

生物資源開発科学専攻

氏名	賀 利 雄
学位記番号	生博 甲第 113 号
学位記授与の日付け	平成 14 年 3 月 25 日
学位論文題名	植物の光合成器官の低温光障害に対するポリアミンの防護機能に関する研究
論文審査委員	主査 教授・橋 昌司 教授・小畑 仁 教授・前川 行幸

要 旨

低温下では、光合成器官にしばしば光障害が発生する。この低温光障害の発生は、チラコイドに光エネルギーが過剰に蓄積して活性酸素が発生し、その結果、光合成器官が酸化障害を受けることによっている。一方、ポリアミンは植物の低温ストレス抵抗性に重要な役割を果たしていると考えられているが、その生理生化学的機構はよく分かっていない。しかし、ポリアミンは葉では葉緑体に多量に含まれ、低温遭遇により、特に日中において葉のポリアミン濃度が高まることや、ポリアミンには生体膜をストレスから保護し活性酸素を消去する作用のあることなどから、ポリアミンは光合成器官の低温光障害の軽減を通して植物の低温抵抗性増大に寄与している可能性が考えられる。本研究では、低温感受性のキュウリと低温抵抗性のハウレンソウを材料にして、この可能性を検証しようとした。

1. キュウリの光合成器官の低温光傷害感受性に及ぼす外生ポリアミンの影響

低温遭遇前の2日間、ポリアミンの一種であるスペルミジン (Spd) を経根的に与えた Spd 前処理植物と無処理植物を昼夜 10/7℃ (日長 14 時間, 光強度 240 μ mol m⁻² s⁻¹PPFD) の低温に 8 日間遭遇させ、生育と光合成活性を比較した。Spd 前処理によって葉およびチラコイド膜の Spd 濃度が約 2 倍に高まった。Spd 前処理は低温による生育抑制を顕著に軽減した。また、Spd 前処理植物は無処理植物に比べて、光合成、クロロフィル蛍光 (Fv/Fm), PS II および PSI の電子伝達活性、炭素代謝酵素 (Rubisco および FBPaase) 活性が高く、葉の H₂O₂ 濃度やチラコイド膜脂質の過酸化程度が低かった。分離葉の光合成的酸素放出活性や単離チラコイドの光化学活性の低温光障害や葉のパラコート障害も Spd 前処理に

よって軽減された。以上の結果から、葉や葉緑体のスペルミジン濃度が高いと光合成器官の低温光障害が緩和され、その結果、低温下での生育や光合成活性が維持されることが明らかになった。

2. ハウレンソウの光合成器官の低温馴化におけるポリアミンの役割

低温抵抗性植物は光合成器官の低温馴化能が大きく、低温遭遇による葉のポリアミン濃度の増大程度も大きい。そこで、低温抵抗性植物のハウレンソウを材料にして、光合成器官の低温馴化におけるポリアミンの役割について研究した。ハウレンソウでは低温遭遇によってポリアミン合成が促進されると予想し、ポリアミン合成阻害剤の MGBG を葉面処理した植物と無処理植物を昼夜 8/5℃ (13 時間日長, 光強度 240 μ mol m⁻² s⁻¹PPFD) の低温に 6 日間遭遇させ、生育と光合成活性を比較した。無処理植物では、低温遭遇により SAMDC の mRNA 転写量と活性が増大して葉と葉緑体の Spd 濃度が顕著に増大したが、MGBG 前処理植物では Spd 濃度は低温遭遇中に顕著に低下した。生育は無処理植物でも常温下におけるより不良になったが、MGBG 前処理によっていっそう悪化した。葉の光合成活性や Fv/Fm は無処理植物では常温下におけるより僅かに低下する程度であったが、MGBG 前処理植物では顕著に低下した。しかし、MGBG 前処理植物の根に Spd を与えることにより、葉や葉緑体の Spd 濃度が無処理植物のレベルに上昇し、生育や光合成活性の低下が顕著に軽減された。MGBG 前処理植物は、PS II・PSI 光化学活性や Rubisco・FBPaase 活性の低下程度、H₂O₂ 濃度の上昇程度、チラコイド膜脂質の過酸化程度がいずれも無処理植物より大きかった。また、MGBG 前処理葉は Rubisco 活性の活性化エネルギーの増大程度も大きかった。別に、低温非遭遇葉

から単離したチラコイドを光下で4℃に6時間遭わせたところ、MGBG前処理葉のチラコイドは無処理葉のそれよりPS II活性の低温光障害の程度が大きかったが、低温光処理前のチラコイドにSpdを添加するとその濃度に応じて障害が軽減された。しかし、DPCを電子供与体にするとうMGBG前処理の有無に関わらずPS IIは正常であった。したがって、前述の結果はSpdによって水分解装置の低温光障害が軽減されたことを示唆する。以上の結果から、低温遭遇によるSAMDC活性および葉や葉緑体のSpd濃度の上昇は、ハウレンソウ光合成器官の

低温馴化の重要な要因であることが明らかになった。

3. 結 論

本研究の結果、キュウリ、ハウレンソウとも、葉緑体のポリアミン濃度の高いことと光合成器官の低温光障害抵抗性との間に密接な関連のあることが明らかになった。ポリアミン（特にSpd）は、葉緑体の光化学系タンパク複合体や炭素代謝酵素と結合することによって低温光障害から光合成器官を防護していると考えられ、この防護機能はポリアミンが植物の低温抵抗性増大に関与する重要な要因の一つであると結論される。

生物資源開発科学専攻

氏名	宋 建 軍
学位記番号	生博 甲第 114 号
学位記授与の日付け	平成 14 年 3 月 25 日
学位論文題名	トマト花粉の高温発芽障害における発芽花粉のポリアミン代謝阻害の関与に関する研究
論文審査委員	主査 教授・橋 昌司 教授・神山 康夫 教授・西川 司朗 本学医学部 教授・樋廻 博重

要 旨

トマトでは、花粉形成や花粉発芽・花粉管伸長は高温に非常に敏感であり、花粉発芽・花粉管伸長の抑制が高温による着果不良の最も重要な要因の一つであるとされている。近年、植物の環境ストレス反応とポリアミン代謝との関係に注目が集まっている。ポリアミンが花粉発芽や花粉管伸長に関係していることを示唆する研究報告がいくつかあるが、高温下での花粉発芽や花粉管伸長とポリアミン代謝との関係についてはまったく研究されていない。そこで、本研究では、花粉発芽や花粉管伸長の高温抑制の生理生化学的機構をポリアミン代謝の面から解明することを目的として、トマト花粉を材料にして、花粉発芽の高温障害が外生ポリアミンによって軽減されるかどうか、および、発芽花粉のポリアミン代謝に及ぼす高温の影響とそのことと花粉発芽との関係について調べた。

高温下では‘ハウス桃太郎’、‘冀蕃三号’、‘冀蕃四号’3品種のいずれも、花粉発芽と花粉管伸長が顕著に抑制された。その抑制程度は品種によって異なり、‘ハウス桃太郎’が一番大きく、次いで‘冀蕃四号’で、‘冀蕃三号’

は最も小さかった。花粉発芽培地または開花1-2前の花に外生ポリアミンを処理することによって、高温によるトマト花粉の発芽や花粉管伸長の抑制が顕著に軽減された。SpdはSpmより軽減効果が大きかった。

トマト花粉では、花粉発芽が活発に起こっている培養初期の1-2時間の間にADCとSAMDCの活性が顕著に増大し、それに伴って特に遊離態のPut、Spd、Spm含量が著しく増加した。ODC活性は培養期間を通じて非常に小さく、活性増大も起こらなかった。ポリアミン合成阻害剤のMGBGまたはシクロヘキシルアミンを発芽培地に添加することによって、発芽花粉の内生ポリアミン含量特にSpdやSpm含量の増加はほぼ完全に抑えられるとともに、花粉発芽および花粉管伸長が顕著に抑制された。MGBGなどの阻害剤と同時にSpdまたはSpmを与えると阻害剤による花粉発芽抑制がほぼ完全に打ち消された。これらのことから、トマト花粉の発芽にはSpdまたはSpmが重要な役割を果たしていることが明らかになった。

34℃以上の高温では、トマト発芽花粉のSAMDC活