収穫後包皮付スイートコーンの弱光LED低温照射による 品質保持および旨み成分増強効果

太田浩一^{1,2}・太田万理¹・鈴木鐵也^{1,3}

¹ 光産業創成大学院大学光産業創成研究科 431-1202 静岡県浜松市西区呉松町 1955-1

² ラムダシード株式会社 431-1202 静岡県浜松市西区呉松町 1955-1 光産業創成大学院大学内

³ クイーンズランド大学健康科学部付属衛生化学研究センター

Improvement of Edible Quality and Augmentation of the Tasty Constituent (umami) of Harvested Dehusked Sweet Corn by Low Intensity LED Light Irradiation at Low Temperature

Hirokazu OHTA^{1,2}, Mari OHTA¹ and Tetsuya SUZUKI^{1,3}

¹The Graduate School for the Creation of New Photonics Industries, 1955-1 Kurematsu-cho, Nishi-ku, Hamamatsu-shi, Shizuoka-Pref., 431-1202, Japan

²Lambda Seed Co. Ltd., 1955-1, Kurematsu-cho, Nishi-ku, Hamamatsu-shi, Shizuoka-Pref., 431-1202, Japan

³The University of Queensland, Faculty of Health Sciences, National Research Centre for Environmental Toxicology, 39 Kessels Road, Coopers Plains, Queensland, 4108 Australia

Abstract

The present study was undertaken to develop an effective preservation system for sweet corn kernels by taking advantage of the properties of dim LED light and cool temperature. Dehusked sweet corns (*Zea mays* L. var. *saccharata* f. Peter corn) were stored at 5°C for 4 d under a photosynthetic photon flux density (PPFD) of 1 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ using red and blue LEDs. During storage, the Brix scale was measured daily, and an amino acid analysis was carried out after 4 d storage. The Brix scales were kept high under the blue LED irradiation and cool conditions (5°C) compared to those under dark-cool conditions. Similarly, sweet corn umami was enhanced by storage under the blue LED-cool conditions, which was in good agreement with the observed increase of aspartic acid and glutamic acid, a predominant amino acid, under the same conditions. Red LED-cool conditions had also a preserving effect on sweet corn kernels but not as pronounced as the blue LED-cool conditions. However it was much better than that of dark-room temperature conditions. These results suggest that light quality during storage determines the quality of sweet corn kernel and its umami constituents. The authors propose the blue LED-cool preservation as a practical and useful technique.

Keywords: amino acid, Brix, LED, sweet corn, umami

緒 言

2007 年 10 月 29 日受付

2007 年 12 月 18 日受理

Corresponding author: Hirokazu Ohta

(hirokazu@gpi.ac.jp)

スイートコーンは収穫後の劣化が著しく早い、それは、食味に大きく影響する糖分が呼吸の基質として消費され減少する作用と、糖分がでんぷんに変化し減少する作用として知られ

ている¹⁾。このような収穫後の品質劣化を防ぐためには、収穫後できるだけ早く温度を下げ、呼吸量を低下させることが必要とされる²⁾。スイートコーンは青果物のなかでも呼吸量が大きく、また、呼吸の温度係数である Q_{10} 値が大きいため、温度降下による劣化抑制の効果は大きい²⁾。そのため米国などの産地では、予冷で品温を下げ、冷蔵保管輸送する方式がとられ、温度0℃湿度95%以上の条件で2週間程度の保管が可能とされている³⁾。

一方、Paton⁴⁾、Heins⁵⁾、Kubota⁶⁾、Kozai⁷⁾らに続くFujiwara⁸⁾らの精力的な研究の結果、緑色植物の弱光照射貯蔵の有効性が確認されている。赤色LEDを光源に用い、養液ゲルにより水分補給する方法で収穫後緑色葉菜の外観品質の維持や⁹⁾、CA (Controlled Atmosphere) 貯蔵条件と弱光照射条件を最適化することで、収穫後葉菜やセル成型苗の品質を高く維持することが可能となっている¹⁰⁾。また低温下での赤色光と青色光混合による、苗の乾物重維持に必要な光量の低減効果などが示されている¹¹⁾。

低温弱光照射貯蔵の効果は、種々の花卉セル成型苗、葉菜類で報告されているが、葉付の子実青果物に対して効果があるか否かは不明である。また、植物のアミノ酸生合成のしくみは化学、分子生物学、遺伝学的アプローチによって解析されており¹²⁾、光条件がアミノ酸合成酵素の働きを制御していることが判明している。このような背景のもと、本研究では低温での弱光照射が包皮付きスイートコーンの品質変化に与える影響を調査し、LEDを光源とした簡便な装置と家庭用冷蔵庫を併用した新規貯蔵法の実用化に向けた基礎的知見を得たのでここに報告する。

材料および方法

1. 供試材料

供試材料には、ピーターコーン (*Zea mays* L. var. *saccharata*) を用いた。産地は実験年度により異なる。2006年、食味試験、糖度経日変化およびアミノ酸成分分析に用いたものは、北海道足寄市において2006年9月24日早朝に収穫されたものである。収穫地(足寄)より試験地(浜松)まで配送業者により輸送(所要時間:48時間)された。その後約5℃の冷蔵庫に保管し、包皮を剥かずただちに貯蔵試験に用いた。

また、2007年、糖度経日変化およびアミノ酸成分分析には、静岡県周智郡森町において、2007年7月12日早朝に収穫されたものを用いた。収穫後冷蔵庫に保管し、消費の実態を考慮し、当日午後保冷輸送したものを、さらに1日間冷蔵庫内に保管した後、貯蔵試験に用いた。

2. 弱光照射用光源および貯蔵条件

弱光照射用光源には、赤色LED (LXHL-LD3C, Lumileds Lighting LLC. 製, San Jose, CA, USA)、青色LED (LXHL-LB3C, 同社製)を用いた。これらは光束が等方向に分散されるよう設計されたLEDであり、砲弾型のLEDと比較すると指向性が低いのが特徴である。このような拡散された光をさらに発泡スチロール壁により散乱させることで擬似的な積分球を構成し、スイートコーンの包皮に均一に光が当たるように設計した。

発泡スチロール板を貼り合わせた10 cm×10 cm×30 cmの箱の上下に透明プラスチック板を取り付け、上面にLEDを取り付けた光照射貯蔵箱を作成した。光量は底面透明板の下に光量子計センサー (LI190SA Quantum Sensor, LI-COR, Inc., Lincoln, NE, USA) を置き、 $1 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の光合成有効光量子束密度 (PPFD) になるようLEDの電流を調整した。この状態で供試材料表面のどの場所においてもPPFDは $1 \sim 1.5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の範囲にあることを確認した。

入手したスイートコーンを、家庭用ラップ (PVC製) で包み、光照射貯蔵箱に立てて収納後、光の漏れによる他の貯蔵区との干渉を防ぐために箱全体をアルミホイルで包み、温度 $5 \pm 1^\circ\text{C}$ の冷蔵庫内に設置した。

貯蔵条件は、暗所冷蔵 (Dark & Cool: 以下 DC) を基準とし、赤色光照射冷蔵 (Red & Cool: 以下 RC)、青色光照射冷蔵 (Blue & Cool: 以下 BC) を比較対象とした。

2006年の貯蔵試験においては、スイートコーンを入手次第、実験を開始した。各貯蔵条件につき2試料を実験に用い、約4日間所定の条件で貯蔵した。また、2007年の貯蔵試験においては、通常収穫産地から輸送に1日程度かかることを想定して、収穫後約1.5日間無包装の状態で暗所冷蔵した後、約4日間所定の条件で各貯蔵条件につき2試料を貯蔵した。貯蔵終了後、各材料は包皮を剥き、ラップフィルムで包み、 -40°C で冷凍保管した。

このような貯蔵試験を2006年9月、2007年7月に各1回ずつ行った。

3. 食味試験

試験は2006年10月に行った。冷凍保管した各材料を試験開始前に電子レンジで5分加熱後、室温まで自然冷却し、各貯蔵条件の材料1本ずつを切り分け評価に用いた。暗所冷蔵 (DC) を基準として赤色光照射冷蔵 (RC)、青色光照射冷蔵 (BC) について比較した。

評価方法は“米の食味評価法”¹³⁾に則り実施した。評価者数12名6グループ、採点方法+5~-5点の11段階評価とし、採点項目は甘み、旨み、外観、香り、硬さの5条件で採点し、すべての平均を総合評価とした。これらの評価点と95%信頼区間 (95% CI) を指標として有意差を評価した。

4. 糖度測定

貯蔵試験開始日から適宜スイートコーンの皮を一部めくり、粒を約 3 g 採取した。圧搾した搾液の Brix 値を糖度計 (ポケット糖度計 Model-PAL-1, (株) アタゴ製) を用いて測定した。粒採取後のスイートコーンは PVC 製フィルムで包み、それぞれの貯蔵箱に戻し、最終日まで糖度を測定した。

5. アミノ酸分析

食味試験により、「旨み」について有意差が見られたため「旨み」成分であるアミノ酸に着目し、定量評価を行った。成分分析は 2 回異なる方法で実施した。

1 回目は、LED 光照射低温貯蔵により、変化するアミノ酸の同定を目的として、2006 年 9 月実施の貯蔵試験にて冷凍保存されていた 1 試料について、2006 年 11 月に (財) 日本食品分析センターに遊離アミノ酸 18 種分析を依頼した。アミノ酸の分析には、アミノ酸自動分析計 (JLC-500/V, 日本電子 (株)), カラム: LCR-6, 日本電子 (株)) を用いた。

2 回目は、1 回目の分析でグルタミン酸とアスパラギン酸含量の変動が確認されたため、ポストカラム誘導体化高速液体クロマトグラフ装置 (LC-20AD, (株) 島津製作所製), 蛍光検出器 (RF-10AXL, 同社製), カラム (ODS80Ts, 東ソー (株)) を用い、エキシマー蛍光誘導体化 / 高速液体クロマトグラフィーによる酸性アミノ酸の高選択的分析法¹⁴⁾により、2007 年 7 月に貯蔵実験を行い冷凍保存されていた 2 試料につき、2007 年 8 月に筆者らが分析した。

結 果

1. 食味試験

有意差を認めた項目について、各試料の平均得点および 95% 信頼区間値 (95% CI) を Table. 1 に示した。統計処理により求めた各試料平均値の 95% 信頼区間と基準とした暗所冷蔵 (DC) の値 0 との比較、および各試料間平均値の差と 95% 信頼区間との比較により有意差を評価した。

「外観」に関して、赤色光照射 (RC) は 1.30、青色光照射 (BC) は 0.67 であり、DC よりも「外観は良い」と判定され、さらに RC は BC よりも「外観は良い」と認められた。

「甘み」に関して、RC は 1.00、BC は 1.20 であり、DC よりも「甘い」と判定されたが、RC と BC との間に有意差は認められなかった。

「旨み」に関して、RC は 0.27、BC は 0.73 であり、DC と RC との間に有意差はなかった。一方、BC は DC よりも「旨い」と判定された。しかし、BC と RC との間に有意差は認められなかった。

「総合評価」は、5 項目すべての得点の和から平均を算出した値である。RC は 0.72、BC は 0.73 であり、RC、BC は

DC よりも「総合的に良い」と判定された。また、RC と BC との間に有意差は認められなかった。

残りの評価項目「香り」「硬さ」についてはすべてにおいて有意差は認められなかった。

2. 糖度の経日変化

光照射を開始した時点を 0 d として、光照射経過日数による糖度測定結果を Fig. 1 に示した。図中、* 印は暗所冷蔵 (DC) での経過日数ごとにおける Brix の有意差を示した。

Table 1 Comparison of Sensory Evaluation Score for sweet corn kernels preserved under different conditions and its 95% confidence interval (95% CI)

Preserved condition	Kernels Condition	Sweetness	Umami	Total
DC	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
RC	1.3 ^c	1 ^b	0.27 ^a	0.72 ^b
BC	0.67 ^b	1.2 ^b	0.53 ^b	0.73 ^b
95%CI	±0.64	±0.89	±0.44	±0.69

DC: Dark & Cool, RC: Red light & cool, BC: Blue light & Cool

'a, b, c' indicates significant differences as determined by 95% confidence interval ($P < 0.05$)

Fig. 1 Daily changes of Brix scale for sweet corn preserved under different conditions. Vertical bars represent standard errors of the means ($n=4$) of each day. Means with * mark are significantly different at the 5% level. DC: Dark & Cool, RC: Red light & cool, BC: Blue light & Cool

DCでは、3 d, 4 dのBrixは1 dに対して有意差が認められた (Tukeyの方法では検定できなかったため、ノンパラメトリックなクラスカル・ウォリスの方法による、 $P < 0.05$)。一方、赤色光照射冷蔵 (RC)、青色光照射冷蔵 (BC) では、1 dから4 dまですべてのBrixに有意差は認められなかった。また、RCの3 d, 4 dにおけるBrixおよびBCの3 d, 4 dにおけるBrixは、DCにおける3 d, 4 dのBrixに対して有意差が認められた。

3. アミノ酸分析

1回目のアミノ酸分析の結果をTable.2に示した。

総遊離アミノ酸含量は、DC: 342 mg/100 g, RC: 332 mg/100 g, BC: 372 mg/100 gであり、BCが最も多く、グルタミン酸、アラニン、プロリン、セリン、リジン、アスパラギン酸が主要な成分であった。最も含量の多いグルタミン酸は、DCが最も多く99 mg/100 gであり、BCでは96 mg/100 g, RCではDCより19%少ない78 mg/100 gであった。アラニンは、RCでは6.6%, BCでは9.8% DCより少なかった。プロリンはRCでは16%, BCでは4.5% DCより少なかった。セリンはRCでは12%, BCでは24% DCより多かった。リジンはDC, RC, BCでの差が小さかった。最も顕著な傾向を示したのがアスパラギン酸であり、DCに対してRCは1.5倍、BCは2.1倍に増加していた。BCにおいてはアラニンと同程度の2番目に含量の多い成分となっていた。

Table 2 Ingredient contents of free amino acid for sweet corn under different preservation conditions [mg/100 g]

Free Amino Acid	DC	RC	BC
Arginine	6	5	6
Lysine	22	21	22
Histidine	4	4	5
Phenylalanine	4	5	6
Tyrosine	11	11	9
Leucine	6	7	6
Isoleucine	3	4	4
Methionine	0	0	0
Valine	6	6	7
Alanine	61	57	55
Glycine	6	6	6
Proline	44	37	42
Glutamic acid	99	78	96
Serine	33	37	41
Threonine	9	10	10
Aspartic acid	27	41	56
Tryptophan	0	1	0
Cysteine	1	2	1
Total	342	332	372

DC: Dark & Cool, RC: Red light & cool, BC: Blue light & Cool

2回目の分析は、グルタミン酸とアスパラギン酸の定量分析を、DC, RC, BCについて行った。

1回目1試料と2回目2試料のアミノ酸分析結果を統計処理し、貯蔵条件によるグルタミン酸、アスパラギン酸含量の変化としてFig. 2に示した。グルタミン酸含量は、DC: 98.3 mg/100 g, BC: 93.3 mg/100 g, RC: 74.4 mg/100 gであり、RCはDC, BCよりも有意に少なかった (Tukeyの方法, $P < 0.05$)。同様に、アスパラギン酸含量はDC: 29.6 mg/100 g, RC: 45.3 mg/100 g, BC: 53.3 mg/100 gを示し、RC, BCはDCよりも有意に多かった。

Fig. 2 Comparison of contents of glutamic acid and aspartic acid in sweet corn kept under the different preservation conditions. The value represents the average of 3 measurements. Means with * mark are significantly different at the 5% level.

DC: Dark & Cool, RC: Red light & cool, BC: Blue light & Cool

考 察

1. 弱光照射低温フィルム包装貯蔵の効果

食味官能検査の結果 (Table. 1), 赤色光照射冷蔵 (RC) および青色光照射冷蔵 (BC) は、「外観」の保持において暗所貯蔵 (DC) より効果があることが判明した。特に RC は BC に対しても有意差が認められ、他の条件よりも効果が高くなる結果となった。この場合「外観」とは、スイートコーンの子実の状態 (色艶、はりなど) を総合した様子であり、「見た目の鮮度の良さ」である。よって、弱光照射低温フィルム包装貯蔵法は、スイートコーン子実の鮮度保持に有効であるといえる。

また、RC および BC は「甘み」において DC より効果があることが、食味官能検査により示された。糖度経日変化の結果 (Fig. 1) も、RC および BC において 1 d から 4 d の Brix に有意差がないことや、RC、BC の 4 d の Brix が DC の 4 d の Brix よりも有意に高いことを示しており、RC および BC により糖度減少が抑制され、「甘み」が保持されたといえる。

著者らの実験において実現した弱光照射低温フィルム包装貯蔵による糖分の減少効果は、1) 光補償点付近での弱光照射により CO_2 交換速度を 0 に近づけることによる青果物の呼吸の抑制¹⁵⁾ や、2) 低温度化による、糖分をでんぷんに生合成する酵素活性の低下、の複合的な効果によるものと考えている。

一方、食味官能検査の「旨み」について他条件に対して有意差があったのは BC である。アミノ酸成分分析結果の比較 (Fig. 2) からわかるように、光照射貯蔵条件により旨み成分であるグルタミン酸 (Glu) とアスパラギン酸 (Asp) 含量に有意差が認められた。青色光照射冷蔵 (BC) は、Glu 含量では DC と有意差がなく、Asp 含量では DC よりも有意に多かったことから、BC は Glu 含量に影響を与えず、Asp 含量を DC よりも増加させる効果があると認められる。一方、赤色光照射冷蔵 (RC) は、Glu 含量では DC、BC に対して有意に少なく、Asp 含量では DC に対して有意に多かったことから、RC は Glu 含量を DC よりも減少させ、Asp 含量を DC よりも増加する効果があるといえる。

野菜の「旨み」は、Glu、Asp 含量やそのバランスにより変わることが知られている¹⁶⁾。単純に上記含有量が増加しただけでは「旨み」に効果的とは判断できないが、スイートコーン中の Glu および Asp 含量が光照射貯蔵条件に応じて変わることが明らかとなり、今回の貯蔵条件のなかで、最も旨いと感じられる旨み成分の含量やバランスを作成する効果があったのが BC であったと考えている。

2. 光質によるアミノ酸成分変化

貯蔵中に照射する光質 (本研究では赤色光と青色光) により、合成されるアミノ酸のバランスが変動することが確認された (Fig. 2)。暗所冷蔵と比較して、青色光照射冷蔵では Asp は増加し、Glu は変わらない。一方、赤色光照射冷蔵では Asp が増加し、Glu は減少することが判明した。ただし、増加したアミノ酸が合成されたものか、分解によるものかについては、本実験では明らかになっておらず、今後の検討課題である。

Temple, S. J. ら¹²⁾ は、植物のアミノ酸生合成において、無機窒素の同化アミノ酸への取り込みは動的な過程であり、光条件などの外的要因や、炭素や窒素の同化産物の貯蔵量という内的要因によって制御される窒素同化経路モデルを提唱している。

Suzuki ら¹⁷⁾ は、暗所に順化したとうもろこしの子葉に、白色光照射 ($300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)、赤色光照射 (6 W m^{-2})、もしくは暗所で 72 h 保管した子葉中のアミノ酸含量を調べ、光質によって総アミノ酸含量が異なること、さらにアミノ酸組成も大きく変化することを示し、これらのことはフェレドキシン依存性グルタミン酸シターゼの挙動と連動していたと報告している。特に赤色照射においては暗所保管と比較して、Glu は減少し Asp は増加することを認めており、今回の筆者らの子実体を対象とした実験結果 (Fig. 2) と同様の傾向を示している。

また、光合成反応において青色光が赤色光よりも優位に機能することも報告されており、たとえば、シラカバ組織培養苗の実験において、光質がクロロフィルの密度を高めることや、クロロプラストからの炭酸固定物の移動に影響を与えることにより、青色光の光合成能が赤色の倍程度である¹⁸⁾ という報告や、エンドウマメに青色光を照射し順化させた葉において、細胞あたりの Ribulose-1, 5-Bisphosphate Carboxylase/oxygenase (Rubisco) 量が赤色光を照射したものよりも大きいとの報告もある¹⁹⁾。

これらの報告も示しているように、光質による光合成反応や窒素固定反応への影響が、今回筆者らの実験で示した糖分減少の抑制やアミノ酸組成の違いに大きく影響したものと推察している。このようなことを踏まえて、今後、収穫後野菜における光質によるアミノ酸組成変化のメカニズムの解明が必要と考えている。また、筆者らの実験のような低温、弱光で、包皮中蓄積成分の子実への転流が起きるかどうかは、現時点では不明であり、今後の研究の進展が待たれる。

本研究の結果は、家庭用冷蔵庫の温度帯、簡易なフィルム包装、 $1 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 程度の弱い光照射を複合的に利用することで実現したものである。装置が簡便であり、必要なエネルギーもわずかで済む実用的な貯蔵方法により、スイートコーンの早い鮮度劣化を抑制し、さらに食味保持、食味成分の

増強を実現したという点において、意義深い結果であると考えている。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、貴重なアドバイスや議論を頂いた光産業創成大学院大学光産業創成研究学科 牧野孝宏教授、藤田和久准教授、大塚周二助教に、ここに記して感謝の意を表する。

引用文献

- 1) Olsen, DK., Giles, JE., Jordan, RA. Post-harvest carbohydrate changes and sensory quality of three sweet corn cultivars. *Scientia Horticulturae*. 44: 179–189. 1990.
- 2) Salunkhe, DK., Desai, BB. Vegetables: General considerations. In: *Postharvest biotechnology of vegetables Vol.2*, CRC Press Inc., Florida. 35–53, 1984.
- 3) Spalding, DH., Davis, PL., Reeder, WF. Quality of Sweet Corn stored in controlled atmospheres or under low pressure. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 103(5): 592–595. 1978.
- 4) Paton, F., Schwabe, BB. Storage of cutting of pelargonium × hortorum bailey. *J. Hortic. Sci.* 62(1): 79–87. 1987.
- 5) Heins, R., Lange, N., Wallace, TF., Jr., Carlson, W. In: *Plug Storage*, Greenhouse Grower, Ohio. 19, 1994.
- 6) Kubota, C., Kozai, T. Low-temperature storage for quality preservation and growth suppression of broccoli plantlets cultured in vitro. *Hort. Science* 29: 1191–1194. 1994.
- 7) 古在豊樹, 久保田智恵利, 酒見幸助, 富士原和宏, 北宅善昭. 弱光下低温貯蔵によるナスセル成型苗の生長抑制および苗質維持. *生物環境調節*. 34(2): 135–139. 1996.
- 8) 富士原和宏. 緑色植物の弱光照射 CA 貯蔵に関する実証研究. *生物環境調節*. 42(4): 353–356. 2004.
- 9) 富士原和宏, 高久晃一, 飯本光雄. 収穫後チャービル
- の低温貯蔵に対する弱光照射用光源としての赤色発光ダイオードおよび養液ゲル利用による無機養分供給の有効性. *生物環境調節*. 37(2): 137–141. 1999.
- 10) 富士原和宏, 磯部佐保子, 飯本光雄. CA および赤色発光ダイオード弱光照射が低温貯蔵中のトマト接ぎ木セル成型苗の外観品質に及ぼす影響. *生物環境調節*. 37(3): 185–190. 1999.
- 11) Fujiwara, K., Sawada, T., Kimura, T., Kurata, K. Application of an automatic control system of photosynthetic photon flux density for LED-low light irradiation storage of green plants. *Hort Technology*. 15(4): 781–786. 2005.
- 12) Temple, SJ., Vance, CP., Gantt, JS. Glutamate synthase and nitrogen assimilation. *Trends in plant science*. 3(2): 51–56. 1998.
- 13) 米の食味評価法. 日本食品工業学会食品分析法編集委員会編. *食品分析法*. 光琳, 東京. 595–604. 1982.
- 14) 吉田秀幸, 堀田佳代子, 轟木堅一郎, 能田 均, 山口政俊. エキシマー蛍光誘導体化 / 高速液体クロマトグラフィーによる酸性アミノ酸の高選択的分析. *分析化学*. 52(12): 1113–1119. 2003.
- 15) 富士原和宏, 磯部佐保子, 飯本光雄. トマト接ぎ木セル成型苗の品質維持のための弱光照射 CA 貯蔵最適条件. *生物環境調節*. 39(2): 111–120. 2001.
- 16) 奥村信二, 江口卓也, 小川若子. トマトの呈みを有する飲食品又は調味料の製造法. 特許公告. No. 43–11731.
- 17) Suzuki, A., Rioual, S., Lemarchand, S., Godfroy, N., Roux, y., Boutin, J. P., Rothstein, S. Regulation by light and metabolites of ferredoxin-dependent glutamate synthase in maize. *Physiologia Plantarum*. 19: 524–530. 2001.
- 18) Sæbø, A., Krekling, T., Appleman, M. Light quality affects photosynthesis and leaf anatomy of birch plantlets in vitro. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 41:177–185. 1995.
- 19) Lopez-Juez, E., Hughes, MJG. Effect of Blue light and Red light on the control of chloroplast accmilation of light-grown pea leaves to increased fluence rates. *Photochemistry and Photobiology*. 61(1): 106–111. 1995.