

植物工場における高付加価値植物の生産技術開発

研究期間:2004~2019年

研究背景・目的

1. 概要

閉鎖空間における人工環境下において露地栽培では実現不可能な高付加価値植物の生産に必要な技術を開発しています。開発項目は環境制御技術および生体計測技術です。対象品種は葉菜および薬用植物です。各種センサーからの生体情報を基に植物栽培に最適な環境制御を行うSpeaking Plant Approachを実践することを目標としています。

2. 新規性

品質の指標として植物の概観だけではなく含有成分に着目し、薬用植物に含まれる薬効成分含量の増大と葉菜中の硝酸イオン濃度の低減を目指しています。内容成分濃度の新たな検出法として、近赤外線分光法および光散乱画像計測法を使用した非破壊計測法を開発しています。将来的にはこの計測法から得られた結果を環境制御にフィードバックし、植物に必要な環境を適時与える次世代型植物工場の基盤技術とする予定です。

実験概要



図1 人工気象器内における薬用植物栽培

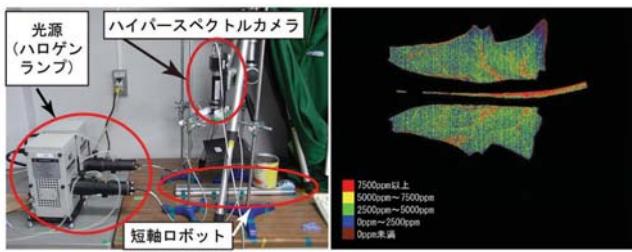


図2 葉面内硝酸イオン濃度分布の計測



図3 レタス個体の近赤外スペクトル測定

結果と考察

2019年現在、薬用植物の栽培研究を主に進めています（図1）。当研究室は2009年の植物工場第3次ブームの時代に野菜ではなく薬用植物の生産を提唱した数少ない研究機関です。現在では薬用植物を生產品種として研究する機関が増え、企業からの研究相談件数や企業主催の講演会で講演する機会が増えております。野菜内硝酸イオン濃度の非破壊計測は葉内の1点、葉面全体および個体全体の3種のスケールで測定する手法を開発しました。葉面全体の濃度分布はハイパースペクトルカメラにより（図2）、他の2通りの測定は汎用の近赤外分光計を使用します。個体全体の測定では栽培期間中の連続測定を行いました（図3）。光散乱画像計測法は球根内のデンプン濃度計測に適用しており、開発中の技術です。この手法は成果物の糖度や硬度の測定のために研究開発が進んでいますが、球根のデンプン濃度に適用した例は見られません（図4）。

実稼働している植物工場の多くは黒字ビジネスとなっていません。これを解決するためには生産コストの低減と生産物の付加価値向上が必要です。本研究は後者の生産物の付加価値向上を目的としています。環境制御技術と生産物の品質評価技術は生産物の高付加価値化のために車の両輪のごとくお互いに効果的に作用する技術です。これらを駆使して植物工場経営の黒字化に貢献できると考えます。

発表論文

1. C. HANAWA, Y. UNO, S. KUROKI, K. HIGASHIUCHI, M. SHIBATA, T. MATSUI, C. W. WONG, P. C. LEUNG, C. B. LAU, H. ITOH, Effect of Air Temperature during Light and Dark Periods on the Iridoid Glycoside Content of *Hedyotis diffusa*, Environmental Control in Biology, 56 (2), 73-79, 2018.
2. N. KAJIKAWA, Y. UNO, S. KUROKI, S. MIYAGAWA, Y. YAMASHITA, Y. HAMAGUCHI, Y. UEDA, M. KOBAYASHI, K. KAJI, H. ITOH, Effect of Far-red Light on Saffron (*Crocus sativus L.*) Growth and Crocin Yields, Environmental Control in Biology, 56 (2), 51-57, 2018.
3. K. Higashiuchi, Y. Uno, S. Kuroki, M. Hisano, T. Mori, C. W. Wong, P. C. Leung, C. B. Lau, H. Itoh, Effect of Light Intensity and Light/Dark Period on Iridoids in *Hedyotis diffusa*, Environmental Control in Biology, 54(2), 109-116, 2016.
4. N. Kajikawa, Y. Uno, S. Kuroki, Y. Yamashita, S. Miyagawa, Y. Hamaguchi, H. Itoh, Growth Control for Saffron (*Crocus sativas L.*) Production in Plant Factory -Non-destructive Measurement of Starch Content in Corms of Saffron by Light Scattering Image-, Proceedings of the 8th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering (ISMAB), (頁数6頁), 2016.
5. C. Hanawa, Y. Uno, S. Kuroki, M. Hisano, K. Higashiuchi, T. Mori, P. C. Leung, C. B. Lau, H. Itoh, Growth Control for *Hedyotis diffusa* in a Plant Factory —Analysis of the Effect of Temperature Condition—, Proceedings of the 8th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering (ISMAB), (頁数6頁), 2016.
6. H. Itoh, K. Nomura, N. Shiraishi, Y. Uno, S. Kuroki, K. Ayata, Continuous Measurement of Nitrate Concentration in Whole Lettuce Plant by Visible-near-infrared Spectroscopy. Environmental Control in Biology, 53(4), 205-215, 2015.
7. 宮川沙千, 伊藤博通, 宇野雄一, 黒木信一郎, 宮地大樹, 北秋広徳, 植田頼親, 小林眞土, 鍛治研一, 芽の数と気温がサフラン子球生産とクロシン総量に及ぼす影響, 植物環境工学, 27(4), 204-212, 2015
8. 伊藤博通, 友田小百合, 八田朋子, 白石斎聖, 宇野雄一, ホウレンソウカルスの硝酸イオン濃度推定のためのハイパースペクトルイメージングシステムの開発, 植物環境工学, 24 (4), 233-243, 2012.
9. H. Itoh, H. Tomita, Y. Uno, N. Shiraishi, Development of Method for Non-destructive Measurement of Nitrate Concentration in Vegetable Leaves by Near-infrared Spectroscopy, Reprints of the 18th IFAC World Congress, CD-ROM(6 頁), 2011.
10. H.Itoh, S. Kanda, H. Matsuura, N. Shiraishi, K. Sakai, A. Sasao, Measurement of Nitrate Concentration Distribution in Vegetables by NearInfrared Hyperspectral Imaging, Environment Control in Biology, 48(2), 31-43, 2010.
11. 松本拓也, 伊藤博通, 白居祐希, 白石斎聖, 宇野雄一, 光質がレタス成長と野菜中硝酸イオン濃度に及ぼす影響, 植物環境工学, 22 (3), 140-147, 2010.

学会発表

1. N. Kajikawa, Y. Uno, S. Kuroki, K. Umaba, K. Zako, H. Itoh, Non-destructive Measurement of Starch Content in Saffron Corms by Analysis of Light Scattering Images, 2017 CIGR World Workshop in Matsuyama, Ehime University Tarumi Campus, Matsuyama, 2017.
2. H. Itoh, J. De Baerdemaeker, W. Saeys, Regression Models to Estimate Nitrate Ion Concentration in Vegetable Leaves, NIR2013, la Grande-Motte, France, 285-290, 2013.

研究費（JSPS科研費）

1. オミックス解析を援用したサフラン薬効成分の生合成促進のための生育制御法解明（2018-2020）
2. 水耕栽培サフランの子球肥大を促進する栽培環境の解明と優良母球の非破壊選別法開発(2013-2015)
- 3.葉面内硝酸濃度分布計測法を援用した硝酸還元酵素活性を誘導するシグナル伝達物質同定（2009-2011）