

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24580365

研究課題名(和文) 薬用植物の高効率生産のための生育ステージ別環境制御技術の開発

研究課題名(英文) High efficient production of medicinal plants on different growth stages under controlled environment

研究代表者

彦坂 晶子 (Hikosaka, Shoko)

千葉大学・園芸学研究科・准教授

研究者番号：50345188

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：生薬原料になる薬草のうち、地下部を利用する甘草および地上部を利用するニホンハッカについて、栽培時の地上部および地下部の環境を制御することで、目的とする薬用成分濃度を高める研究を実施した。甘草については、温室試験および人工環境下での試験により、地上部への紫外線(UV)照射、地下部の低温処理、収穫後の貯蔵、乾燥温度について検討し、主要薬用成分であるグリシルリチンやそれ以外の薬用成分濃度を高められる環境条件を明らかにした。ニホンハッカについて、地上部へのUV照射によって、葉の外観を損なわない状態で薬用成分であるメントール濃度を高める波長、強度、時間帯を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：The root of Chinese licorice (*Glycyrrhiza uralensis*) is used worldwide as a medicinal herb. The goal of this study was to understand changes in the concentrations and compositions of four medicinal compounds in the root of Chinese licorice during pre- and post-harvest treatment. This study provided an approach to increase the target compound concentrations in Chinese licorice for different market demands (drugs, cosmetics, and food).
Mentha arvensis L. var. *piperascens*, known as Japanese mint, belongs to the Lamiaceae family with high menthol content. The present study was carried out to elucidate the optimal UV irradiation techniques (wavelength, intensity and irradiation period) for essential oil (menthol) production in the leaves of Japanese mint under controlled environment.

研究分野：植物環境調節

キーワード：薬用植物 甘草 グリシルリチン 環境制御 紫外線(UV) ニホンハッカ メントール

1. 研究開始当初の背景

これまで日本で医薬品や健康食品などに利用されている薬用植物の多くは、国外の野生株や露地栽培株を採取・輸入することでその需要をまかなってきた。近年、これら輸入品の収穫量の変動や品質の安定性、残留農薬などが問題となっている。また、生物多様性条約により遺伝資源へのアクセスと利益配分の議論が活発化し、薬用植物の主要輸出国であった中国をはじめ、多くの国で野生の薬用植物の採取・輸出が規制され始めた。

そこで日本の国内需要のほぼ全てを輸入に頼っているカンゾウ(甘草)をはじめ、主要な薬用植物を日本国内で安価でかつ安定的に供給するためには、温室などの生産施設で効率的に栽培する技術開発が急務となっている。しかし、野生に近い多年生の薬用植物も多く、安定的に種苗を生産し、自然環境下よりも短期間に成長させ、薬用成分を高濃度化させるためには、従来施設園芸などで蓄積されている栽培技術に加え、新規の環境制御技術の開発・導入が必須と考えられる。

2. 研究の目的

園芸作物の効率的な栽培技術の確立を担う農学系分野では、薬用植物の栽培化に関する研究事例は極めて少なく、環境制御技術によって、増殖から収穫までの各生育ステージを通じて生産を効率化するための研究開発はほとんど行われていない。申請者らの研究グループでは、これまで温室環境や人工環境における環境制御技術に関する研究や、野菜、花、穀物などの環境応答に関する研究を重ねている。また、生育ステージの一部ではあるが、薬用植物(セント・ジョーンズワートやニホンハッカ、アカジソ、カンゾウ)についての研究実績がある。これらの研究から得た知見をもとに、薬用植物の生育ステージごとに光と温度の複合的な環境制御を行い、目的部位の収量を高め、薬用成分の最適な発現・蓄積を目指す。

薬用植物を安定的に国内生産するためには、各生育ステージ(増殖、成長、分配、蓄積)での環境要因を最適化する制御技術が必要である。しかし、生育ステージごとの環境要因と薬用植物の成長や薬用成分濃度の関係を解明した研究事例は少なく、栽培技術を確認するための知見が不足しているのが現状である。また、薬用植物の利用部位は葉や果実だけでなく、根なども多い。

そこで、本研究では、施設園芸分野で開発・発展してきた葉菜類、果菜類、根菜類の栽培技術や養液栽培、組織培養の技術を基盤技術として導入し、さらに薬用植物に独特な薬用成分の発現・蓄積を最大にするための高度な生育環境制御技術を開発する。

3. 研究の方法

利用部位の異なる主要な薬用植物として、長日植物で葉を利用する一年性草本のニホンハッカ、冬季休眠性で根を利用する多年性草本のカンゾウ(甘草)を供試した。



生育ステージ(増殖、成長、分配、蓄積)ごとに光(光質、明期、光強度)と温度(地上部の気温および地下部の地温または水温)を変化させ、苗の増殖効率、光合成速度、目的部位への分配率、薬用成分の発現・蓄積、他の成分との競合・分配について考察し、薬用成分の収量を最大にするための生育環境条件を見出す。

本研究では、薬用植物の二次代謝産物蓄積を促す環境要因として、これまでの機能性野菜などでの知見をもとに、紫外線を含めた幅広い波長域で光質実験を行い、成長と薬用成分の蓄積とを共に達成する環境制御技術を開発する。

また、日長反応や葉の形態形成、光合成などに影響する光(光質、明期、光強度)と成長速度や光合成産物の分配に影響する温度(地上部の気温および地下部の地温または水温)を環境要因に選び、苗の増殖効率、光合成速度、目的部位への分配率、薬用成分の発現・蓄積、他の成分との競合・分配について考察し、薬用成分の収量を最大にするための生育環境条件を見出す。

これまで機能性野菜などの研究では、短期間の紫外線照射によるビタミンや色素の増加などの知見がある。そこで本研究においても、薬用植物の二次代謝産物蓄積の環境要因として、可視光に加えて紫外光(線)を含めた光質の実験を行い、成長と薬用成分の蓄積とを共に達成する環境制御技術を開発する。

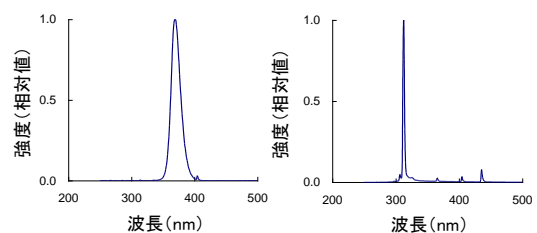


図1 本研究で主に用いた紫外線(UV)蛍光灯の波長特性。

左: UV-A 蛍光灯 (F20T12BLB; Philips Co., Ltd., ピーク波長 360 nm)

右: UV-B 蛍光灯 (TL20W/01RS; Philips Co.,

Ltd., ピーク波長 310 nm)
 UV の試験では、これらの光源を明期または暗期中に照射した。

4. 研究成果

生薬原料になる葉草のうち、地下部を利用する甘草および地上部を利用するニホンハッカについて、栽培時の地上部および地下部の環境を制御することで、目的とする薬用成分濃度を高める研究を実施した。

■ UVの照射強度

- UV-A: 4.40 W m⁻² (日積算量が屋外年平均の1/3)
- UV-B: 0.36 W m⁻² (日積算量が屋外年平均と同じ)
- *栽培パネル面上(36点)での平均値

■ 試験区

UV照射なし: Cont. (対照区)

UV波長	照射時間帯	
	明期(L)	暗期(D)
UV-A (A)	AL	AD
UV-B (B)	BL	BD

UV照射時間: 12 h/d、4日間

(1) 甘草について

温室試験および人工環境下での試験により、地上部への紫外線 (UV) 照射、地下部の低温処理、収穫後の貯蔵、乾燥温度について検討し、主要薬用成分であるグリシルリチンやそれ以外の薬用成分濃度を高められる環境条件を明らかにした。



10 DATのBM(左)およびBH区(右)の甘草の葉の様子

(2) ニホンハッカについて

「薬用成分を高含有する系統の増殖および増殖に適した環境要因の解明」として、精油濃度および精油中のメントール濃度が高いという報告(北海道農試)のあるニホンハッカ3品種(‘あやなみ’、‘さやかぜ’、‘わせなみ’)を遺伝資源研より購入し、それらの増殖効率、匍匐性、分枝性、生育速度を調査した。本試験では葉を残した組織片を無糖の培地に挿し木し、光、気温、二酸化炭素条件を変えた環境で増殖し、適した増殖条件を確立した。また、その後の養液栽培条件も検討し、安定した増殖系を確立した。

3品種の比較の結果、‘さやかぜ’が他の品種よりも葉への光合成産物の分配が多く、節間長が短く、匍匐性がなく(立性)、密植栽培に適した草姿となった。メントール濃度も‘さやかぜ’が他の品種より高く、本研究での試験対象品種とした。

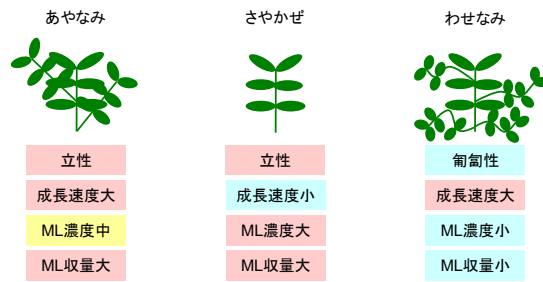


図2 ニホンハッカ3品種の特徴

いくつかの植物種で成分濃度の増加報告のあるUV処理について、ニホンハッカのメントール濃度の増加が可能か検討した。具体的には、葉の外観に支障がなく、メントール濃度および抗酸化能の高いニホンハッカの葉を生産するのに適したUV波長、照射強度について数段階の試験区を設けて実施した。

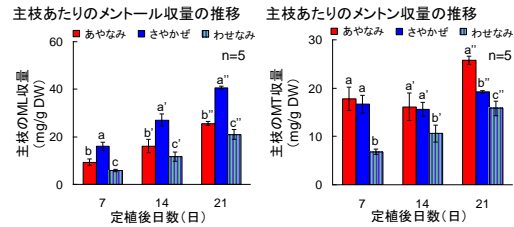


図3 3品種の精油成分

また、UV-AおよびUV-Bのそれぞれについて照射強度を変え、さらに照射時間帯を明期または暗期に変えた試験を実施した。その結果、葉位によって影響が異なることが明らかとなり、葉齢を加味した試験区設定が必要であることが示唆された。

UV-AまたはUV-Bの明期、暗期の試験について追試を実施し、葉齢の若い葉に照射することでメントール濃度が高くなること、明期より暗期照射の効果が大きいことが明らかとなった。

■ 相対増加率(P_{inc})の求め方

【MLの例】

$$P_{inc}(\%) = \frac{ML濃度(mg/gDW) - Cont.のML濃度(mg/gDW)}{Cont.のML濃度(mg/gDW)} \times 100(\%)$$

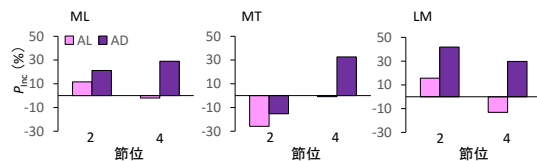


図 UV-Aによる精油成分濃度の変化

AL:明期照射、AD:暗期照射

以上の試験から、地上部へのUV照射によって、葉の外観を損なわない状態で薬用成分であるメントール濃度を高める波長、強度、時間帯を明らかにした。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 3 件)

①彦坂 晶子、植物工場による漢方製剤用薬用植物の生産、2015、日本化学会第 95 春季年会アドバンスト・テクノロジー・プログラム 3A 植物工場の新展開 (3 月 26 日(木)~29 日(日)日本大学 理工学部船橋キャンパス/薬学部)

②小川 瑛利子、彦坂 晶子、後藤 英司、人工環境下での明期または暗期における UV 照射がニホンハッカの薬用成分濃度に及ぼす影響、2014、日本生物環境工学会 2014 年東京大会講演要旨、98-99 (2014 年 9 月 8 日~11 日 (木) 明治大学駿河台キャンパス)

③小川 瑛利子、彦坂 晶子、石神 靖弘、後藤 英司、人工環境下における暗期 UV 照射がニホンハッカの薬用成分濃度に及ぼす影響—UV 強度、照射日数—、2014、日本農業気象学会 2014 年全国大会 (北大大会) 講演要旨、67 (2014 年 3 月 17 日 (月) - 21 日 (金) 北海道大学)

④小川瑛利子・彦坂晶子・後藤英司. (2013). 人工環境下におけるニホンハッカの生育および精油成分の品種間差異. 日本生物環境工学会 2013 年高松大会講演要旨: 116-117 (2013 年 9 月 2 日(月)~5 日(木) 香川大学幸町キャンパス)

⑤彦坂晶子・吉野千里・孫蕊・後藤英司・澤田裕樹・工藤善・大野貴子・早雲まり子・吉松嘉代・河野徳昭・乾貴幸・川原信夫. (2013). 温室環境下におけるカンゾウの生育および薬用成分の季節変動と補光効果. 日本生物環境工学会 2013 年高松大会講演要旨, p 118-119 (2013 年 9 月 2 日(月)~5 日(木) 香川大学幸町キャンパス)

[その他]

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

彦坂 晶子 (HIKOSAKA, Shoko)

千葉大学・大学院園芸学研究科・准教授

研究者番号: 50345188

(2) 研究分担者

石神 靖弘 (ISHIGAMI, Yasuhiro)

千葉大学・大学院園芸学研究科・助教

研究者番号: 50361415