

温度, 光ストレスがCattleyaおよび
Cymbidium葉の抗酸化酵素活性に及ぼす影響

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2008-02-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 李, 進才 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/2554

氏 名（国籍）	李 進 才（中華人民共和国）
学 位 の 種 類	博士（農学）
学 位 記 番 号	農博甲第213号
学 位 授 与 年 月 日	平成13年3月13日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当
研 究 科 及 び 専 攻	連合農学研究科 生物生産科学専攻
研究指導を受けた大学	岐阜大学
学 位 論 文 題 目	温度、光ストレスが <i>Cattleya</i> および <i>Cymbidium</i> 葉の抗酸化酵素活性に及ぼす影響
審 査 委 員	主査 岐 阜 大 学 教 授 松 井 鑄一郎 副査 岐 阜 大 学 教 授 前 澤 重 禮 副査 静 岡 大 学 教 授 大 川 清 副査 信 州 大 学 教 授 藤 田 政 良 副査 静 岡 大 学 助 教 授 大 野 始

論 文 の 内 容 の 要 旨

ランの生産は種々の栽培技術、メリクローン育苗や山上げ栽培などの発展で著しく伸びた。しかし、これらには環境の急激な変化を伴うことが多く、不適切な光や温度環境は葉の黄化や葉焼けなどを生じ、品質の低下を招く。本研究は栽培されるランの中で主要な熱帯産の着生性 CAM 植物 *Cattleya* と温帯産地生性 C_3 植物 *Cymbidium* について、栽培温度が葉や茎（偽球形）の充実や生理障害の発生、さらに、開花・花の形質に及ぼす影響を明らかにし、また、温度や光ストレスに対する順化が近年研究の進んでいる活性酸素の生成やその消去にどのような影響を与えるかを明らかにし、両植物の植物生理学的な特徴を明らかにし、より合理的な栽培技術の確立をめざしたものである。

まず、栽培温度が茎葉の充実、すなわち、栄養レベルと生理障害の発生および開花と花の形質に及ぼす影響について述べている。実験に設定した低温や高温では生理障害は生じなかったが、乾物率、糖、でんぷん、たんぱく質や灰分含量から高温、低温で茎葉の充実が劣ること、しかし、*Cattleya* は高温に、*Cymbidium* は低温に対してやや適応性の高いことを明らかにしている。栽培温度により開花期の制御は可能であるが、花の形質を考慮すると適温で開花させることが望ましいとした。

次いで、一度の低温処理、低温順化と高温順化を行ったときの活性酸素消去系の変化から *Cattleya* は *Cymbidium* より低温に対する順化能力が低く、順化にはより長期間を要し、高温に対しては適応能力が高いことを明らかにしている。すなわち、急激な低温により明

らかに葉内の H_2O_2 生成は増加し、特に、*Cattleya* で顕著であった。Water-water サイクルを構成する重要な酵素で、過剰な e^- と O_2 から生じる O_2^- を H_2O_2 と O_2 に不均化するスーパーオキシドジスムターゼ (SOD) と H_2O_2 をアスコルビン酸によって分解するアスコルビン酸パーオキシダーゼ (APX) は *Cattleya*、*Cymbidium* 葉ともに低温順化により活性化するが、SOD は両植物とも 6 日間の順化で最大となった後、通常値に回復し、APX の活性は *Cattleya* では 2 ヶ月の順化後にも高く維持されたのに対し、*Cymbidium* では通常値に回復した。また、低温順化後葉内アスコルビン酸含量は *Cattleya* では少なく、*Cymbidium* では多くなった。葉内カタラーゼ (CAT) 活性は *Cymbidium* では低温によって低下したのに対し、*Cattleya* では著しい増加を示す際だった差異があった。順化後さらに低温に遭遇したとき、*Cymbidium* では SOD と APX がより活性化され、water-water サイクルが機能的に働き、*Cattleya* では SOD のみならず光呼吸の過程においても生ずる H_2O_2 を分解する APX と CAT 活性が高まった。高温順化では *Cattleya* は 3 酵素の活性を増大した。一方、*Cymbidium* は SOD と APX 活性のみが増大し、過酸化脂質含量の増加と SH 基を含む物質の含量の低下する結果から高温に対する適応能力の低いことを示した。

続く第 3 章では光強度の影響は温度より大きく、強光条件の栽培で両植物に葉焼けや葉の黄化・白化が生じ、抗酸化活性の低下と関係することを明らかにしている。通常の遮光下で栽培された *Cattleya*、*Cymbidium* ともに直射自然光にさらすと SOD 活性は低下し、CAT 活性は前者で増加、後者で低下し、強光条件で栽培を続けると両種とも SOD、CAT 活性は低下したままで、葉中のクロロフィルおよび β -カロチン含量も強光下で低下した。*Cymbidium* ではさらに APX も低下した。したがって、直射光や 30% 遮光では *Cymbidium* の water-water サイクルやキサントフィルサイクルによる光エネルギーの分散は不十分で残存した O_2^- が CAT を不活性化し、分解されない H_2O_2 が SOD を不活化すると考察している。弱光への順化は *Cattleya*、*Cymbidium* とも容易であると光酸化酵素活性とクロロフィルおよび β -カロチン含量の変化から述べている。

第 4 章では *Cattleya* の抗酸化酵素活性は *Cymbidium* に比べ低いことに着目し、 C_3 、 C_4 と CAM 植物間の抗酸化機構の差異を明らかにしている。通常の栽培下の試料を用いた本実験の植物の葉内 H_2O_2 量はこの生成をともなう光呼吸のある C_3 植物とこれのない C_4 植物間で異ならず、CAM 植物ではこれより高いこと、CAM 植物は SOD、APX、CAT 活性が最も低く、 C_4 植物は SOD 活性については C_3 植物と同等であり、APX 活性についてはより高く、CAT 活性についてはより低い活性を示し、光合成能力に APX 活性や H_2O_2 レベルの関与する可能性が述べられている。

以上により、高温下では両植物の茎葉の充実は劣るが、*Cattleya* の肉質葉は養分の貯蔵も行うこと、適温開花の花質がよいこと、低温ストレス耐性は *Cattleya* が劣り、順化日数に多くを要すること、また、高温適応性は高い特性を考慮した温度管理や施肥法が求められる。強光に対して *Cattleya* は適応性を示すが *Cymbidium* は長く影響を受け、遮光栽培の必要な根拠が明らかとなった。さらに、ラン以外に多くの植物で光合成との関連から抗酸化機構が解明される必要性を示した。

ランの生産にはメリクローン育苗や山上げ栽培などの環境の急激な変化を伴う栽培技術が多く、不適切な光や温度環境は葉の黄化や葉焼けなどを生じ、品質の低下を招く。本研究は栽培されるランの中で主要な熱帯産の着生性 CAM 植物 *Cattleya* と温帯産地生性 C_3 植物 *Cymbidium* について、栽培温度が葉や茎（偽球形）の充実や生理障害の発生、さらに、開花・花の形質に及ぼす影響を明らかにし、また、温度や光ストレスに対する順化が近年研究の進んでいる活性酸素の生成やその消去にどのような影響を与えるかを明らかにし、両植物の植物生理学的な特徴を明らかにし、より合理的な栽培技術の確立をめざしたものである。

まず、高温、低温下の栽培、特に高温では乾物率、糖、でんぷん、たんぱく質や灰分含量から見た茎葉の充実が劣ること、しかし、*Cattleya* は高温に、*Cymbidium* は低温に対してやや適応性の高いことを明らかにし、開花促進や抑制栽培においても花の形質を考慮すると適温で開花させることが望ましいとした。

また、一度の低温処理や低温順化または高温順化を行ったときの活性酸素消去系（スーパーオキシドジスムターゼ（SOD）、アスコルビン酸パーオキシダーゼ（APX）、カタラーゼ（CAT））や抗酸化物質の変化から *Cattleya* は低温に対する順化能力が低く、順化に *Cymbidium* より長期間を要し、一方、*Cymbidium* は順化後さらに低温に遭遇したとき、SOD と APX がさらに活性化され、water-water サイクルが機能的に働き、低温への順化能力の高いことを明らかにしている。高温順化では *Cymbidium* は SOD と APX 活性のみの増大、過酸化脂質含量の増加と SH 基を含む物質の含量低下の結果から高温に対する適応能力の低いことを示した。

光強度の影響は温度より大きく、強光条件の栽培で両植物に葉焼けや葉の黄化・白化が生じ、抗酸化活性の低下と葉中のクロロフィルおよび β -カロチン含量の低下と関係することを明らかにした。直射光などの強光下では *Cymbidium* の water-water サイクルやキサントフィルサイクルによる光エネルギーの分散は不十分で、残存した O_2 が CAT を不活性化し、分解されない H_2O_2 が SOD を不活化すると考察し、*Cattleya* に比較しより強光に影響を受けやすい根拠を示した。一方、弱光への順化は *Cattleya*、*Cymbidium* とも容易であった。

Cattleya の抗酸化酵素活性は *Cymbidium* に比べ低いことに着目し、 H_2O_2 含量や抗酸化酵素活性の差異から C_3 、 C_4 と CAM 植物間の抗酸化機構が光合成能力に関与することを示唆している。本論文はこれまでランにおいて研究の少ない温度と光ストレスの影響を植物生理学的に明きらかにし、活性酸素消去系が環境ストレスの強弱とその順化経過を示す指標として栽培上にも応用できる可能性を示した。

以上、論文構成や内容について審議した結果、審査委員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として充分価値があるものと認めた。

学位論文の基礎となる学術論文

- 1) 李進才・松井鑄一郎. 低温処理が *Cattleya* と *Cymbidium* 葉の抗酸化酵素活性に及ぼす影響. 園芸学会雑誌 70 (3), 2001. (印刷中)
- 2) 李進才・趙習 姐・松井鑄一郎. 光ストレスおよび遮光栽培における *Cattleya* と *Cymbidium* 葉の抗酸化酵素活性および色素含量の変化. 園芸学会雑誌 70 (3), 2001. (印刷中)
- 3) Jincai, L., S. Matui and S. Onwona-Agyeman: Effects of cultural temperatures on antioxidant levels in leaves of *Cattleya* and *Cymbidium*. Environment Control in Biology. 39 (1), 2001. (印刷中)