

令和 5 年 6 月 23 日現在

機関番号：85206

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K15526

研究課題名（和文）加温ブドウの日没前昇温（BEOD加温）による成熟促進メカニズムの解明

研究課題名（英文）Study on Hastening Maturity of Grape under heating culture condition by pre-sunset temperature increase method (BEOD heating)

研究代表者

梶野 康行 (Togano, Yasuyuki)

島根県農業技術センター・栽培研究部・科長

研究者番号：10512949

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：ブドウ‘デラウェア’の日没前昇温（BEOD加温）では、まだ日射のある日没前の時間帯からハウス内温度を高めるため、光合成速度が再び高まり、その結果光合成同化産物が増えることが明らかになった。また、日没後昇温（EOD加温）の葉色値向上効果については、15Nトレーサー法により裏付けることができた。さらに日没前昇温（BEOD加温）では、クイックドロップ時に葉柄において転流糖の一つであるグルコース濃度が高まっていると考えられる。このことを明らかにするための基礎的データを得る目的で、高速液体クロマトグラフィ（常法）と葉柄抽出液診断法との間でグルコース濃度の関係を調査したところ、両者に高い相関を認めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

この日没前昇温（BEOD加温）は、他品種あるいは加温栽培を行う他の樹種においても導入できると考えられ、この場合加温燃料消費量の大幅な削減に繋がると思われる。また、光合成同化産物の転流状態を簡易に把握できる新しい手法として、小型反射式光度計を利用した葉柄抽出液診断法の活用の可能性を示すことができた。

研究成果の概要（英文）：The pre-sunset temperature increase method (BEOD heating) has been shown to increase the photosynthetic rate and assimilate products by raising the temperature inside the plastic house during the period when solar radiation is still present. The 15N tracer method revealed the effect of end of day heating (EOD heating) on improving the leaf color value. The pre-sunset temperature increase method infers that a rapid decrease in temperature increases the concentration of glucose, which is one of the translocated sugars in the petiole. To obtain basic data necessary to understand this phenomenon, I investigated the relationship between glucose concentration measured by high performance liquid chromatography (the usual method) and petiole juice diagnosis method. My findings indicate a strong correlation between the two methods.

研究分野：果樹園芸

キーワード：日没前昇温 成熟促進効果 純同化率（NAR） 葉色値向上効果 同位体トレーサ法 転流糖（グルコース） 葉柄抽出液診断法

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 島根県の園芸品目で最大の産出額であるブドウ‘デラウェア’は、栽培面積の約 64% (2019) で加温栽培が行われており、農業所得は経費の 4 割程度を占める加温燃料の消費量に著しい影響を受ける。2019 年当初の加温燃料単価 (A 重油) は、94 円/L であり、2017 年からの 2 年間で約 30 円上昇している。これまで、2014 年には 100 円/L を超え、生産現場では燃油コストを下げるため、加温ブドウの温度基準より 2~3 低い温度で管理する事例が生じ、収穫期遅延による単価低下に繋がり、ブドウ生産額が大幅に減少した。今後も原油価格の変動によってはこの再現が危惧される。

(2) 1 月加温栽培‘デラウェア’において、日没直後の時間帯 (End of Day : 以下 EOD) に一時的にハウス内温度を 25 まで高め、2 時間後に 13 まで一気に下げて (QD : クイックドロップ) 省エネを図る「EOD 加温」について検討してきた。その結果、現在栽培現場で長年行われている慣行の温度管理に対して、EOD 加温は生育遅延や果実品質の低下を招かずに 10% 程度の燃料消費量の削減効果のあることを明らかにした。また、この EOD 加温よりさらに早い 16:30~18:30 の時間帯にハウス内温度を 25 まで高め、日没時に 13 まで低下させる温度管理、日没前昇温法 (Before End of Day : BEOD 加温) を検討し、従来の EOD 加温より省エネ効果は高く、さらに成熟の早晩に寄与する積算温度が少なくなるにも関わらず、糖集積が促され、収穫期が前進化する現象を見出した。しかし、BEOD 加温の生育促進効果の作用機構は明らかになっていない。さらに、従来の EOD 加温では、葉色値の向上効果が認められており、光合成能向上に影響を及ぼしていると考えられるが、その作用機構についても未解明のままである。

2. 研究の目的

1 月加温栽培‘デラウェア’を研究対象にして、生長解析法、同位体トレーサー法、植物生理反応 (光合成・葉柄抽出液診断) の測定などにより、日没前後の時間帯の昇降温に伴う樹体内生理現象を明らかにし、BEOD 加温の成熟促進メカニズムを解明する。

3. 研究の方法

(1) 生長解析法による成熟促進効果の解明

供試樹は、早期加温栽培 8 年生‘デラウェア’ 6 樹であった。ハウス加温は、2020 年 1 月 31 日から開始した。処理区は、両屋根型単棟ハウスを農 P0 フィルム 2 枚で半分に仕切って、日没 2 時間前の 16:30 から昇温を行う区 (以下 BEOD 加温区) と日没時の 18:30 から 2 時間昇温を行う EOD 加温区の 2 区を設定した。温度処理期間中の設定温度は、第 1 表に示したとおりで、4 月 2 日から加温を終了した 5 月 8 日までの 38 日間実施した。この条件下において、両区における純同化率 (NAR) と同化産物の器官別分配率を比較するため、4 月 3 日に各樹 3 本 (計 9 本/区) の新梢について、副梢をすべて取り除き 10 枚の本葉を残して摘心した後、基部を幅 1cm 程度で環状はく皮した。また、5 月 8 日に、はく皮部から切り取って果実品質を調査した後、器官別に生体重、乾物重および乾物率を求め、処理期間中における純同化率 (NAR) と器官別分配率を算出した。

第1表 BEOD加温期間中の変温管理の設定温度(2020)

処理区	昼間	昇温時間帯		降温時間帯
		日没後		
		日没前	日没後	
	6:00-16:30	16:30-18:30	18:30-20:30	20:30-6:00
BEOD加温	20	25	13	13
EOD加温	20	20	25	13

(2) 13C トレーサー法による同化産物転流促進効果の解明

5 月 19 日にバイオトロン 2 基にそれぞれ P0 フィルムで囲んだ長方形のチャンバーを搬入し、その中にポット栽培‘デラウェア’を 4 樹ずつ入れた。処理区は第 2 表に示したとおり、25 昇温後、13 まで一気に低下させる 13 区とそのまま 25 を維持する 25 区の 2 区を設定した。25 の昇温直前 (16:30) にチャンバー内に 13C 炭酸バリウム 5g の入った 100ml ビーカーを入れて密封した。その後直ちにチャンバー外側から注射器を使いリン酸 (50%) 25ml を滴下して二酸化炭素を発生させた。降温処理開始 2 時間後 (20:30) に器官別 (葉身、葉柄、新梢、果軸、果粒、結果母枝、旧枝、根) に解体し、生体重を測定した。各試料とも通風乾燥後に重量を測定した後、粉碎器で微粉末にし、安定同位体質量分析装置で 13C 濃度を測定した。得られたデータは器官別 13C 分配率として示

第2表 処理区の設定温度(2022)

処理	16:30~18:30 ()	18:30~20:30 ()
13 区	25	13
25 区	25	25

した。

(3) 15Nトレーサー法による葉色値向上効果の解明

試験は、ポット栽培‘デラウェア’8樹を用い、ガラス室内にP0フィルムで囲んだ2カ所の区画を設置して実施した。15Nを施用する2日前(4月3日)に1樹当たり3新梢に制限し、同時に1新梢当たり1房になるように摘房し、温度処理を開始した。処理区は第3表に示したとおり、温度処理の違いでEOD加温区と慣行区の2区を設定した。4月5日の15時に標識窒素(15N/10.2atom%の標準硫酸)をN成分60ppmになるように水で調整し、1樹当たり2L灌水した。翌日の4月6日の7:30から器官(葉身、葉柄、新梢、果軸、果粒、結果母枝、旧枝、根)に解体し、生体重を測定した。各試料とも通風乾燥後に重量を測定した後、粉碎器で微粉末にし、安定同位体質量分析装置で15N濃度を測定した。得られたデータは器官別15N分配率として示した。

第3表 処理区の設定温度(2022)

処理	6:00~18:30 ()	18:30~20:30 ()	20:30~6:00 ()
EOD加温区	20	25	13
慣行区	20	20	20

(4) 葉柄抽出液を利用した転流糖(グルコース)の動態把握

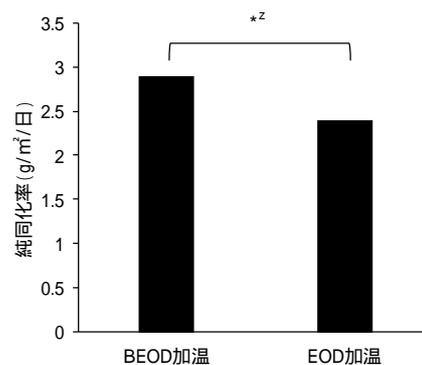
作型の異なる‘デラウェア’3園(早期加温2園、無加温1園)からいずれも収穫後の2021年7月16日に3回(9時、13時、16時)に分けて採取した成葉を供試材料とした。採取は各園10樹からそれぞれ第5葉目について2枚ずつ行い、葉柄と葉身に分けた。葉柄は各20本をひとまとめにして、中央部付近を3mm程度に細断し、その内0.6gをガラス瓶(10ml容)に入れた。残りの葉柄は直ちに90℃に設定した通風乾燥器に入れて乾物にした後、高速液体クロマトグラフィー(HPLC)でグルコース濃度を分析した。また、ガラス瓶に入れた葉柄は、スクロース(ショ糖)をフルクトース(果糖)とグルコース(ブドウ糖)に加水分解する酵素のインベルターゼを失活させるため、電子レンジ(500W)で2分間加熱した。その後、9mlの純水を加えて30分間振とう後、10℃に設定したグローブチャンバー内(暗黒)で24h静置した。グルコース濃度は、小型反射式光度計(RQフレックス, Merck社製)を用いて、抽出液1mlに純水9mlを加えて測定した。また、測定後の抽出液は、再びグローブチャンバー内で168h静置後、同様の手順で2回目の測定を行った。

4. 研究成果

(1) 生長解析法による成熟促進効果の解明

BEOD加温の純同化率(NAR)は、2.9g/m²/日で、EOD加温の2.4g/m²/日より有意に高かった(第1図)。また、器官別分配率は、両区で差はみられなかった。

以上の結果より、BEOD加温の純同化率は、EOD加温より多いことが示された。これは、BEOD加温では、まだ比較的日射のある日没前の時間帯に、ハウス内温度を25℃まで高めることから、光合成速度が再び上昇し、同化産物の量が増加したためと推察された。



第1図 BEOD加温とEOD加温における純同化率(NAR)の比較

^z検定により、*:5%水準で有意差あり(n=9)

(2) 13Cトレーサー法による同化産物転流促進効果の解明

新梢の13C分配率は13区が4.6%であり、25区の9.7%より有意に低かった。また、果粒を含むその他器官の13C分配率に処理間差はみられなかった。

以上の結果より、両区における果粒の13C分配率に差がなかったことから、13℃まで一気にハウス内温度を低下させるクイックドロップによる光合成同化産物の転流促進効果は判然としなかった。

(3) 15Nトレーサー法による葉色値向上効果の解明

葉身の15N器官別分配率は、EOD加温区が18.0%で慣行区の16.1%と比較して高くなる傾向を示した。また、根から吸収された窒素の移動経路となる旧枝、結果母枝、新梢の各部位もEOD加温区が慣行区より高くなった。

これらのことからEOD加温における葉色値向上効果は、ハウス内の昇降温処理によって、

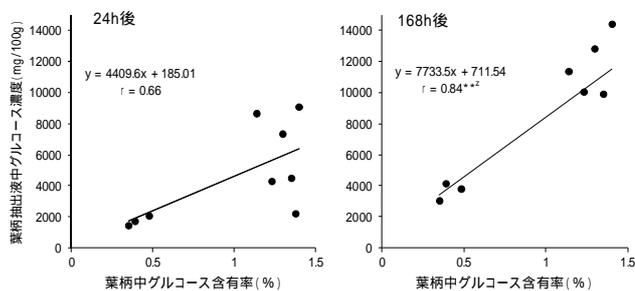
根域にある窒素 (N) の葉身への転流が促進されたためではないかと推察された。

第4表 EOD加温が15Nの器官別分配率に及ぼす影響

処理	器官別15N分配率								
	葉身 (%)	葉柄 (%)	新梢 (%)	果軸 (%)	果粒 (%)	結果母枝 (%)	旧枝 (%)	根 (%)	合計 (%)
EOD加温	18.0	0.9	3.0	0.5	3.0	4.6	10.1	59.9	100.0
慣行	16.1	0.9	2.5	0.5	3.1	3.3	9.2	64.4	100.0

(4) 葉柄抽出液診断を利用した転流糖 (グルコース) の動態把握

葉柄中グルコース含有率と葉柄抽出液グルコース濃度との関係を第2図に示した。24h 後の測定では、両者に相関はなかったが、168h 経過後には 1%水準で有意な正の相関関係が認められた。また、抽出時間について詳細に検討したところ、測定値は 48 時間以上経過すれば一定となることが明らかになった。このことから、葉柄抽出液診断法は同化産物の転流状態を把握する簡易な手法として利用できる可能性がある。今後、この方法を利用した BEOD 加温による糖集積促進効果について調査する予定である。



第2図 葉柄中グルコース含有率と葉柄抽出液グルコース濃度との関係
z 1%水準で相関あり

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 梅野康行
2. 発表標題 日没前昇温が早期加温栽培‘デラウェア’の光合成速度および純同化率（NAR）に及ぼす影響
3. 学会等名 園芸学会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------