

TECHNORIDGE

2017 315



特集

地域資源の新たな利用法への挑戦

TECHNORIDGE

2017 315



目次

巻頭言	2
「フードサイエンスの視点」に基づく ウメ新品種の用途開発	3
和歌山県産ユーグレナ「Kishu 株」	4
微生物による使用済みウメ調味液の有効活用技術	6
化粧品原料としてのモモ未熟果実の可能性	7
組織図、機器紹介、新人紹介	8

眠っていた資源を
付加価値のある資源に展開するため

編集担当
石原 理恵

「地域産業資源」という言葉をご存知でしょうか。「中小企業による地域産業資源を活用した事業活動の促進に関する法律」（平成 19年 6月 29日施行）の中で、「地域産業資源」として（1）農林水産物、（2）鉱工業品とその製造技術、（3）文化財、自然の風景地、温泉その他の地域の観光資源が定義されています。和歌山県でも平成 29年 3月現在、「地域産業資源」総計 370件が指定されており、このうち、農林水産物では、温州ミカン、ウメ、カキ（柿）、モモ、タチウオなど計 130件が指定されています。全国でも様々な「地域産業資源」が指定されており、今後もこれらを利用した地域の特色を活かす製品開発が進んでいくと考えられます。

和歌山県は豊かな自然に恵まれ、「地域産業資源」に指定されているものの以外にも魅力的な資源がたくさんあります。和歌山県工業技術センター（以下、当センター）では、現在指定されている「地域産業資源」を含めた様々な資源を「地域資源」としてとらえ、これらを有効活用するための技術開発に取り組んできました。例えば、食品産業部では、ウメ果実中のペクチンの特性を活かした耐熱性の高い梅ジャムの開発や香り高いお酒を醸造するための和歌山県産オリジナル酵母の開発などを、また、薬事産業部では、コウヤマキ精油を芳香スプレーに活用するための研究や蚊取線香用の植物混合粉として県内企業等が保有する植物由来未利用資源を活用するための研究を行ってきました。

平成 28年 1月に策定した当センターの第三期中期計画において、「フードサイエンスの深耕」として、食品素材が持つ潜在的なポテンシャルを引き出すために、色、香り、食感等を制御する高度な加工技術の開発等への取組、また、「未利用資源活用技術の深耕」として、農林水産物・食品加工残渣等の未利用資源の用途開発や、微生物を利用することで食品加工残渣等を新たな工業製品やバイオ燃料などの有価物に変換する技術開発への取組を挙げています。当センターでは、これらのテーマに沿って、今ある素材をより価値のあるものへ加工する技術や廃棄物として処分されるものを有効活用する技術の研究を進め、地域資源の新たな利用法を探索しています。

本号では、「フードサイエンスの深耕」を目的としたウメ新品種の特長を活かす用途開発（p. 3）、「未利用資源活用技術の深耕」を目的として取り組んでいる微生物（ユーグレナ）の有用性と今後の展開（p. 4、5）、農産物加工品製造過程で生じる加工残渣の有効活用技術の開発（p. 6）、農産物の未利用部分の食品以外への応用（p. 7）について紹介します。いずれも和歌山県産資源の用途拡大につながるものであり、本号をご覧いただき、興味を持っていただければ幸いです。

「フードサイエンスの視点」に基づくウメ新品種の用途開発

企画総務部 技術企画課 赤木 知裕

露茜



図1 鮮やかな赤色の露茜

橙高



図2 β-カロテンの黄色を特長とする橙高

翠香



図3 洋ナシに似た香りの翠香

はじめに

ウメは和歌山県の基幹作物の一つであり、生産量は全国1位（国内生産量の60%以上）を誇ります。ウメは生食に適さないことから主に梅干しや梅酒等に加工され、加工品の国内市場は約800億円とされています。近年、消費者ニーズの多様化や健康志向への要望に応えるため、国や県の研究機関において、色や香りなどに新しい特長を持ったウメ新品種育成とその加工品開発が進められています。本稿では、これらウメ新品種の特長を「フードサイエンス」の視点でとらえ、その特長を最大限に活用するために取り組んでいる加工技術開発の一端をご紹介します。

赤いウメ「露茜」

露茜はスモモとウメの交雑種であり、色鮮やかな赤色の果皮と果肉が特長の新品種です（図1）。この赤色を活かすことで、これまでにないウメ加工品の開発が期待できます。そこで、当センターでは、赤色素の成分分析や耐光性の評価を行うことにより、赤色を活かした新たな加工品の開発支援を行いました。その結果、露茜の色素成分が、シアニジン-3-グルコシドとシアニジン-3-ルチノシドと呼ばれるアントシアニン的一种であることが特定でき、ともに水溶性であることから飲料や果汁としての利用に適していることが分かりました。また、耐光性試験の結果より、色素成分の光に対する退色特性が把握でき、商品設計における重要な情報を得ることができました。現在は、露茜の赤色シロップが県内企業により商品化されており、これにより新たなウメ加工品の販路拡大が期待できます。

黄色いウメ「橙高」

橙高は、和歌山県の主力品種である南高に比べ6倍の黄色色素β-カロテンを含有する新品種です（図2）。露茜が水溶性色素を持つのに対し、橙高の色素は脂溶性であるため、ドレッシングなど油を用いた加工品を開発しています。油を用いた加工品として利用する場合、重要となる特性が乳化安定性と言われています。乳化とは、水と油のように混ざり合わない液体同士を均一な状態にする加工であり、その安定性には、

溶けている成分の化学構造や分散している粒子の大きさ、液体の粘度など様々な要素が関与しています。このため、ウメを素材として用いた場合、果実の熟度や前処理の方法などによってペクチンをはじめとする含有成分の性質が変化し、乳化特性にも大きく影響することが明らかになってきました。現在は、乳化安定性に寄与するための加工技術の開発に焦点を絞り、黄色を活かしたウメ加工品の開発に取り組んでいます。

フルーティーな香りがするウメ「翠香」

加工食品の開発において、色とともに重要な要素となるのが、「香り」です。翠香は、洋ナシ様と表現されるトロピカルな香りが特長の品種であり（図3）、これまでのウメのイメージを覆す新たなウメ加工品の開発が期待できます。一方、加工品によっては、翠香をこれまでのウメと同様の方法で加工すると特有の香りが失われてしまうという課題がありました。そこで、当センターでは、香りを保持するための加工技術を提案し、翠香に適した加工品の開発支援を行っています。また、翠香の香り成分を分析し、指標成分を特定することで、商品開発における香りの評価技術の確立を行っています。

おわりに

当センターでは、食品加工技術において、「フードサイエンスの視点」をキーワードに新たな加工技術の開発に取り組んでいます。地域の農産物や特産品の特長を最大限に活かすためには、その特長を科学的な視点から分析・解析するフードサイエンスの視点が重要であり、新たな加工技術を創出するための情報源となります。和歌山県にはウメのほかにも、モモやミカンなどの果実、また、それらの加工残渣といった地域資源（次ページ以降参照）があり、その利用技術の開発が求められています。「フードサイエンス」は、これらの地域資源の利用技術に欠かすことのできない研究領域であり、今後も当センターのコア技術として育成していきたいと思っております。

和歌山県産ユーグレナ「Kishu 株」

食品産業部 加工技術グループ 中村 允

はじめに

当センターでは、これまで和歌山県内で採取した微生物を「新たな地域資源」と位置づけ、それらを有効活用するための取組を行ってきました。平成 26 年度には、県内各振興局と連携して、県内の池や沼など 20 カ所以上の地点からサンプルを採取し、その中から有用微生物を探索する事業を実施しました。その結果、微細藻類の一種であるユーグレナの新規株を発見し、単離することに成功しました（図 1）。このユーグレナ新規株は、これまで報告されているユーグレナと比較して、増殖性能や高温耐性に優れていることから、「Kishu 株」と命名し、平成 28 年 2 月に特許出願をしました（特許 6019305）。本稿では、この新規株の特長や性質を、ユーグレナ活用技術の動向、将来展望を交えて紹介します。

微細藻類「ユーグレナ」

ユーグレナは、和名をミドリムシといい、水田や池、沼などに棲息しています。その名のとおり、通常は緑色をしており、植物のように光合成によって細胞分裂を起こします。一方でべん毛を持ち、ユーグレナ運動（すじりもじり運動）を行うなど動物の性質も併せ持つユニークな生物です。体長は 10 ~ 100 μm 程度と小さいため肉眼では見ることはできませんが、顕微鏡を覗くと容易にその形態を観察することができます。

近年では、このユーグレナの研究が活発に行われており、既に実用化されている食品分野のほか、エネルギー分野、医療分野、材料分野など様々な分野での利用が検討されています。大学、民間企業、各種研究機関等で研究されており、特許出願件数もここ数年で飛躍的に増加しています。

ユーグレナが注目される理由

ユーグレナの特長は、豊富な栄養素にあるといわれています。細胞内には、アミノ酸やビタミン類、ミネラル類など 59 種類の栄養素が含まれており、食品素材としての利用が進んでいます。一方、ユーグ

レナは、細胞内にパラミロンと呼ばれる多糖類を蓄積することが知られています。パラミロンの成分は、直鎖型の β -1,3- グルカンであり、2013 年には、現国立研究開発法人産業技術総合研究所を中心とした研究チームがパラミロンを主原料としたバイオプラスチックを開発したことから、その材料への応用展開に注目が集まりました。さらにユーグレナは、オイルを生産することも特徴の一つです。前述のパラミロンを体内で分解し、ミリスチン酸ミリスチルを主成分とする微生物オイルを生産します。現在の研究では、このオイルを燃料や化成品原料として利用することが検討されており、生産効率の向上やコスト削減に焦点が当てられています。

ユーグレナの培養技術

食品利用であろうと、燃料利用であろうと、ユーグレナ菌体そのものや代謝物を工業的に利用するためには、大量に培養することが必要であり、低コストでの培養が課題となります。ユーグレナの研究が近年になってこれほど活発になった理由の一つは、ユーグレナの屋外大量培養技術が確立できたためと考えられます。

ユーグレナの培養は大きく分けて 2 種類の方法があります。一つは、光合成を利用して培養する「独立栄養培養」であり、もう一つは、水中の有機物を吸収させて培養する「従属栄養培養」です。独立栄養培養は、炭素源として二酸化炭素を用いるため、栄養塩としてはミネラル類やビタミン類があれば低コストで培養できます。しかし、増殖の速度が遅いことや主流である開放系での培養システムでは、他の生物の汚染などが問題となります。一方、従属栄養培養は、炭素源としてグルコースなどを用いるため、培養液にコストがかかりますが、増殖の速度や培養密度が独立栄養培養に比べて高いことから、炭素源のグルコースが低コストで入手できるのであれば、生産効率が独立栄養培養よりも高くなる場合があります。また、光を全く必要としないため閉鎖系のリアクターで培養でき、他の生物による汚染が抑えられるのもメリットの一つです（図 2）。



図 1 ユーグレナ Kishu 株



図 2 従属栄養培養法で培養したユーグレナ Kishu 株

Kishu 株の発見と単離

Kishu 株は、平成 26 年に和歌山県内で発見しました。当時、当センターでは、県内に棲息する微生物を「地域資源」としてとらえ、産業活用が期待できる微生物を探索する取組を実施していました。その中で、これまで報告されているユーグレナよりも増殖が速いユーグレナを発見し、この新規株を Kishu 株と命名しました。自然界では単一の微生物のみが生息している環境はほとんど存在せず、通常は細菌や酵母、カビなどの微生物も混在しており、単離するためには、これらの微生物を完全に除去することが必要となります。そこで、当センターでは、様々な条件の培地を作製し、このユーグレナ Kishu 株のみが棲息できる環境を作り出すことで Kishu 株の単離に成功しました。微生物研究においてこの単離作業は、最も重要なステップであり、自然界から単離することで「創作物」と見なされ、特許法で規定されている「自然法則を利用した技術的思想の創作」に該当するようになります。すなわち、この単離に成功したことで Kishu 株は「発見」から「発明」になったと言えます。

Kishu 株のすごい所

Kishu 株の特長は冒頭でも述べたとおり、その増殖の速さです。ユーグレナは、細胞分裂によって増殖することが知られており、その増殖に要する時間を世代時間と言います。つまり、世代時間が 24 時間であれば、一日に 1 回増殖するため、2 日後には 2 個、3 日後には 4 個、4 日後には 8 個と指数関数的に増えていきます。このため、世代時間が少しでも早くなると一定時間後の細胞数は飛躍的に増大します。少し観点を変えると、一定の細胞数に到達するための時間が早くなります。これを工業的に言い換えると「生産効率が向上する」と言うことができます。Kishu 株の増殖性を示したグラフを図 3 に示します。対象としているのは、ユーグレナ Z 株といい、主に研究用に用いられている株ですが、この株もまた増殖性が速いことが特長です。それぞれの世代時間を計算すると Z 株が約 12 時間、Kishu 株が約 8 時間となりました。グラフを見ても分かるように増殖が止

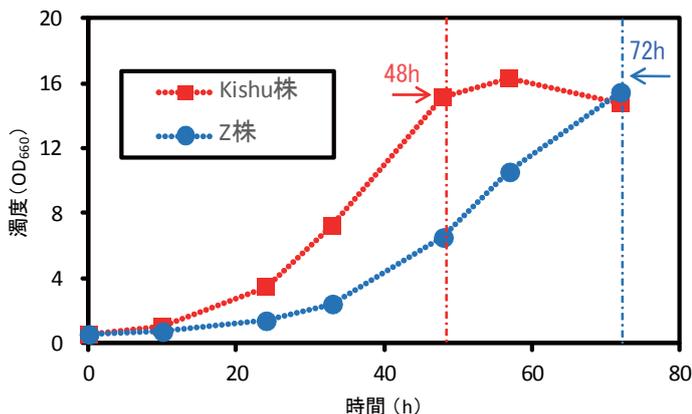


図 3 Kishu 株及び Z 株の増殖曲線

まるまでの時間（栄養分がなくなるまでの時間、図中矢印）が、Z 株では 72 時間であったのに対して、Kishu 株では 48 時間に短縮されており、これまで 3 日かかっていた生産が 2 日で終了できることが示唆されます。もちろん、この結果は特定の条件での実験によるものであり、培地成分や温度、酸素量などの条件が変われば異なる結果が得られますが、少なくともこれまでの株に対する優位性が証明できる実験結果と言えます。

Kishu 株の特長のもう一つは、高温耐性を有していることです。図 4 は、異なる温度条件下で培養し、その比増殖速度を求めたグラフです。比増殖速度は、増殖性の指標の一つであり、単位時間あたりの細胞量の増加を示す数値で、値が大きい方が増殖性が高いことを示しています。Z 株は、30℃で最も比増殖速度が高く、30℃を超えると活性が急激に低下します。これに対して Kishu 株は、35℃で比増殖速度のピークを迎えます。つまり、培養できる温度領域が高温領域に広いため、夏場の温度管理や高温地域での培養にメリットがあります。

このように Kishu 株は、これまで報告されているユーグレナに対して明かな優位性を持っており、工業利用の面からも大きなメリットがあると考えられます。また、栄養要求性が異なることも分かっており、代謝系での特異性を示唆する研究結果も得られています。これらについては、今後、詳細を明らかにしていく予定です。

おわりに

ユーグレナの工業利用における特長は、利用用途のバリエーションが多いことです。現在、実用化されているのは食品分野のみですが、材料分野やエネルギー分野での利用が大いに期待されます。その中で生産性の高い Kishu 株を利用することは工業生産の上では必ず有利になってきます。さらに当センターでは、この Kishu 株の低コスト培養を達成するために食品系の未利用資源を活用した新たな培養技術の開発に取り組んでいます。未利用資源の活用は、今後の循環型社会を構築していくためにも重要な技術であり、その一端を Kishu 株が担ってくれることを期待しています。

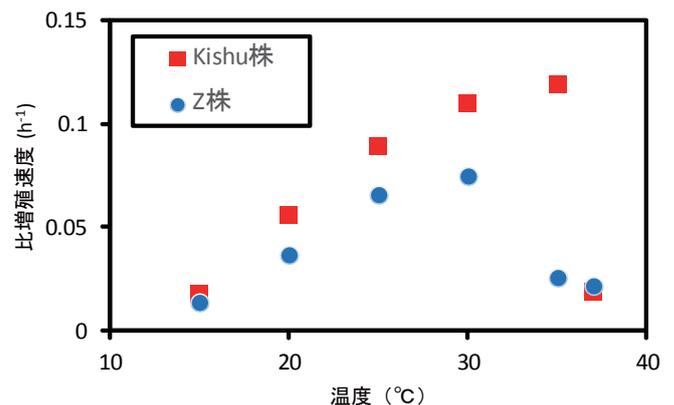


図 4 各温度における比増殖速度の比較

微生物による使用済みウメ調味液の有効活用技術

食品産業部 加工技術グループ 藤原 真紀

はじめに

現在、和歌山県内で製造されるウメ加工品の約8割は「梅干し」であり、中でも、鯉節やはちみつを加えて減塩調味する「調味梅干し」は、市場のニーズに幅広く答えることにより、現在市販されている梅干しの大部分を占めています。一方、これらの調味梅干しの製造過程では、使用済みのウメ調味液（以下、調味廃液）が大量に発生し（年間約2万トン）、その多くが産業廃棄物として処分されています。このような通常は廃棄されているものも、工夫次第では十分地域資源になり得ます。本稿では、最近当センターが取り組み始めた微生物による調味廃液の有効活用技術開発についてご紹介します。

資源としての調味廃液

食品系未利用資源を活用しようとする場合、資源そのものが需要に見合うだけの量を供給できるか、季節変動による成分の変化や産出量が変化しないか、といったことが重要になります。農産物の加工残渣の場合、その大半が収穫時期に集中してしまい、また、腐敗しやすいものが多いため、その保存に冷凍や乾燥といった処理が必要になってしまいます。この点において、調味廃液は、季節変動がなく年間を通じて十分量が得られ、なおかつ、その塩分とpHから腐敗しにくく、工業的な観点で大きな優位性があります。そこで、これまで多額の費用をかけて廃棄してきた調味廃液をバイオプロセスを用いて油脂等の有価物に変換することを目指しました。

酵母のスクリーニングと選抜

上記で、腐敗しにくい点を優位点として挙げましたが、これは逆にバイオプロセスで使用する微生物が生育しにくいということにもなります。そこで、まず、

調味廃液を資化できる微生物の探索を行いました。和歌山県内をはじめとして、様々な地域から土壌や水を採取し、その中に棲息していた酵母様微生物を単離しました。また、調味廃液の希釈液を実験室内に静置し、その中で増殖してきた酵母様微生物も単離しました。これらの酵母様微生物（一部糸状菌様微生物も含む）を、調味廃液を培地成分とする寒天培地で培養し、コロニーを形成したもののみを「調味廃液資化性酵母」として選抜しました（図1）。また、その中で、いくつかの株が菌体内に多量の油脂を蓄積していることがわかりました（図2）。

有望株の諸性質

有望株についてさらに諸性質の検討を行いました。希釈した調味廃液を炭素源とした培地で培養した場合の菌体量、有機体炭素（TOC）除去率、窒素除去率及びナイルレッド染色による油脂定性試験を行ったところ、TOC除去率が90%程度で、かつ定性試験による油脂含量が高い酵母が7種得られました。さらに、油脂の抽出実験を行い、菌体量あたりの重量比を算出したところ、油脂含量が30%を超えるものが2株得られ（表1）、その脂肪酸組成はどちらの油脂も一般の植物油と類似しており、工業的に用いられるパーム油等の代替となることが示唆されました。

おわりに

今回、当センターでは調味廃液中の炭素源の約9割を資化し、さらに油脂を生産できる酵母の単離に成功しました。今後、これら酵母を利用して、調味廃液から有価物を生産するシステムが構築できれば、「産廃処理費用の削減」、「有価物生産による収益増加」、「ウメ加工品の製造コスト削減」につながると期待しています。



図1 酵母の選抜（希釈した調味廃液を炭素源とした培地に生育した菌株を選抜）

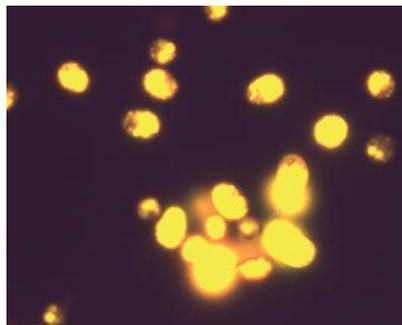


図2 ナイルレッド染色した選抜株の蛍光顕微鏡写真（蛍光部分が油脂を示す）

表1 選抜酵母の諸性質

菌株	win07	win29
TOC除去率(%)	93	90
窒素除去率(%)	62	90
乾燥菌体量(mg/50mL)	220	170
油脂含量(%)	52.5	34.3
脂肪酸組成(%)		
リノール酸	3.5	4.7
オレイン酸	51.6	70.9
ステアリン酸	10.3	5.0
パルミチン酸	30.8	15.5
その他	3.8	3.9

化粧品原料としてのモモ未熟果実の可能性

薬事産業部 石原 理恵

はじめに

モモは食用に供されるだけでなく、モモ成熟果実の種子から得られる「トウニンエキス」やモモの葉から得られる「モモ葉エキス」が、頭髮化粧品、基礎化粧品や入浴用化粧品などの化粧品原料として利用されています。県内では、特に紀の川市周辺で多く栽培されており、全国4位の収穫量を誇っていますが、栽培途中で摘果されるモモの未熟果実は現在ほとんどが廃棄されています。この未利用資源を化粧品原料として有効利用するための取組について紹介します。

モモ未熟果実中のセラミド含有量

セラミドは、保湿作用があることが知られており、モモの未熟果実や成熟果実にはセラミドが含まれていることも知られています。モモ未熟果実は、直径3～5 cmで、中心で切断すると白い核（種子）が見られます（図1）。天然物は、産地や品種により成分が異なる場合があることから、県内で採取されたモモ未熟果実について、セラミドに着目し、モモ未熟果実中のセラミド含有量を測定しました。その結果、モモ未熟果実を粉碎後、105℃、5時間で乾燥した試料中のセラミド含有量は約0.77mg/g、試料を乾燥せずに測定した結果は約0.14mg/gであり、含有量は少ないもののセラミドが含まれていることが分かりました。

モモ未熟果実のエキス化

化粧品に天然物を配合する場合、抽出し、エキス化して配合することが多く、抽出溶媒や抽出方法も重要であるため、これらについて検討しました。エキス化の際に一般的に用いられるエタノールについて、濃度の異なる5種類を使用し、加熱した溶媒中で60分間浸出する方法（以下、温浸法）、室温で5日間浸出する方法（以下、冷浸法）、マイクロ波抽出（70℃・200W・5分）の3種類の抽出方法で抽出したモモ未熟果実エ

キスのセラミド含有量を測定したところ、いずれの抽出方法でもエタノール濃度が低くなるに従ってセラミド含有量が低下しました。また、抽出効率の良いエタノール（99.5）又は80%エタノールを抽出溶媒に使用した場合、抽出方法による差は見られなかったものの、マイクロ波抽出では抽出時間5分と短い時間で抽出できることが分かりました（図2）。さらに、セラミドの抽出効率を高めるために、80%エタノールを抽出溶媒として、マイクロ波抽出条件を（1）70℃・200W・5分（2）80℃・200W・5分（3）80℃・200W・10分とし、検討を行いました。その結果、抽出条件による差は認められませんでした（図3）。

セラミドに着目した場合の最適な抽出方法としては、コスト面や煩雑さを考慮すると、80%エタノールを用いた冷浸法又は温浸法であると考えられますが、抽出効率を上げるためにはさらなる抽出方法の工夫が必要です。

おわりに

近年の消費者の安全・安心志向から化粧品にも天然物を素材とした製品が求められる傾向にあり、その市場は年々拡大しています。化粧品は、一部を除き、化粧品基準の規定に違反しない成分については、企業責任のもとに安全性を確認し、選択した上で配合できるとされています。地域資源を化粧品へ展開し、市場価値を高めるためには有効性に特徴づけが必要です。さらに、安全性の確保が重要になります。今回は、有効性に着目し、安全性については述べていませんが、有害物質が含まれていないか、使用したときに有害な事象が発生しないかなども調べておく必要があります。地域資源を化粧品などに活用するために、品質を確保するための規格設定、有効成分の分析等を今後もお手伝いできればと思います。

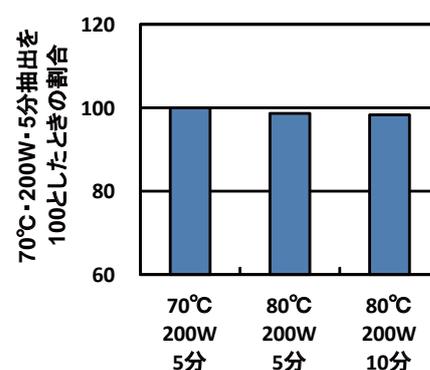
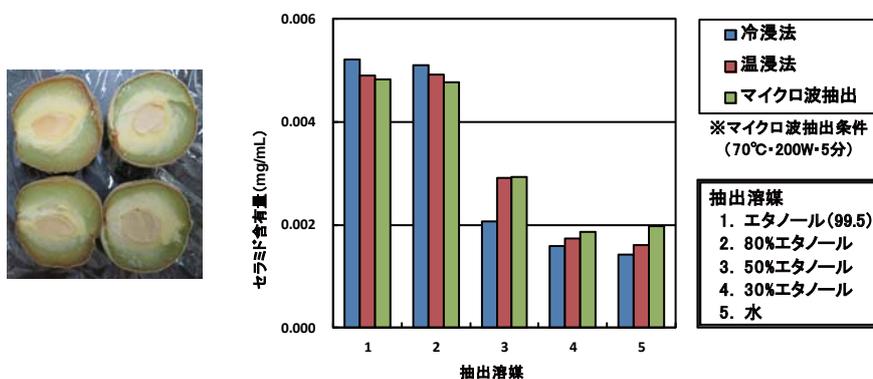


図1 モモ未熟果実断面

図2 モモ未熟果実エキスのセラミド含有量

図3 マイクロ波抽出条件の検討



機器紹介

●機器名 混相流対応型熱流体構造連成解析システム

●機器の仕様

○製品名(メーカー)

ANSYS (ANSYS 社製)

○仕様

- ・構造解析ソフトウェア：ANSYS Mechanical Enterprise
構造解析（静解析、動解析、座屈解析等）、伝熱解析
及び構造と伝熱の連成解析
- ・熱流体解析ソフトウェア：ANSYS CFD
熱流体解析（乱流、熱伝導、化学反応、回転機械、混相流等）
- ・並列計算モジュール：ANSYS HPC

●特徴・用途

流体の流動と構造物の変形の相互作用を考慮した流体構造連成解析を行うことが可能です。また、並列計算により、解析規模が大きな問題に対しても、効率よく計算することが可能です。

※ 地方創生加速化交付金で購入



技術情報誌
編集・発行
和歌山県工業技術センター
テクノリッジ
和歌山市小倉60番地

発行日
2017年6月30日
TEL
073-44777-2880

新人紹介



平成 29 年 4 月

林業振興課

産生活業・環境部

氏名(職名)：山裾 伸浩 (主任研究員)

専門分野：木材工学

抱負：このたび人事異動で初めて当センターに配属となりましたが、研究者として県内産業の振興に貢献できるよう、頑張っております。

新規採用

化学産業部

氏名(職名)：西山 靖浩 (研究員)

専門分野：有機化学・光化学

抱負：これまでの経験を活かしながら、県内産業の更なる発展に役立てよう努めて参ります。

印刷
和歌山県工業技術センター
阪口印刷所
TEL
073-4315517