

有色発光ダイオード照射下における植物のアミノ酸生成

兵庫県立神戸高等学校 2年 小河優希 楠木涼太 富永幹土 福田陽大

研究目的

近年、植物工場で有色発光ダイオードを用いた効率の良い植物栽培が注目されている。その一例として、赤色と青色のPPFD比を10対1にしたLEDを照射すれば、太陽光やLEDの単色光よりも葉の大きさや乾物重の面で生長するということが挙げられる。しかし、それらの条件で育てられた植物の呈味成分についての文献は数少なく、良く育つからといって、光合成が活発に起こっているとは限らない。そこで、呈味成分のうちアミノ酸の1種であるグルタミン酸の生成と有色発光ダイオードの照射の関係を研究することにした。

研究方法

予備実験1

播種後、植物の高さが約1cm程度に育つまで人工気象器で育苗する。その後、専用の用地にそれらを移し替えて、光質(白赤青)を除く植物の生長に関わる条件を一定に保った状態でそれぞれの単色光を照射し続けて植物(サニーレタス)を生育し、1週間後、その植物の外的変化(伸長率・葉の大きさ)より生育度を評価する。
*それぞれの単色光でPPFDの値は同じである必要があるため、必要に応じて植物から光源までの距離は異なる。

〈インキュベーター内の様子〉 白色LED(R:B:G=1:1:1)



予備実験2

本実験で植物に含まれるアミノ酸ニンヒドリン発色法を用いて定量するにあたって、実験方法の確立を兼ねて、実際に市販のサニーレタスからどのくらいの量のアミノ酸(グルタミン酸)が含まれているのか検証する。

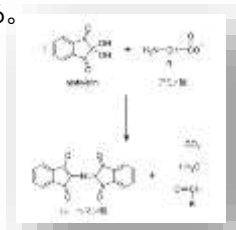
〈ニンヒドリン発色法によるアミノ酸の比色定量分析方法〉

溶出したグルタミン酸をニンヒドリンと反応させて、そこで生じた紫色の色素の吸光度を測定する。

- ① グルタミン酸標準溶液(50 $\mu\text{g}/\text{ml}$)を0~20 μl と蒸留水計1.0mlを容量20mlの試験官にとる。
- ② 同じ試験官にニンヒドリン溶液0.5mlと塩化スズ溶液0.5mlを入れ、激しく攪乱する。
- ③ 試験官の口にビー玉を乗せて、80 $^{\circ}\text{C}$ で30分加熱する。
- ④ 速やかに水道水中に入れて冷却し、室温に戻したのち、希釈液(2-プロパノールと蒸留水を1:1で混合したもの)をそれぞれ5.0ml加え、均一に攪乱する。
- ⑤ まずは、肉眼で比色する。
- ⑥ 分光光度計で570nmの波長で吸光度を求める。
- ⑦ 検量線を作成する。
- ⑧ 今度はサニーレタスの試料溶液で同様の過程を行い、試料液中の総アミノ酸量を求める。

本実験

予備実験2で得られた一定量のサニーレタスに含まれる具体的な総アミノ酸量を参考に、予備実験1と同様の条件で植物を生育し、総アミノ酸総量を定量する。



この実験で用いる光の混合比は以下の通りである。

	①	②	③
R	3	5	10
B	1	1	1

図1

仮説

先行研究によると、赤色と青色のPPFDの比(R/B比)が10の時に成長率は高くなるが、光合成速度やクロロフィル含有量はR/B比が、5の時に最も高くなっている。このことから植物が成長しているとき、必ずしも光合成が活発に行われているわけではないと考えられる。グルタミン酸は光合成が活発に行われるほうが含有量が多くなると考えられるので、R/B比が5の時に最も多くなり成長率の最適比と異なると思われる。

結果

現段階では、予備実験2の検量線を作成したところである。肉眼で比色した場合、下の通りになった。

右から0、5、10、15、20 μl のグルタミン酸標準溶液



次に、570nm(紫色)の波長で吸光度を求め、検量線を作成した。結果は以下の通りである。

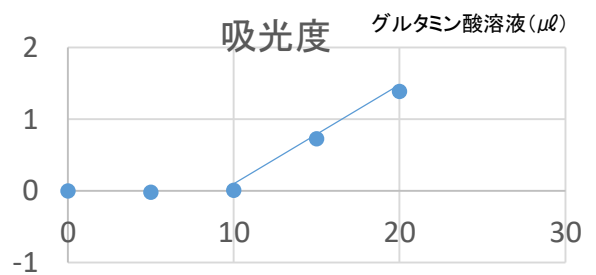


図2

肉眼で見てわかるように、グルタミン酸溶液を15、20 μl 含んだ溶液で発色反応が見られ、また、吸光度の値から15~20には比例関係があると思われる。

今後の課題

- 植物の外的変化やアミノ酸生成が1週間のうちに有意的な変化がみられるかどうか曖昧である。
- ニンヒドリン発色法でグルタミン酸以外の物質(アンモニア、ペプチド、尿素、たんぱく質)が反応してしまうこと知られている。それらの物質が今回の研究において多量に検出される場合、実験結果に大きく影響が出る可能性がある。
- 時間が限られているため、実験回数を重ねることが難しく、実験結果に信ぴょう性が得られない。

謝辞 神戸大学人間発達環境学食環境学研究室 白杉直子教授 神戸高校サイエンスアドバイザーの方々