

総合農学研究所

2015年度 研究所コアプロジェクト報告書

プロジェクト名：東海大学オリジナル機能性食品素材の創出

永井竜児¹⁾、安田 伸¹⁾、小野 政輝¹⁾、荒木 朋洋¹⁾、松田 靖²⁾、村田 達郎²⁾、小松 春喜²⁾、椛田 聖孝³⁾、多賀 直彦¹⁾、芝田 猛⁴⁾、本田 憲昭⁵⁾

1) 農学部バイオサイエンス学科、2) 農学部応用植物科学科、3) 農学部応用動物科学科、4) 総合農学研究所、5) 農学部農学教育実習センター

I. 緒言

近年、過食や運動不足によって生活習慣病患者の人口が増加しており、それに伴う国民医療費の急増が深刻な社会問題となっている。特に糖尿病は予備軍を含めるとわが国だけでも約 2050 万人存在し、本疾患の発症によって進展する腎症、網膜症、神経障害などの糖尿病合併症の急増が大きな社会問題となっている。生活習慣病は進行段階では痛み等の自覚症状がほとんど現れないため、自主的な予防意識を持ちにくいという点や、病態が確認されてから開始される薬物治療では、進展を遅延することはできても十分な治療効果が得られない点があげられる。したがって、本疾患の予防には普段の食事や運動など、生活習慣の改善が最も重要であると考えられる。

糖尿病の過去 1-2 ヶ月の血糖コントロールマーカーとしてヘモグロビン A1c (HbA1c) が世界的に測定されているが、これは糖尿病合併症のマーカーとはならない。総合農学研究所では糖代謝異常、脂質代謝異常、炎症反応など様々な経路から翻訳後修飾によって生成するメイラード反応後期生成物 (AGEs : Advanced Glycation end products) を同定・定量し、各種病態との関連を評価してきた。また、様々な抗酸化アッセイ系を確立し、天然物由来の抗酸化化合物の探索も行える体制が整備されてきている。その結果、様々な機能性が期待される素材の育種、天然物から化合物の単離、抗酸化、抗炎症ならびに AGEs の生成を抑制する化合物を見いだされているが、生体における効果検証は依然としてなされていない。機能性素材の選抜から臨床試験までを行うには研究分野が多岐にわたるため、研究者間の連携が重要である。そこで、これまで各研究者が個別に行っていた試験をシステマティックに行い、なおかつ、如何なる化合物がどのような作用を示すかを系統的にまとめる必要がある。そこで、総合農学

研究所の研究者が連携し、これまで試験管試験のみで評価されていた食材の有効性を、動物及びヒト試験で効果実証を行うまでの体制を整備することによって、生体で生活習慣病の予防効果を示す食材の探索を行う。

今年度は、スイゼンジノリ、サラシア、ハマヒルガオ、タイワンレンギョウなど、総合農学研究所で注目されている素材の素抽出物あるいは単離成分を用いて、抗酸化、AGEs 生成抑制効果を検討し、粗抽出物で有効性が確認された素材に対しては動物試験を行うことで生体内における効果を検討する。AGEs 生成抑制試験は、酸化反応から生成する Pentosidine、N^ε-(carboxymethyl)lysine (CML)、炎症反応から生成する GA-pyridine 等の抑制効果を ELISA および高速液体クロマトグラフィーで確認する。そして有効性の認められた化合物についてはマウスを用いた動物試験を行う。

また、機能性が期待される素材としての植物品種の育種は重要である。特に有用成分の多く含まれる品種の中には栽培が難しいものも存在し、安定的な生産が困難になる可能性も高い。今回、機能性が期待されるが日本における栽培が難しいとされるラズベリーに対し、種間交雑による新品種の作出を行った。

さらに、前年度まで行ってきたアントシアニン含有イモを活用した機能性成分の有効利用に関する研究においては、焼酎の生産過程で得られる焼酎粕を飲料に利用するためにエタノール除去法について検討した (Fig. 1)

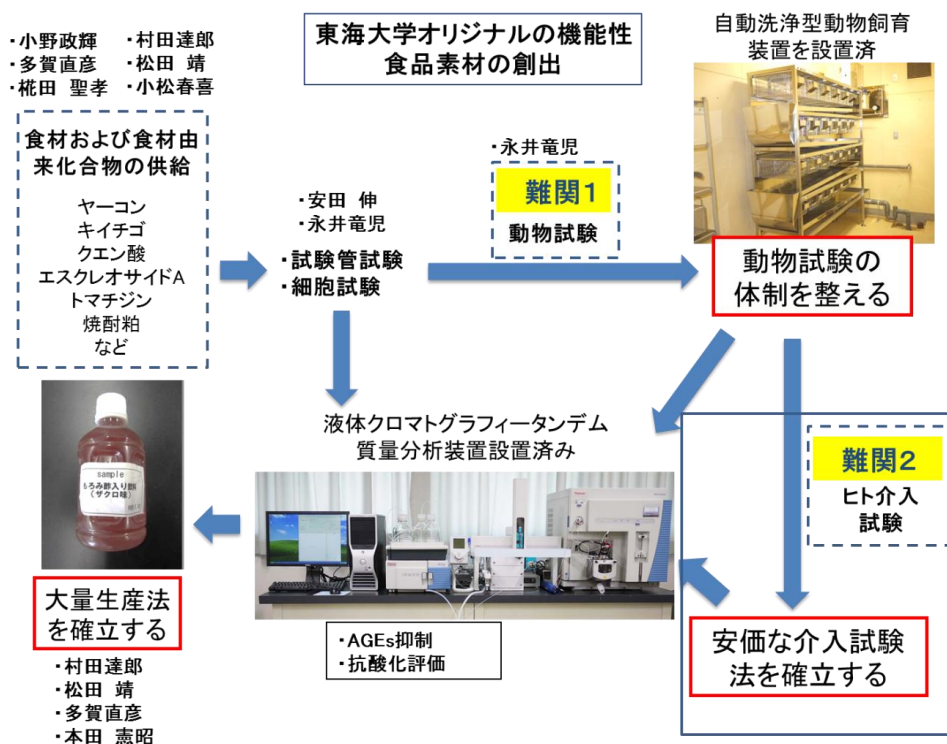


Fig. 1. 計画の概要

II. 機能性成分の測定

これまでにトチュウやマンゴスチン、イグサなどの植物において機能性研究を行い、機能性食品中の成分の単離・構造決定ならびに効果について検討してきた。さらに今年度は、異なる植物種においても検討を行い、(1)ハマヒルガオおよびタイワンレンギョウに含まれる有効成分の単離・構造決定ならびに成分の効果の検討を行った。また、(2)イグサにおける抗酸化・抗炎症作用の検討、(3)スイゼンジノリおよびサラシアにおける動物試験による AGEs 生成抑制効果の検討を行った。特にサラシアについては細胞試験も行い新規機能性の探索を行った。

1. ハマヒルガオ

ハマヒルガオ (*Calystegia soldanella* (L.) Roem. et Schult.) は、海岸や湖岸の砂地に群生するヒルガオ科の多年草で、中国では根を老扇草根と称し、関節痛の治療に用いられる。本植物の全草のメタノールエキスより4種の新規樹脂配糖体(1-4)を単離し、各種機器分析ならびに化学反応により構造決定した (Fig. 2)。また、1-4 に単純ヘルペスウイルス1型 (HSV-1) の感染阻害活性試験を行い、すべての化合物に活性 (EC_{50}) を見出したが、いずれの化合物も比較的細胞毒性 (IC_{50}) も強くその選択毒性 (IC_{50}/EC_{50}) は、1.6-2.9 $\mu\text{g}/\text{mL}$ であった (Table 1)。

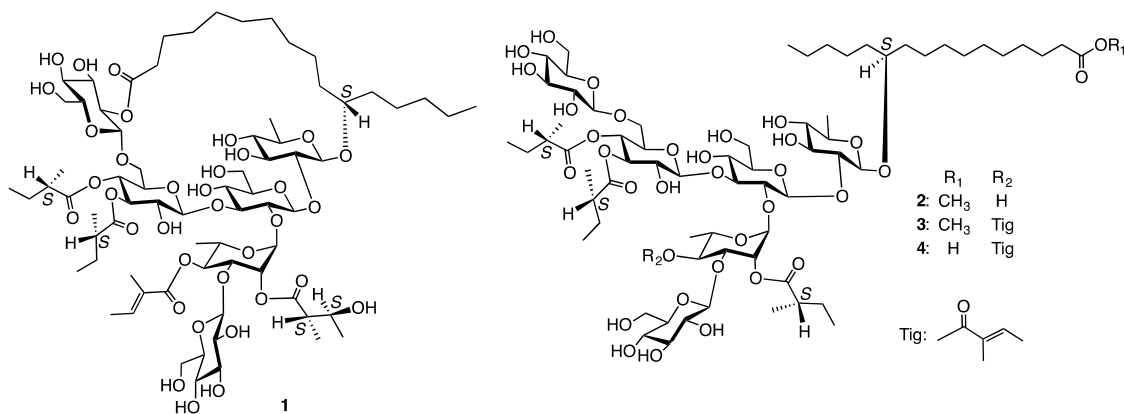


Fig. 2. 化合物 1-4 の化学構造式

Table 1. 化合物 1-4 および Acyclovir の高ヘルペス活性 (EC_{50})、細胞傷害活性 (IC_{50})、および特異的活性指標 (IC_{50}/EC_{50})

Sample	EC_{50} ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	IC_{50} ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	IC_{50}/EC_{50}
1	3.5	7.1	2.0
2	13.5	21.8	1.6
3	5.9	13.6	2.3
4	12.8	50.4	3.9
Acyclovir	0.25	>100	>400

表中のデータは2回計測後の平均値。

2. タイワンレンギョウ

タイワンレンギョウ (*Duranta repens* L.) は、フロリダからメキシコ、西インド諸島およびブラジルなどの中南米を原産とするクマツヅラ科の常緑低木または小高木で、果実と葉はそれぞれ、マラリアおよび膿腫の治療に薬用される。本植物の枝と葉のメタノールエキスから、1種の新規トリテルペノイド配糖体を含む15種の化合物を単離、構造決定した (Fig. 3)。また、これらの化合物のリポキシゲナーゼ阻害活性試験を行い、**18** と **19** に活性を見出した (Table 2)。

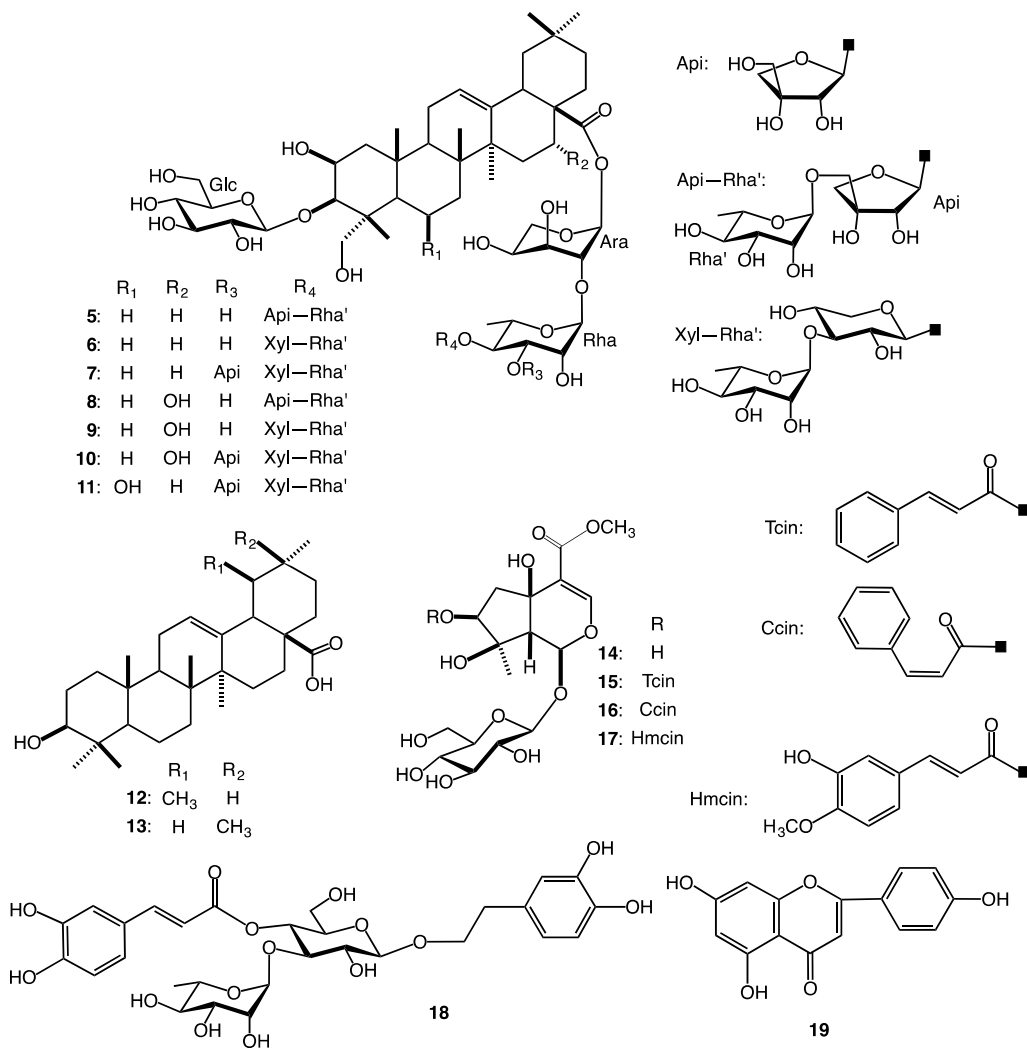


Fig. 3. 化合物 5-19 の化学構造式

Table 2. 化合物 5–19 および NDGA のリポキシゲナーゼ酵素阻害作用(%)

Sample	Inhibition
5	24.5±1.4
6	6.4±1.4
7	2.1±1.7
8	22.1±4.3
9	24.5±2.9
10	12.6±5.1
11	0.7±0.3
12	24.8±3.2
13	20.5±4.9
14	16.6±3.3
15	10.2±0.9
16	20.6±2.9
17	5.1±1.1
18	94.0±3.6
19	82.2±4.7
NDGA	96.2±3.1

試験化合物の最終濃度は 0.5 mM。表中のデータは平均値±標準偏差 (n=4)。

3. イグサ

イグサ (*Juncus effusus* L. var. *decipens* Buchen.) は、灯芯草として薬用などにも用いられてきた歴史があり、抗酸化作用や消炎作用など、健康志向食品の素材として科学的エビデンスの解明や需要増を目指した有効利用に期待が持たれている。今回、試験管レベルで食用イグサ粉末の抗炎症作用を検証し、起炎酵素であるリポキシゲナーゼ、ヒアルロニダーゼに対する阻害効果ならびに、培養マクロファージ細胞株を用いた由来一酸化窒素 (NO) 産生抑制試験を行なった。その結果、イグサ粉末の熱水およびエタノール抽出物はコントロールとして使用した抹茶 (*Camellia sinensis* 粉末) から得た抽出物と同程度にリポキシゲナーゼに対して阻害作用を示し、それぞれ 123-145 μ g/mL で IC₅₀ 値が得られた (Fig. 4)。ヒアルロニダーゼに対して認められるこれらサンプルの阻害効果はそれほど強いものではなく、IC₅₀ 値も 1.16 mg/mL 以上であった (Fig. 5)。リポ多糖誘発の活性化型マクロファージを用いた実験系においてイグサの熱水またはエタノール抽出物の存在下で細胞を培養したところ、それぞれ 120 μ g/mL と 35.2 μ g/mL の IC₅₀ とともに抹茶抽出物の存在下で実験した際よりも強い NO 産生抑制作用が認められた (Fig. 6)。これらの結果は、食用イグサ粉末の潜在的な抗炎症作用を支持するものであった。

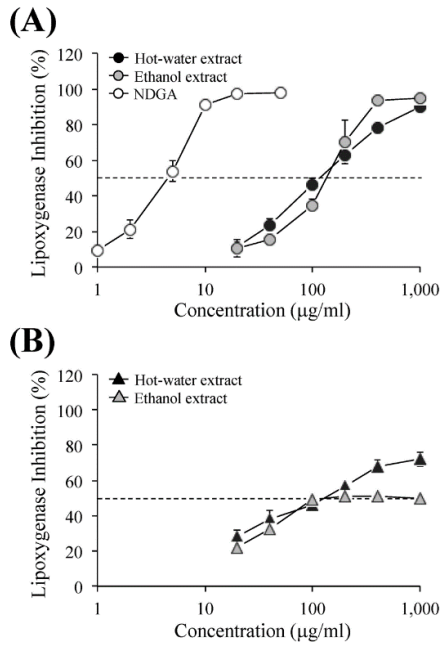


Fig. 4. 食用イグサ粉末 (A) または抹茶粉末 (B) 由来の熱水抽出物およびエタノール抽出物のリポキシゲナーゼに及ぼす阻害作用 図中のデータは平均値±標準偏差 (n=4)。NDGA (nordihydroguaiaretic acid の略称) はポジティブコントロール。

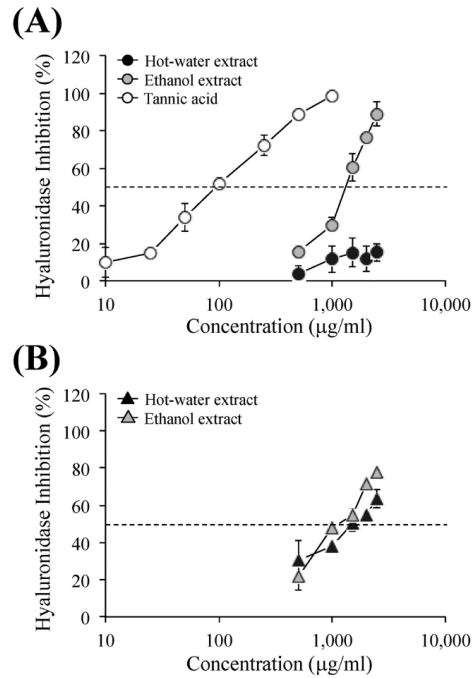


Fig. 5. 食用イグサ粉末 (A) または抹茶粉末 (B) 由来の熱水抽出物およびエタノール抽出物のリポキシゲナーゼに及ぼす阻害作用 図中のデータは平均値±標準偏差 (n=4)。Tannic acid はポジティブコントロール。

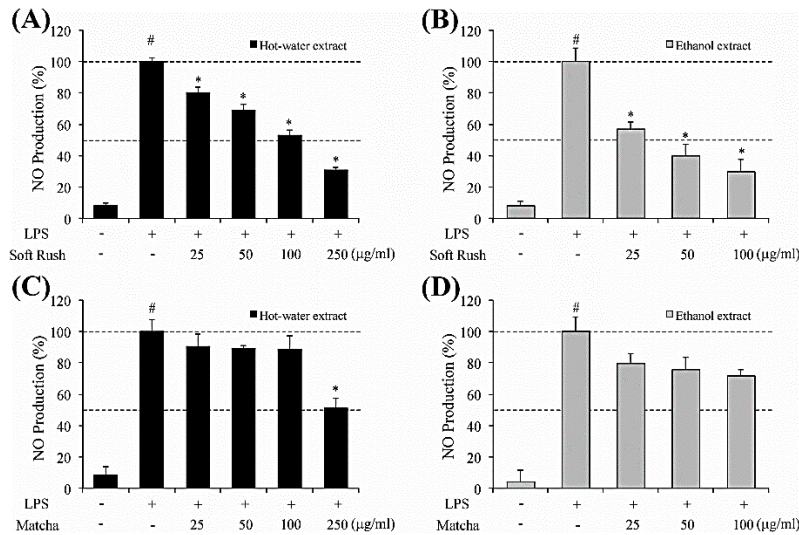


Fig. 6. 食用イグサ粉末または抹茶粉末由来の熱水抽出物およびエタノール抽出物の RAW264.7 マウスマクロファージ様細胞の LPS 誘導の NO 産生に及ぼす阻害作用 細胞を異なる濃度のイグサ粉末由来の熱水抽出物 (A) およびエタノール抽出物 (B) または抹茶粉末由来の熱水抽出物 (C) およびエタノール抽出物 (D) とともに 100 ng/ml の LPS 共存下で 24 時間培養。培養上清を回収し、Griess 法により NO 量を測定。図中のデータは平均値±標準偏差 (n=4)。未処理の細胞 (control) に対して $p < 0.001$ 、LPS 処理細胞に対して $p < 0.001$ で有意差を判定。NO は nitric oxide、LPS は lipopolysaccharide の略称。

4. スイゼンジノリ

スイゼンジノリ (*Aphanothece sacrum* (Sur.)) は日本固有種淡水産ラン藻であり、伝統的に食材として利用されている。スイゼンジノリは、抗炎症作用を有することから、1型糖尿病モデルの Streptozotocin (STZ) 誘発糖尿病マウスにスイゼンジノリを摂食させ、CMLを含む5種類の AGEs 蓄積抑制効果を評価した。

具体的な手法としては、糖尿病誘発マウスを 1% スイゼンジノリ含有餌投与群 (スイゼンジノリ群) 及び通常餌投与群 (DM 群) に分けて飼育した。3 ヶ月間後水晶体を摘出し、5 種の AGEs 含量を液体クロマトグラフィータンデム型質量分析装置 (LC-MS/MS) で定量した。

スイゼンジノリ群においては DM 群と比べ、水晶体中 CML が有意に減少した。さらにスイゼンジノリ群は DM 群と比較し、水晶体の白濁が有意に抑制された。抗炎症作用を持つスイゼンジノリの日常的な摂取によって水晶体中 CML が減少し、白内障進行が遅延されたことから、スイゼンジノリは炎症反応を介した蛋白の変性を抑制したと考えられる。今後、スイゼンジノリの CML 抑制メカニズム解明のため、抑制成分の特定が必要である。

5. サラシア

サラシア属に分類される植物は、 α グルコシダーゼ阻害効果を示す化合物を複数含み、食後高血糖の改善する効果が近年報告されている。そこで、酸化反応由来の AGEs 構造である CML を測定し、サラシア抽出物を摂食した際の影響や糖尿病改善効果のメカニズムを検証した。具体的な手法としては、STZ 誘発糖尿病ラットにサラシア属の *Salacia chinensis* L. 抽出物 (SCE) を摂食させ (0.5% 添加群: DM-S0.5, 1% 添加群: DM-S1)、一定期間飼育後、組織や血中のグルコース濃度や CML 値、骨強度等の測定を行った。その結果、糖尿病を誘発した個体に対する SCE 摂食は、組織中 CML 値を低下させ、骨強度を改善することが明らかとなった (Fig. 7)。また、1型糖尿病のモデルである STZ 誘発糖尿病であるにも関わらず血中グルコース濃度の減少が認められたことから、 α グルコシダーゼ阻害以外の糖尿病改善作用があると考え、餌中の炭水化物をすべてグルコースに置換した餌を用いて再度摂食試験を行った。その結果、本条件下においても血中グルコース濃度に減少が認められ、血中クレアチニン値も改善したことから、SCE に α グルコシダーゼ阻害効果以外の糖尿病改善効果を有する可能性が示された (Fig. 8)。そこで、骨格筋細胞を用いた糖取り込み試験を行ったところ、SCE の濃度依存的に細胞内への糖取り込みが促進するという結果が得られ、サラシアが骨格筋等の組織への糖取り込みを促進することによって糖尿病改善作用を示すことが新たに明らかとなった (Fig. 9)。

骨強度と骨中CMLの変化

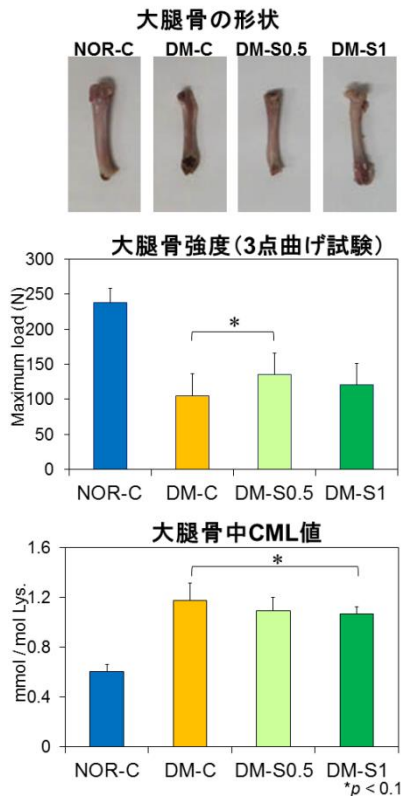


Fig. 7. サラシア投与による骨強度および骨中 CML 値の変化

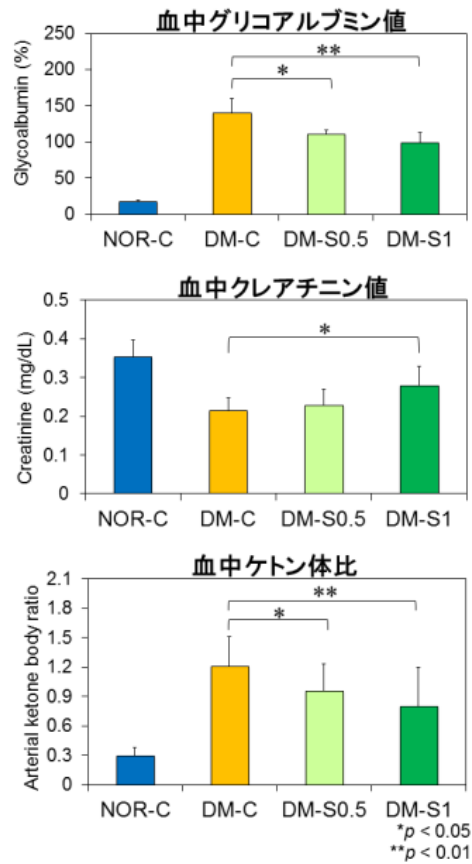


Fig. 8. グルコース置換餌摂食試験における血中グルコース、クレアチニンおよびケトン体比の変化

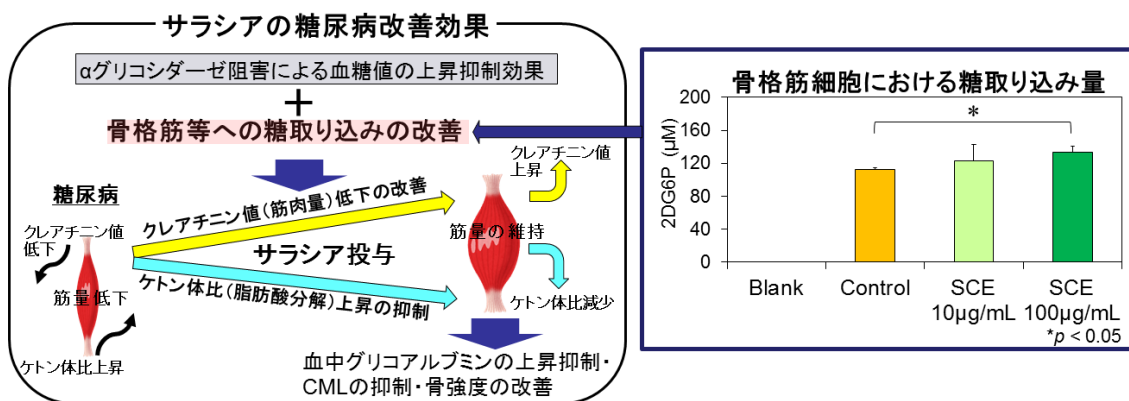


Fig. 9. 骨格筋細胞における糖取り込み量に変化と、サラシアの新たな抗糖尿病効果の概要

Ⅲ. 有用品種ならびに機能性食品の開発

東海大学オリジナル機能性食品を創出するにあたり、原材料の安定的な供給は重要である。しかしながら従来の栽培品種では、有用な成分を含有している品種であっても、栽培が困難であり、原材料の安定的な供給の難しいケースが存在する。そこで今回はラズベリーの安定的な果実の供給を目的とし、品種改良を行った。

また、これまでにムラサキマサリの機能性成分の検討ならびに機能性食品の開発を行ってきた。今回、開発した焼酎『阿蘇乃魂』の焼酎粕を利用した飲料を製造するにあたり、エタノール除去法について検討した。

1. ラズベリー

ラズベリー栽培品種は我が国の西南暖地での栽培が困難である。そこで、暖地でも栽培容易な刺無しラズベリー品種の育成を目標に、刺無しラズベリー品種と我が国の野生種との種間雑種およびその戻し交雑系統を育成してきた。これらの戻し交雑系統の中で、BC₁ No.2は刺が無く、既存のラズベリー品種と比較して果実品質も遜色なく、極めて多収であった。そのため生食用や加工原料としても極めて利用価値が高いと考えられる。しかし、果実の安定的な供給のためには本系統の増殖が急務である。そこで、本系統の増殖を目的に挿し木および組織培養による栄養繁殖について検討した。その結果、BC₁ No.2は多くのラズベリー品種同様挿し木繁殖が困難であることが分かった。しかしながら、茎頂培養による早生分枝増殖が可能であり、基本培地をMSとし、BA10μMの添加でシュート増殖が、BA

無添加で発根が、それぞれ容易であることが示された(Table3)。このように、BC₁ No.2は挿し木が困難であるものの、MSを基本培地とした組織培養による早生分枝増殖が可能であり、培養個体の順化も容易であることが明らかとなった。

Table3 各培地がBC1 No.2のシュート増殖，発根率および根の発達に及ぼす影響

培地	BA濃度 (μM)	置床数	シュート数 (最小-最大)	発根 シュート数	発根率	根の発達程度 ²		
						+	++	+++
MS	0	22	1.7 (1-4)	22	100.0	6	12	4
	10	22	5.8 (3-16)	0	0.0	-	-	-
	20	22	4.3 (2-7)	0	0.0	-	-	-
	40	22	3.2 (1-9)	0	0.0	-	-	-
1/2(WPM+MS)	0	22	1.4 (1-3)	17	77.3	7	9	1
	10	22	3.4 (1-8)	0	0.0	-	-	-
	20	22	2.2 (1-4)	0	0.0	-	-	-
	40	22	2.0 (1-5)	0	0.0	-	-	-
WPM	0	22	1.3 (1-2)	8	36.4	3	5	0
	10	22	2.3 (1-5)	0	0.0	-	-	-
	20	22	1.8 (1-4)	0	0.0	-	-	-
	40	22	1.7 (1-4)	0	0.0	-	-	-

²発達の程度は目視により次のように区分した (+: 1本程度 ++: 3本程度 +++: 5本以上)

2. 紫芋焼酎粕の性質と酢酸発酵によるアルコール除去法の検討

紫芋焼酎粕は、食品機能性成分であるアントシアニン色素を豊富に含んでいる。この紫芋焼酎粕の液分は、清澄かつ鮮やかな色調であり飲料としての利用が期待される。焼酎粕を飲料原料として用いるためには、衛生的に取り扱う必要があり、未成年やドライバーなどが飲用する場合を考慮するとアルコールフリーであることが求められる。

本研究は、本格焼酎“阿蘇之魂”の紫芋焼酎粕を原料とする飲料開発で、焼酎粕の取り扱いおよび焼酎粕液分中のエタノールを酢酸発酵での除去を検討した。常圧蒸留後の焼酎粕は高温であり、衛生面において問題はないが、製造ロットにより色調が異なった。焼酎粕の色調は、もろみの成分や保管容器の材質および温度管理の影響があった。酢酸菌 *Acetobacter pasteurianus* NBRC 3283 株を用いた酢酸発酵による焼酎粕中のエタノール除去は、酢酸菌の培養条件、酢酸菌接種量の影響、および焼酎粕と焼酎粕液分での処理の比較を検討した。紫芋焼酎粕をアルコールフリー飲料にするためには、焼酎粕を藪田式濾過圧搾機で固液分離し、得られた焼酎粕液分に少量の酢酸菌を用いた酢酸発酵でアルコールを除去する方法が望ましいと考えられた。

IV. 総括

これまでに種々の植物由来成分を単離・精製し、*in vitro* 実験において抗酸化活性、AGEs 生成抑制効果を測定してきた。特に今年度は、ハマヒルガオやタイワンレンギョウに含まれる有効成分の単離・構造決定を行い、成分の効果を検討した。また、イグサでは抗酸化・抗炎症硬化を検討し、リポキシゲナーゼ、ヒアルロニダーゼ阻害活性を示すことが明らかとなった。さらにスイゼンジノリおよびサラシアにおいて、動物試験による AGEs 生成抑制効果の検討を行った結果、それぞれの抽出物に抗糖尿病作用が認められた。次年度は、新たな植物・食品成分の有効性の検討を引き続き行いつつ、これまでに得られた機能性成分のさらなる有用性を検討していく予定である。

また、今年度ラズベリーにおいて行われた東海大学オリジナル機能性食品の創出を目指した品種改良や、焼酎粕のエタノール除去法の検討については次年度も継続して行っていく予定である。

V. 業績

【学会発表】

1. 野原稔弘、藤原章雄、池田剛、村上光太郎、小野政輝、抗腫瘍性 *Allium* (Onion, Welsh Onion, Garlic) Sulfides、第 57 回天然有機化合物討論会、2015 年 9 月 (神奈川県)
2. 小野政輝、秋山耕介、峯野知子、大川雅史、金城順英、吉満 齊、野原稔弘、ルコウソウ種子のコンボルブリン画分の Indium(III) Chloride 処理生成物に関する研究 (5)、日本生薬学会第 62 回年会、2015 年 9 月 (岐阜)
3. 野原稔弘、藤原章雄、池田剛、村上光太郎、小野政輝、トマトサポニンの研究 缶、ジュース中のトマトサポニンの新サポゲノールについて、日本生薬学会第 62 回年会、2015 年 9 月 (岐阜)
4. 野原稔弘、藤原章雄、池田剛、村上光太郎、小野政輝、中野大輔、金城順英、抗腫瘍性 *Allium* Sulfides (32) Garlic Peculiar Sulfoxides について、第 32 回日本生薬学会九州支部大会 2015 年 11 月 (熊本)
5. 森元大樹、執行みさと、金子博、安田伸、小野政輝、國武久登、小松春喜、ラズベリー‘ワインダーベイレッド’と我が国自生ナワシロイチゴの戻し交雑より得られた BC1 系統の形態と果実特性、園芸学会平成 27 年度秋季大会 2015 年 9 月(徳島)
6. 登島早紀、青木陽、布施拓市、小松春喜、坂寄潮、平野智也、國武久登、キイチゴ育種素材としての黒ラズベリー果実の評価、園芸学会平成 27 年度秋季大会 2015 年 9 月(徳島)
7. 布施拓市、青木陽、津田浩利、吉岡克則、小松春喜、平野智也、國武久登、ブルーベリーと在来野生種シャシャンボとの節間雑種におけるアスコルビン酸含量、園芸学会平成 27 年度秋季大会 2015 年 9 月(徳島)
8. 城戸皓大、青木陽、布施拓市、本勝千歳、小松春喜、吉岡克則、平野智也、國武久登、ブルーベリーと在来野生種シャシャンボとの節間雑種における SSR マーカーを使用した遺伝的解析、園芸学会平成 27 年度秋季大会 2015 年 9 月(徳島)
9. 上田裕人、丸田梨愛、酒井温子、松田靖、村田達郎、黒田泰弘、椛田聖孝、小野政輝、井越敬司、安田伸. 品種の異なるヤーコン葉部の α -グルコシダーゼ阻害作用と相関性の検討. 2015 年度(第 19 回)生物機能研究会 2015 年 7 月(佐賀) 学生ポスター賞受賞
10. 多賀 直彦、岩下 小太郎、小林 直幹、三好 清胤、椛田 聖孝、村田 達郎、芝田 猛、荒木 朋洋、安田 伸、松田 靖、本田 憲昭. 飲料開発のための紫芋焼酎粕の性質と酢酸発酵によるアルコール除去. 2015 生物工学会大会 2015 年 9 月(鹿児島)

11. Sugawa H, Ohno R, Maejima K, Saigusa M, Yamanaka M, Nagai M, Yoshimura M, Amakura Y, Nagai R. Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) extract inhibit the formation of AGEs *in vitro* and *in vivo*. 12th Asian Congress of Nutrition (International Union of Nutritional Sciences). May 2015(Kanagawa)
12. Maejima K, Ohno R, Moroishi N, Sugawa H, Saigusa M, Yamanaka M, Nagai M, Yoshimura M, Amakura Y, Nagai R. Mangosteen pericarp extract inhibits the formation of AGEs and improves skin conditions. 12th International Symposium on the Millard Reaction (ISMR). September 2015(Tokyo)
13. 須川 日加里, 古澤 知里, 木下 奨, 白河 潤一, 荒川 翔太郎, 永井 竜児. STZ 誘発糖尿病マウスを用いた AGEs 生成抑制効果の評価系について. 第 70 回日本栄養食糧学会大会 2016 年 5 月 (兵庫)
14. 須川 日加里, 松田志織, 白河 潤一, 木下 奨, 荒川 翔太郎, 椋田 聖孝, 永井 竜児. スイゼンジノリ摂食による 1 型糖尿病マウスの水晶体中 CML 蓄積抑制効果について. 第 170 委員会レドックスライフイノベーション 2016 年 8 月(熊本)
15. 安田伸. 発酵食品の抗腫瘍作用に関する研究. 食品科学教育協議会第 22 回研究会 2015 年 4 月 (大阪) 依頼講演

【論文】

1. Furusawa C, Yasuda S, Tsuji H, Ito S, Miyashita H, Yoshimitsu H, Nohara T, Ono M. A new triterpenoid glycoside from the leaves and stems of *Duranta repens*. *Nat. Prod. Res.*, **30**, 246–250, 2016.
2. Nohara T, Fujiwara Y, Zhou J.-R., Urata J, Ikeda T, Murakami K, El-Aasr M, Ono M. Saponins, Esculeosides B-1 and B-2, in Tomato Juice and Sapogenol, Esculeogenin B₁. *Chem. Pharm. Bull.*, **63**, 848–850, 2015.
3. Ono M, Takigawa A, Muto H, Kabata K, Okawa M, Kinjo J, Yokomizo K, Yoshimitsu H, Nohara T. Antiviral Activity of Four New Resin Glycosides Calysolins XIV–XVII from *Calystegia soldanella* against Herpes Simplex Virus. *Chem. Pharm. Bull.*, **63**, 641–648, 2015.
4. Sugahara S, Ueda Y, Fukuhara K, Kamamuta Y, Matsuda Y, Murata T, Kuroda Y, Kabata K, Ono M, Igoshi K, Yasuda S. Antioxidant effects of herbal tea leaves from yacon (*Smallanthus sonchifolius*) on multiple free radical and reducing power assays, especially on different superoxide anion radical generation systems. *J Food Sci*, **80**, C2420-C2429, 2015.
5. Takeda S, Takeshita M, Matsusaki T, Kikuchi Y, Tsend-Ayush C, Oyunsuren T, Miyata M, Maeda K, Yasuda S, Aiba Y, Koga Y, Igoshi K. *In vitro* and *in vivo* anti-*Helicobacter pylori* activity of probiotics isolated from Mongolian dairy

products. *Food Sci Technol Res.*, **21**, 399-406, 2015.

6. Yamanaka M, Shirakawa J, Ohno R, Shinagawa M, Hatano K, Sugawa H, Arakawa S, Furusawa C, Nagai M, Nagai R. Soft-shelled turtle eggs inhibit the formation of AGEs in the serum and skin of diabetic rats. *J Clin Biochem Nutr.*, **58**, 130-134, 2016.
7. 西村龍彦、上田裕人、椛田聖孝、小池晶琴、小野政輝、井越敬司、安田伸. 食用イグサの *In vitro* での α -アミラーゼおよび α -グルコシダーゼ阻害作用. 東海大学紀要農学部, **35**, 1-7, 2016.