were conducted. The studies found that some *Morus australis* fruits had a higher total content of anthocyanins than blueberries, and cyanidin-3-glucoside and cyanidin-3-rutinoside were the major components of anthocyanins. In addition, anthocyanins in *Morus australis* fruits were found to be susceptible to light and heat, with fruit juice having a higher susceptibility than dried fruits. For functionality, *Morus australis* fruits were shown to have inhibitory activity against protein glycation. A study on different methods of drying using residual substances from juice production showed that drying at temperatures from 40 °C to 65 °C was appropriate for retaining the active ingredient anthocyanin to the extent possible.

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターにご連絡ください。