

果樹分野

| | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|------|--------------|------|
| (成果情報名) 料理用シークワサーの収穫期拡大に有効な有望系統 C-21 および E-9 の果実特性 | | | | | | | |
| (要約) シークワサー系統 C-21 は大果で7月中旬に横径 34mm、果汁量 5.3g に達し、E-9 は高酸で11月においても酸度 5%以上を維持することから、これら2系統を利用することにより料理用シークワサーの収穫期拡大が期待できる。 | | | | | | | |
| (担当機関) 沖縄県農業研究センター名護支所・果樹班 | | | | | 連絡先 | 0980-52-0052 | |
| 部会 | 果樹 | 専門 | 育種 | 対象 | カンキツ | 分類 | 基礎研究 |

[背景・ねらい]

シークワサーは沖縄県で最も生産量の多いカンキツであり、中山間地域の重要な栽培品目となっている。主な用途はジュースとして用いられる加工用であるが、加工用途以外には青切りで収穫し調味料等として用いる料理用の需要拡大が期待されている。しかし、現在の主な栽培系統である大宜味クガニーおよび登録品種である「仲本シードレス」は収穫初期の果実が小さく、果汁量も少ない。また、10月以降は酸度が低下してしまうため、料理用の出荷目安（横径 28mm 以上、果汁量 5g 以上、酸度 5%以上）を満たす時期が8月～9月に限定される。そこで、収穫期拡大を目的に沖縄県農業研究センター名護支所の在来カンキツ遺伝資源保存園の中から出荷目安を指標に選抜された料理用シークワサー系統 C-21 および E-9 の果実特性を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. C-21 の7月中旬収穫果実は横径 34.5mm、果汁量 5.3g、酸度 7.3%であり、大宜味クガニーより1ヵ月早く出荷目安を満たす（図1、表1）。同時期の大宜味クガニー、「仲本シードレス」と比較して種子は多いが香りは同程度である（表1）。
2. E-9 の11月中旬収穫果実は横径 40.9mm、果汁量 15.3g、酸度 6.3%であり、大宜味クガニーより2ヵ月長い11月まで出荷目安を満たす（図2、表1）。同時期の「仲本シードレス」より香りは強く、大宜味クガニーと比較して香り、果汁量は同程度で、種子は少ない（表1）。
3. 大宜味クガニーに加え、C-21 および E-9 を利用することにより、料理用シークワサーの収穫期を7月～11月に拡大できる。

[成果の活用面・留意点]

1. 本成果は C-21、E-9 系統の普及を念頭に生産性を評価する際の情報として活用する。
2. 本成果は沖縄県名護市においてシークワサー台木に接木した樹齢 30 年程度の樹（各 1 樹）から得られたものである。
3. 対照に用いた大宜味クガニーは本県で最も栽培されているシークワサー系統であり、「仲本シードレス」はシークワサーの中で唯一品種登録されている無核品種である。
4. C-21 は渡嘉敷村、E-9 は沖縄本島北部地域から収集した系統である。
5. E-9 は12月から果皮の着色が進むため、料理用として利用するには11月までに収穫する必要がある。

[残された問題点]

苗から育成した複数樹を供試して果実特性、収量性を調査する必要がある。

[具体的データ]

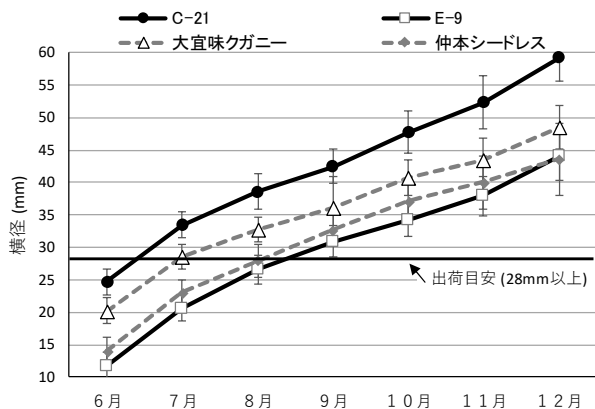


図1 果実横径の推移 (2018-2019年平均)

※各系統 30 果ラベリングし、毎月中旬に調査した
エラーバーは標準偏差を示す

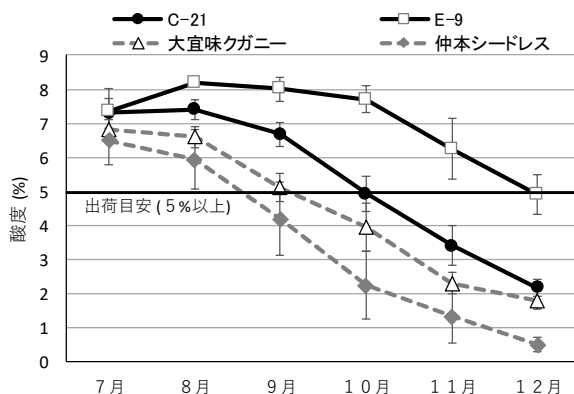


図2 果汁酸度の推移 (2018-2019年平均)

※毎月中旬に各系統 10 果を調査した
エラーバーは標準偏差を示す

表1 7月および11月の果実品質 (2018-2019年平均)

| 収穫月 | 系統名 | 横径 (mm) | 果実重 (g) | 種子数 ¹⁾ | 種子重 ¹⁾ (g) | 果汁量 (g) | 酸度 ²⁾ (%) | 香り ³⁾ | |
|-----------|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|------------------|------------------|
| | | | | | | | | 良さ | 強さ |
| 7月 中旬 | C-21 | 34.5 ^a | 17.6 ^a | 16.3 ^a | 2.5 ^a | 5.3 ^a | 7.3 ^a | 3.0 | 2.8 |
| | E-9 | 22.7 ^d | 5.7 ^d | 7.8 ^c | 0.1 ^c | 1.2 ^d | 7.4 ^{ab} | 3.0 | 3.0 |
| | 大宜味クガニー | 29.9 ^b | 13.0 ^b | 13.4 ^b | 1.7 ^b | 3.9 ^b | 6.8 ^{ab} | 3.0 | 3.0 |
| | 仲本シードレス | 25.1 ^c | 7.7 ^c | 0.5 ^d | 0.0 ^c | 2.4 ^c | 6.5 ^b | 2.9 | 2.5 |
| 11月 中旬 | C-21 | 53.1 ^a | 50.8 ^a | 16.1 ^a | 5.2 ^a | 17.5 ^a | 3.4 ^b | 3.0 | 2.0 ^b |
| | E-9 | 40.9 ^b | 30.2 ^c | 10.2 ^c | 1.7 ^c | 15.3 ^a | 6.3 ^a | 3.0 | 3.0 ^a |
| | 大宜味クガニー | 43.3 ^b | 38.2 ^b | 13.0 ^b | 2.9 ^b | 17.2 ^a | 2.3 ^c | 3.0 | 3.0 ^a |
| | 仲本シードレス | 40.4 ^b | 29.3 ^c | 0.4 ^d | 0.1 ^d | 11.5 ^b | 1.3 ^d | 3.0 | 2.0 ^b |
| 出荷目安 | | 28以上 | | | | 5以上 | 5以上 | | |

1) 1 果実あたりの種子 (不完全種子を除く)

2) 1 果実あたりの果汁量が 5ml 未満の場合、複数果実の果汁を混合して測定した

3) 30 代男性、50 代男性、30 代女性の 3 名で果実の赤道面を切断直後に果実の香りについて大宜味クガニーを基準 3 とし、低い: 1~高い: 5 の 5 段階で官能評価した

※調査果実は毎月中旬に樹赤道面より無作為に収穫した (各系統 10 果×2 カ年、n=20)

異符号間で有意差あり (Tukey-Kramer 法 (香りのみ Steel-Dwass 法)、p<0.05)

太字は出荷目安を満たしていることを示す

[研究情報]

課題 ID : 2013 農 003、2019 農 001

研究課題名 : シークワサー選抜系統の組み合わせによる収穫期拡大体系の開発

予算区分 : 沖縄振興特別推進交付金 (気候変動対応型果樹農業技術開発事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2013~2019 年度 (2013~2021 年度)

研究担当者 : 光部史将、阿波根直恭、澤岨哲也、與古田尚子、目取眞要、安田慶次

発表論文等 : 光部史将ら (2020) 第 83 回九州農業研究発表会

果樹分野

| | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|------|----|---------|--------------|-------|
| (成果情報名) 爪楊枝を用いた人工接種によるパインアップル小果腐敗病の簡易抵抗性評価法 | | | | | | | |
| (要約) <u>パインアップル品種間における小果腐敗病の抵抗性の程度は、滅菌した爪楊枝で病原菌の培養菌糸および分生子を少量かきとり、2～5分熟の果実の小果間へ接種後に果肉に形成される病斑の最大幅を計測し、クラスタ分析を行うことにより簡易に評価できる。</u> | | | | | | | |
| (担当機関) 農業研究センター・病虫管理技術開発班 | | | | | 連絡先 | 098-840-8504 | |
| 部会 | 果樹 | 専門 | 作物病害 | 対象 | パインアップル | 分類 | 実用化研究 |

[背景・ねらい]

近年、県産出荷のパインアップル果実に小果腐敗病（山城ら、2019）が発生して問題となっている。本病は収穫・出荷時に外観から症状を判別できず、消費者が購入後に果実を切っ初めて発覚するため、産地ブランドのイメージ低下をもたらす。また、本病の登録農薬はなく、現在防除が困難な状況にある。そのため、本病に対する抵抗性品種の開発が望まれている。本病に対する抵抗性評価として、従来は自然感染による発病程度を評価していたが、発病の年次変動が大きく、正確な評価が困難である。また、原病徴の再現には果実内部への有効な接種法の開発が望まれる。そこで、室内条件下で簡便に評価できる簡易抵抗性評価法の開発を行う。

[成果の内容・特徴]

1. 簡易抵抗性評価法は、1 cm 程に切断した滅菌爪楊枝（121℃、15分処理）の先端部で、PDA培地上の培養菌糸および分生子を少量かきとり、爪楊枝ごとパインアップル果実の小果間に挿入する。その後、接種果実を25℃の室内で1週間保存する。接種1週間後に果実を輪切りにし、接種箇所の病斑の最大幅を計測する（図1、図2）。
2. 接種に用いる果実は2分～5分熟果を使用する。完熟果（水浸状果実）では発病しない（データ省略）。
3. 簡易抵抗性評価法では、抵抗性が極弱に「ゴールドバレル」、「ボゴール」および沖縄22号、弱に「ソフトタッチ」、中に沖縄19号、強に沖縄21号および「沖農P17」、極強に「MD2」、「N67-10」および「ゆがふ」と判定される（表、図3）。
4. 2016、2018年度の農業研究センター名護支所の自然夏実における10品種の圃場の発病度と簡易抵抗性評価法の評価を比較すると、抵抗性の程度は80%と高い確率で一致する（表）。一方、「ボゴール」および沖縄21号のように評価が一致しない品種も存在する。

[成果の活用面・留意点]

1. 研究機関においてパインアップルの病害抵抗性育種に活用する。
2. 接種で用いる病原菌は、PDA培地で培養した *Fusarium ananatum* のKF1株：MAFF245791およびKF2株：MAFF245792（山城ら、2019）を使用する。2菌株は塩基配列および病原性は同一だが、コロニー形態と菌糸生育速度が異なるため、評価は2菌株で行う。
3. 接種で用いた果実は7～9月に収穫したものである。また、接種は1菌株につき1果実の3カ所（上部・中央・下部）に行う。1品種で5果以上使用することが望ましい。
4. 表内の抵抗性の程度は、病斑幅の数値をもとにソフトウェア（エクセル統計：BellCurve）を用いてユーグリット平方距離を求め、ウォード法による階層的クラスタ分析により、極弱、弱、中、強、極強の5グループに分類している。
5. 実際に簡易抵抗性評価法で判定する場合は、あらかじめ分かっている圃場抵抗性が弱の品種と強の品種の病斑幅を比較しながら、クラスタ分析を用いて統計的に判断する。

[残された問題点]

特になし。

[具体的データ]

- ①1cm程に切断した滅菌つまようじ先端部で、PDA 培地上の培養菌糸および分生子を少量かきとる。
- ②爪楊枝ごとパインアップル果実の小果間に挿入する。
- ③その後、接種果実を25℃の室内で1週間保管する。
- ④果実を輪切りにし、爪楊枝接種箇所の病斑の最大幅を計測する。



図1 簡易抵抗性評価法の作業手順

図2 爪楊枝の接種と発病状況 左: 無処理、中・右: 接種区 (褐変部は病斑)、白矢印は計測部位。

表 簡易抵抗性評価および圃場の発病度によるパインアップル小果腐敗病抵抗性の品種間差

| 品種 | 簡易抵抗性評価法 | | | | 抵抗性の程度 | 圃場の発病度 ³⁾ | | |
|---------|------------------------|----------|----------|----------|------------------|----------------------|------|--------|
| | 病斑幅 (mm) | | | | | 2016 | 2018 | 抵抗性の程度 |
| | 2017 | | 2018 | | | | | |
| | KF1株 | KF2株 | KF1株 | KF2株 | | | | |
| ゴールドパレル | 15.9±1.0 ¹⁾ | 17.3±0.6 | 13.0±0.5 | 13.6±0.4 | 極弱 ²⁾ | 16.1 | 7.0 | 極弱 |
| ポゴール | 16.3±0.6 | 16.2±0.5 | 12.7±0.3 | 13.2±0.3 | 極弱 | 5.0 | 3.3 | 強 |
| 沖縄22号 | 17.1±0.8 | 17.2±0.8 | 13.1±0.4 | 13.0±0.4 | 極弱 | 10.5 | 4.9 | 弱 |
| ソフトタッチ | 17.5±0.5 | 17.0±0.5 | 12.2±0.3 | 12.1±0.4 | 弱 | 12.9 | 1.6 | 弱 |
| 沖縄19号 | 15.2±0.3 | 15.6±0.4 | 13.5±0.3 | 13.5±0.3 | 中 | 1.6 | 8.3 | 中 |
| 沖縄21号 | 15.6±0.7 | 16.6±0.7 | 11.1±0.3 | 11.6±0.2 | 強 | 5.1 | 10.2 | 中 |
| 沖農P17 | 15.4±0.6 | 14.8±0.7 | 11.1±0.2 | 11.5±0.3 | 強 | 0.0 | 1.7 | 極強 |
| MD2 | 13.6±0.6 | 13.9±0.5 | 11.0±0.4 | 11.2±0.4 | 極強 | 0.0 ⁴⁾ | 0.0 | 極強 |
| N67-10 | 13.8±0.3 | 13.9±0.2 | 10.7±0.2 | 11.1±0.2 | 極強 | 4.5 | 1.8 | 強 |
| ゆがふ | 13.0±0.8 | 13.4±0.8 | 10.7±0.3 | 11.3±0.3 | 極強 | 5.1 | 3.3 | 強 |

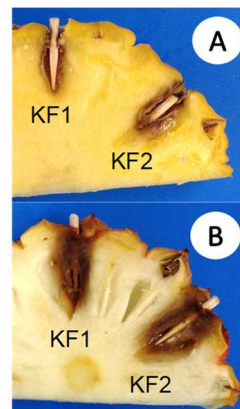


図3 簡易抵抗性評価法による病徴
A: MD2 (極強)
B: ソフトタッチ (弱)
KF1、KF2: 接種菌株

1) 1品種につき5~23果の平均値±標準誤差を示す。

2) 階層的クラスター分析(ウォード法)により、極弱、弱、中、強、極強の5グループに分類した。

3) 2016、2018年度の農研センター名護支所における圃場発病度データ。発病度は5段階の指数で評価し、次の式で算出した。発病度=(微n×1)+(少n×2)+(中n×3)+(多n×4)+(甚n×5)÷(調査数×5)×100。

4)*: MD2のみ2017年データ

[成果情報]

課題 ID : 2014 農 017

研究課題名 : 加工適性の高い高品質生食用パインアップル品種の開発

(1) 小果腐敗症(黒目病)抵抗性判別技術の開発および抵抗性品種の判定

予算区分 : 受託(農林水産技術会議 2014~2017年、生物系特定産業技術研究支援センター 2018年)

研究期間(事業全体の期間) : 2017~2018年度(2014~2018年度)

研究担当者 : 山城麻希、新崎千江美、澤岬哲也、大城 篤、安次富厚、河野伸二、稲田拓郎、大嶺悠太、竹内誠人

発表論文等 : 山城麻希ら(2017)日植病報 83 : 80(講要)。

山城麻希ら(2019)日植病報 85 : 25-29。

果樹分野

| | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|------|----|------|--------------|-------|
| (成果情報名) マンゴー葉に寄生するマンゴーハフクレタマバエに対する各種薬剤の殺虫効果 | | | | | | | |
| (要約) マンゴーハフクレタマバエ寄生葉の葉片浸漬処理による幼虫補正死亡率は、 <u>DMTP 乳剤</u> 、 <u>ニテンピラム水和剤</u> 、 <u>ジノテフラン水和剤</u> で 100%に達する。DMTP 乳剤およびジノテフラン水和剤 2 による圃場試験では、新葉の虫こぶ数を抑制し、 <u>殺虫効果が認められる</u> 。 | | | | | | | |
| (担当機関) 農業研究センター名護支所・果樹班 | | | | | 連絡先 | 0980-52-0052 | |
| 部会 | 果樹 | 専門 | 作物虫害 | 対象 | マンゴー | 分類 | 実用化研究 |

[背景・ねらい]

マンゴーハフクレタマバエはマンゴーの新葉に虫こぶを形成し、高密度で寄生した場合には落葉を引き起こし、次期作の開花結実に影響を与える。マンゴーでは本種に対する登録薬剤がなく、各種薬剤の殺虫効果に関する情報もほとんどない。そこで、マンゴーのチャノキイロアザミウマに対して農薬登録されている薬剤のうち 11 剤について幼虫に対する室内での殺虫効果を評価し、農薬適用拡大に向けて圃場での殺虫効果試験を実施する。

[成果の内容・特徴]

1. 幼虫の補正死亡率は DMTP 乳剤、ニテンピラム水和剤、ジノテフラン水和剤では処理後 1～3 日に 100%に達する。次いで、エチプロール水和剤、スピノシン系 2 剤が 90%以上となり、高い殺虫効果を示す (表 1)。
2. ピリフルキナゾン水和剤、クロルフェナピル水和剤、フルフェノクスロン乳剤は、幼虫に対する殺虫効果が全く認められない (表 1)。
3. 幼虫に対する殺虫効果が低い 4 剤の中でピリフルキナゾン水和剤は幼虫脱出から成虫羽化まで試験期間を延長したところ、補正死亡率が 88%となり、遅効であるが殺虫効果がある (表 2)。
4. 補正死亡率が 100%に達した DMTP 乳剤 (有機リン系) およびジノテフラン水和剤 (ネオニコチノイド系) の 2 剤による圃場での殺虫効果試験では、寄生による新葉の虫こぶを抑制し、殺虫効果が認められる (図)。

[成果の活用面・留意点]

1. 今後の農薬適用拡大に向けた基礎資料とする。
2. 葉片浸漬処理には、名護支所内マンゴー圃場で 2019 年 6～7 月に採集した幼虫が寄生しているマンゴー葉を用いている。所定の濃度に希釈した薬液に浸漬し、処理区毎に 4 反復で実施した。幼虫の生死は顕微鏡下で判定し、死亡率を算出している。
3. 幼虫脱出から成虫羽化までの殺虫効果は、薬剤処理後 2～3 日で脱出してきた幼虫をバーミキュライトが敷かれた容器に導入し、羽化終了後に死亡率を算出している。
4. 圃場試験は、ポット (容量 12.4ℓ) 植えの樹齢 10 年程度のマンゴー (品種「リペンス」) を用い、処理毎に小型ハウスで 8～12 ポットを供試している。新葉発生後、所定濃度に希釈した薬剤を十分量 (7ℓ/薬剤処理区) 散布し、経時的に新葉の虫こぶ数を調査している。
5. 薬剤の使用方法については、登録情報 (<http://www.famic.go.jp/>など) を参照する。なお、供試薬剤は本種の防除に使用できない (2020 年 12 月 10 日時点)。

[残された問題点]

効果の高かった DMTP 乳剤は製造中止となっており、今後も新規薬剤の検討が必要である。

[具体的データ]

表1 マンゴーハフクレタマバエ幼虫に対する各種薬剤の殺虫効果

| 薬剤名, 成分濃度 (商品名) | 系統名 | IRAC コード* | 希釈 倍率 | 補正死亡率 ^b , % (供試数) | | | 殺虫 効果 ^c |
|----------------------------|-------------------|--------------|----------|------------------------------|------------|------------|-----------------------|
| | | | | 1日後 | 3日後 | 5日後 | |
| DMTP乳剤, 40%(スプラサイド乳剤40) | 有機リン | 1B | 1500 | 100 (43) | - | - | ○ |
| ニテンピラム水溶剤, 10%(ベストガード水溶剤) | ネオニコチノイド | 4A | 1000 | 100 (75) | - | - | ○ |
| ジノテフラン水溶剤, 20%(スタークル顆粒水溶剤) | ネオニコチノイド | 4A | 2000 | 78.8 (66) | 100 (76) | - | ○ |
| エチプロール水溶剤, 10%(キラップフロアブル) | フェニルピラゾール | 2B | 2000 | 65.6 (64) | 98.1 (106) | 97.7 (90) | ○ |
| スピノサド水溶剤, 25%(スピノエース顆粒水溶剤) | スピノシン | 5 | 5000 | 6.7 (45) | 89.0 (82) | 96.7 (62) | ○ |
| スピネトラム水溶剤, 25%(ディアナWDG) | スピノシン | 5 | 5000 | 35.9 (103) | 90.8 (109) | 88.6 (63) | ○ |
| プロフェジン水溶剤, 25%(アプロードフロアブル) | プロフェジン | 16 | 1000 | 29.2 (48) | 73.2 (71) | 87.3 (161) | △ |
| アクリナトリン水溶剤, 3%(アーデント水溶剤) | ピレスロイド | 3A | 1000 | 27.1 (59) | 32.4 (148) | 40.6 (368) | |
| ピリフルキナゾン水溶剤, 20%(コルト顆粒水溶剤) | ピリジン アゾメテン 誘導体 | 9B | 2000 | 0.0 (127) | 0.0 (145) | 0.0 (128) | |
| クロルフェナピル水溶剤, 10%(コテツフロアブル) | ピロール | 13 | 2000 | 1.6 (63) | 1.4 (141) | 0.0 (121) | |
| フルフェノクスロン乳剤, 10%(カスケード乳剤) | ベンゾイル尿素 | 15 | 2000 | 0.0 (66) | 2.0 (201) | 0.0 (151) | |
| 無処理 ^d | | | | 0 (152) | 0 (412) | 2.1 (237) | |

* Insecticide Resistance Action Committee (IRAC)による殺虫剤の作用機構別コード。

^b Abbott (1925)の補正式, (無処理区の生存虫率-処理区生存虫率)/無処理区の生存虫率×100により算出した。

^c 調査日の中で補正死亡率が最も高いデータで評価した。○: 90%以上(殺虫効果高い); △: 70%以上90%未満(殺虫効果有り)。

^d 蒸留水での死亡率。

表2 マンゴーハフクレタマバエ幼虫に薬剤処理した時の幼虫脱出から羽化までの殺虫効果

| 薬剤名, 成分濃度(商品名) | 供試幼虫数 ^a | 補正死亡率 ^b , % | 殺虫 効果 ^c |
|----------------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|
| アクリナトリン水溶剤, 3%(アーデント水溶剤) | 49 | 8.8 | |
| ピリフルキナゾン水溶剤, 20%(コルト顆粒水溶剤) | 61 | 88.2 | △ |
| クロルフェナピル水溶剤, 10%(コテツフロアブル) | 90 | 40.7 | |
| フルフェノクスロン乳剤, 10%(カスケード乳剤) | 92 | 0 | |
| 無処理 ^d | 111 | 30.6 | |

^a 脱出した幼虫のうち健全な個体を供試した。

^b Abbott (1925)の補正式, (無処理区の生存虫率-処理区生存虫率)/無処理区の生存虫率×100により算出した。

^c 表1と同様に補正死亡率で評価した。△: 70%以上90%未満(殺虫効果有り)。

^d 蒸留水での死亡率。

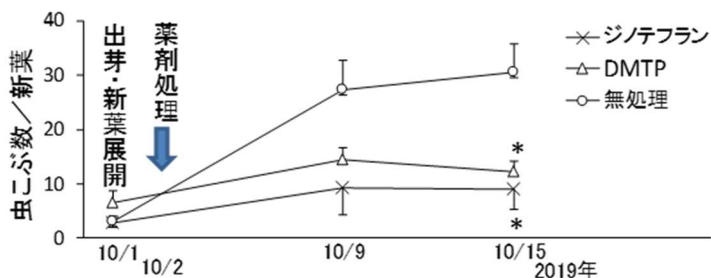


図 圃場における処理区毎のマンゴーハフクレタマバエによる虫こぶ数の推移

* 分散分析後, Dunnettの検定により危険率0.05で無処理と有意差有り。

エラーバーは標準誤差を示す。

[研究情報]

課題 ID : 2018 農 008

研究課題名 : マンゴー葉に寄生するマンゴーハフクレタマバエに対する各種薬剤の殺虫効果

予算区分 : その他 (化学農薬削減に向けた病害虫防除技術推進事業、沖縄県植物防疫協会単独試験)

研究期間 (事業全体の期間) : 2019~2020 年度 (2018~2020 年度)

研究担当者 : 清水優子、守屋伸生、謝花治、松村まさと、竹内誠人

発表論文等 : 清水ら (2019) 九州病害虫研究会第 98 回大会

果樹分野

| | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|------|--------------|------|
| (成果情報名) 沖縄県におけるタヒチライムの特性 | | | | | | | |
| (要約) タヒチライムは年間を通して果皮の黄化や酸切れ等の果実品質に大きな変動はなく、果実品質は安定している。四季咲きであるが着花数には季節変動が見られ、収量は7～12月に多く、8年生樹の年間収量は53kg/樹程度である。 | | | | | | | |
| (担当機関) 沖縄県農業研究センター名護支所・果樹班 | | | | | 連絡先 | 0980-52-0052 | |
| 部会 | 果樹 | 専門 | 栽培 | 対象 | カンキツ | 分類 | 基礎研究 |

[背景・ねらい]

ライムは独特な風味をもつことから飲食店を中心に需要があり高単価で取引されているが、そのほとんどが海外産で占められている。冬期に気温が低下する地域でライムを栽培すると果皮が黄化するなどの問題が発生するが、気候が温暖な沖縄県ではライムの安定生産が期待される。本県においてライム栽培が可能となれば、高単価な新規品目としてカンキツ産地の育成に繋がることが予想される。そこで、本県におけるタヒチライムの果実品質や開花習性、収量性等の基本特性を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. 果実は冬期に果皮色がやや薄くなる傾向が見られるが、顕著な黄化や酸度の低下（酸度5%未満）等は見られず、果実品質は年間を通して概ね良好である（表1、図1）。
2. 四季咲きだが着花に季節変動が見られ、有葉花は2～5月、直花は1～3月に多い（図2）。
3. 1～2月の着果率は1%未満と低いが、3～8月は1～10%程度で推移する（データ省略）。
4. 開花から果実横径50mmに達するまでの日数は、90～135日程度であり、有葉果と直花果で肥大速度等に大きな差はなく、カンキツ類では一般的に果実肥大が劣るとされる直花果も利用可能である（データ省略）。
5. 7～12月にかけて収量が高くなり、2020年（樹齢8年時）の年間収量は53.4kg/樹、生産額は136万円/10a程度である（表2、3）。
6. タヒチライムはかいよう病に感受性が高く、果実の発病割合は4.8%程度である。また、カイガラムシ等の発生が見られるため、定期的な薬剤防除が必要である（データ省略）。

[成果の活用面・留意点]

1. 本成果は普及指導員および営農指導員、カンキツ生産者を対象に、タヒチライム導入の際の参考資料として活用する。
2. タヒチライムの苗は苗業者やホームセンター等で購入可能である。
3. 試験は名護支所ほ場において実施し、供試樹は2014年2月に2年生苗を定植したシークワサー一台木のタヒチライム3樹である。
4. 供試樹は露地栽培、栽植距離5m×6m、年間窒素施肥量40kg/10a、殺虫・殺菌剤の年間散布回数はカンキツ慣行防除と同程度の各8回前後、毎年2月剪定の条件下で栽培した。
5. 強風による枝の折損やかいよう病の蔓延を防止するため、防風林や防風ネットの整備された園地で栽培する。

[残された問題点]

特になし。

[具体的データ]

表1 収穫月別果実品質 (2018-2020年)

| | 調査 果数 ¹⁾ | 横径 (mm) | 果実重 (g) | 果皮色 ²⁾ | 黄化 歩合 ³⁾ | 果汁 歩合 ⁴⁾ | 糖度 (° Brix) | 酸度 (%) |
|-----|------------------------|------------|------------|-------------------|------------------------|------------------------|----------------|-----------|
| 1月 | 74 | 55.9 | 94.8 | 0.9 | 0.9 | 0.34 | 8.0 | 7.0 |
| 2月 | 52 | 56.4 | 99.4 | 0.8 | 0.6 | 0.37 | 8.0 | 6.6 |
| 3月 | 38 | 54.7 | 89.3 | 0.7 | 0.7 | 0.33 | 7.6 | 6.3 |
| 4月 | 44 | 56.3 | 96.5 | 0.6 | 0.7 | 0.33 | 7.3 | 6.2 |
| 5月 | 12 | 53.6 | 85.0 | 0.7 | 0.5 | 0.32 | 7.3 | 5.8 |
| 6月 | 32 | 54.2 | 88.5 | 0.5 | 0.3 | 0.34 | 7.5 | 5.7 |
| 7月 | 63 | 54.6 | 93.1 | 0.6 | 0.5 | 0.34 | 7.6 | 6.2 |
| 8月 | 88 | 56.1 | 102.5 | 0.6 | 0.5 | 0.35 | 7.9 | 6.9 |
| 9月 | 89 | 57.5 | 107.6 | 0.6 | 0.4 | 0.39 | 8.0 | 7.1 |
| 10月 | 82 | 57.3 | 105.8 | 0.6 | 0.6 | 0.37 | 8.2 | 7.1 |
| 11月 | 79 | 57.3 | 103.4 | 0.8 | 0.5 | 0.37 | 8.6 | 7.4 |
| 12月 | 82 | 57.0 | 103.3 | 0.8 | 0.5 | 0.35 | 8.7 | 7.4 |
| 平均 | | 55.9 | 97.4 | 0.7 | 0.6 | 0.35 | 7.9 | 6.6 |

- 1) 毎月中旬に果実横径50mm以上の果実を収穫した。
- 2) 農林水産省果樹試験場基準果実カラーチャートレモン色系 (0~6:数字が小さいほど緑、大きいほど黄色)
- 3) 果皮の黄化している面積割合を遠視で調査 (0:黄化無し~10:全面が黄化)
- 4) 手絞り器で搾汁した果汁重/果実重

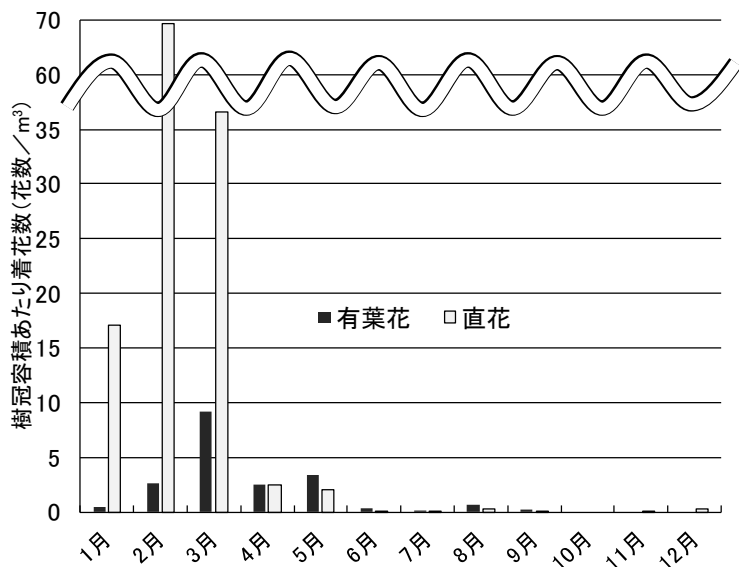


図2 樹冠容積あたり着花数の季節変動 (2018-2020年)
※樹冠容積は樹高×樹冠長径×樹冠短径×0.7で求めた。

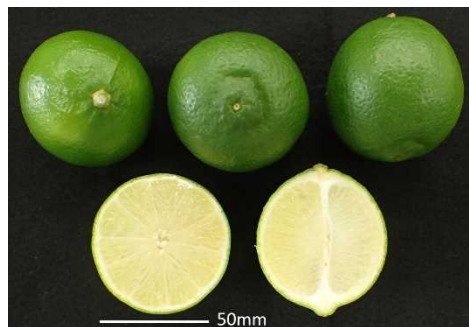


図1 タヒチライムの果実 (8月収穫)

表2 月別収量データ 単位: kg/樹

| 収穫月 | 2018年 | 2019年 | 2020年 |
|-----|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 6年生 ¹⁾ | 7年生 ¹⁾ | 8年生 ¹⁾ |
| 1月 | 1.2 | 2.6 | 2.1 |
| 2月 | 0.6 | 1.0 | 1.0 |
| 3月 | 0.4 | 0.8 | 0.4 |
| 4月 | 0.8 | 0.6 | 1.5 |
| 5月 | 0.2 | 0.0 | 0.1 |
| 6月 | 0.2 | 0.2 | 0.8 |
| 7月 | 2.6 | 3.3 | 6.8 |
| 8月 | 4.2 | 11.2 | 12.7 |
| 9月 | 9.3 | 8.2 | 10.5 |
| 10月 | 2.1 | 4.6 | 10.2 |
| 11月 | 5.0 | 2.2 | 3.9 |
| 12月 | 3.6 | 4.6 | 3.4 |
| 合計 | 30.2 | 39.3 | 53.4 |

1) 収穫時の樹齢

表3 収量および生産額の試算

| 年 | kg/樹 | kg/10a ¹⁾ | 円/10a ²⁾ |
|------|------|----------------------|---------------------|
| 2018 | 30.2 | 997 | 770,372 |
| 2019 | 39.3 | 1,297 | 1,002,504 |
| 2020 | 53.4 | 1,762 | 1,362,181 |

1) 33樹/10a(栽植距離 5m×6m)

2) 773円/kg(2018~2020年における沖縄県中央卸売市場のライム平均単価)×10aあたり収量

[研究情報]

課題 ID: 2018 農 015

研究課題名: 沖縄県における熱帯性柑橘ライムの生育特性の把握

予算区分: 県単 (果樹産地総合整備事業)

研究期間 (事業全体の期間): 2018~2020 年度

研究担当者: 光部史将、金城美沙、阿波根直恭、澤岨哲也

発表論文等: なし

果樹分野

| | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|------|--------------|------|
| (成果情報名) 中晩生マンゴー「リペンス」の追熟過程で発生する果皮褐変障害の軽減対策 | | | | | | | |
| (要約) 中晩生マンゴー「リペンス」の果皮褐変障害の発生は、収穫後に高湿度条件で追熟させることにより抑制できる。また、追熟時に透湿性シートを用いると、障害の発生を抑制しつつ、十分な果実品質が確保できる。 | | | | | | | |
| (担当機関) 農業研究センター石垣支所 | | | | | 連絡先 | 0980-82-4067 | |
| 部会 | 果樹 | 専門 | 栽培 | 対象 | マンゴー | 分類 | 基礎研究 |

[背景・ねらい]

「リペンス」(商標名:夏小紅)は、収穫後の追熟過程で果皮に不定形の褐変を生じる障害(以下、果皮褐変障害とする。)が発生する問題がある(図)。この障害は外観を損ない、等級評価に影響するため早急な対策が必要となっている。本障害の類似事例として、マンゴーでは「Honey Gold」の Under-skin browning(San *et al.*, 2019)、他品目ではカンキツ「不知火」のコハン症(農研機構, 2020)などが報告されている。これらの発生要因として、果皮からの水分損失による可能性が報告されている。そこで本研究では、果皮褐変障害の発生と追熟時の湿度との関係を調査するとともに、その対策技術について検討する。

[成果の内容・特徴]

1. 高湿度条件で果実を9日間追熟させた高湿度9日区では、果皮褐変障害の発生は確認されない。また、高湿度3日区では、追熟3日後に障害の発生は認められないが、3日目以降に水分を含んだキムタオルを除去し、無処理区と同様な条件で追熟させると、追熟9日後では無処理区と同等の障害発生率、発症度となることから、高湿度条件で障害が抑制される(表1)。
2. 透湿性シート、発泡スチロール、MA包装資材を用いて、高湿度条件で果実を追熟させた結果、各区とも無処理区と比較して障害発生率、発症度が有意に低減する(表2)。
3. 透湿性シート区は、無処理区と比較して果実品質に差は認められない。発泡スチロール区は無処理区と比較して果皮着色率が有意に低く、MA包装資材区は果皮着色率、糖度、食味が有意に低い値を示し、保存資材により果実品質が異なる(表3)。

[成果の活用面・留意点]

1. 研究機関において「リペンス」の保存技術を確認するため、保存資材の適性利用も含めた技術開発に活用する。
2. 石垣支所内ハウスで栽培されている「リペンス」(樹齢9年、4樹)を供試した結果である。
3. 本試験は、果実縦径5cmから積算温度2,500℃~2,900℃で収穫した未着色果を用い、25℃空調下で各処理を調査した結果である。
4. 本試験は、透湿性シートとしてタイベックソフト®を供試した結果である。
5. 発泡スチロール区、MA包装資材(材質:OPP)区の湿度100%の状態では、一部カビの発生が確認されたため、結露が発生するほどの高湿度条件では追熟させない。

[残された問題点]

果皮褐変障害の発生率をさらに低減するため、収穫時間を検討するなどプレハーベスト技術の開発が必要である。

[具体的データ]



図 果皮褐変障害の状況(①収穫直後、②追熟2~3日後、③追熟5~6日後、④追熟9~10日後)
※果実は収穫後、25℃空調下で追熟させた。

表1 保存条件の違いが果皮褐変障害の発生に及ぼす影響

| 処理区 | 調査果数 | 追熟3日後 | | | 追熟9日後 | | |
|---------------------|------|----------|---------|-------------------|----------|---------|-------------------|
| | | 保存湿度 (%) | 発生率 (%) | 発症度 ³⁾ | 保存湿度 (%) | 発生率 (%) | 発症度 ³⁾ |
| 無処理 | 10 | 62.4 a | 50.0 a | 16.7 a | 62.7 a | 60.0 a | 33.3 a |
| 高湿度3日 ¹⁾ | 10 | 100 b | 0.0 b | 0.0 b | 62.5 a | 60.0 a | 46.7 a |
| 高湿度9日 ²⁾ | 10 | 100 b | 0.0 b | 0.0 b | 100 b | 0.0 b | 0.0 b |

1)3日間キムタオルに水分を含ませた状態で果実を包み追熟させた。追熟4日目以降、キムタオルを除去して無処理区と同様な条件下で追熟させた。

2)9日間キムタオルに水分を含ませた状態で果実を包み追熟させた。

3)発症度 = $\Sigma(\text{評価} \times \text{評価別果数}) / (3 \times \text{調査果数}) \times 100$ 評価(0:発生なし, 1:灰色のシミが確認される, 2:1cm以下の黒変した障害部位が3~6個, 3:それ以上)

異符号間は5%水準で有意差あり(保存湿度:Steel-Dwass法。発生率、発症度:カイニ乗検定、p値の調整はBenjamini & Hochberg(1995)の方法を用いた。)

表2 保存資材の違いが果皮褐変障害の発生に及ぼす影響

| 処理区 | 調査果数 | 保存温度 (°C) | 保存湿度 (%) | 発生率 (%) | 発症度 ¹⁾ |
|---------|------|-----------|----------|---------|-------------------|
| 無処理 | 75 | 24.6 | 62.8 a | 42.7 a | 26.2 a |
| 透湿性シート | 25 | 24.3 | 89.3 b | 12.0 b | 5.3 b |
| 発泡スチロール | 25 | 24.7 | 100 c | 8.0 b | 2.7 b |
| MA包装資材 | 33 | 24.2 | 100 c | 9.1 b | 3.4 b |

1)発症度 = $\Sigma(\text{評価} \times \text{評価別果数}) / (3 \times \text{調査果数}) \times 100$ 評価(0:発生なし, 1:灰色のシミが確認される, 2:1cm以下の黒変した障害部位が3~6個, 3:それ以上)

異符号間は5%水準で有意差あり(保存湿度:Steel-Dwass法。発生率、発症度:カイニ乗検定、p値の調整はBenjamini & Hochberg(1995)の方法を用いた。)

果実は収穫後、25℃空調下で9日間追熟させた。

透湿性シート区では、「リベンス」を入れた保存カゴを包装紙で包むようにして追熟させた。

表3 保存資材の違いが果実品質に及ぼす影響

| 処理区 | 調査果数 | 果皮着色率 ¹⁾ (%) | 糖度 (° Brix) | 食味 ²⁾ |
|---------|------|-------------------------|-------------|------------------|
| 無処理 | 75 | 81 a | 15.6 a | 3.2 a |
| 透湿性シート | 25 | 75 ab | 15.1 a | 3.1 a |
| 発泡スチロール | 25 | 54 b | 13.9 ab | 2.6 ab |
| MA包装資材 | 33 | 16 c | 13.6 b | 1.4 b |

1)遠観により0~100%で評価。

2)食味(0:不良, 1:やや不良, 2:普通, 3:やや良, 4:良)

異符号間は5%水準で有意差あり(Steel-Dwass法)。

果実は収穫後、25℃空調下で9日間追熟させた。

透湿性シート区では、「リベンス」を入れた保存カゴを包装紙で包むようにして追熟させた。

[研究情報]

課題 ID : 2019 農 001

研究課題名 : 気候変動対応型果樹農業技術開発事業

予算区分 : 沖縄振興特別推進交付金

研究期間 (事業全体の期間) : 2020 年度 (2019~2021 年度)

研究担当者 : 伊波聡、井上裕嗣、與那覇至、東嘉弥真勇人、宮里進

発表論文等 : 日本熱帯農業学会第 128 回講演会発表

果樹分野

| | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|------|--------------|------|
| (成果情報名) 分光色差計による「アーウィン」よりも濃い果肉色を持つマンゴーの判定条件 | | | | | | | |
| (要約) 分光色差計によってマンゴー果肉の中央部1点を測定し、明度 L^* 、彩度 C^* と色相角度 h を求めることで果肉色を定量的に評価可能であり、「アーウィン」よりも果肉色が濃いと判定される条件は、「アーウィン」よりも①明度 L^* が低い、②彩度 C^* が高い、③色相角度 h が低い、という3条件である。 | | | | | | | |
| (担当機関) 農業研究センター名護支所・果樹班 | | | | | 連絡先 | 0980-52-0052 | |
| 部会 | 果樹 | 専門 | 育種 | 対象 | マンゴー | 分類 | 基礎研究 |

[背景・ねらい]

マンゴーの品種育成において、「アーウィン」よりも濃い橙色の果肉を持つ品種を育成するためには果肉色を定量的に評価することが必要である。「アーウィン」の果肉色は分光色差計を用いて測定することが可能である(上田ら、1999)が、「アーウィン」よりも濃い果肉色と判定する条件は明らかとなっていない。そこで、達観調査において「アーウィン」よりも果肉色が濃い、または薄い、と評価された品種と「アーウィン」の果肉を分光色差計によって測定し、 $L^*a^*b^*$ または L^*C^*h 色空間に基づいて比較することにより、「アーウィン」よりも濃い色の果肉を持つ条件について明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. 「アーウィン」の果肉色の $L^*a^*b^*$ 及び C^* と h の各値は、 $L^*56.1 \pm 4.03$ (以下、平均 \pm SD)、 $a^*10.3 \pm 2.25$ 、 $b^*60.3 \pm 3.93$ 、 $C^*61.2 \pm 4.08$ 、 $h80.4 \pm 1.87$ である。
2. 達観調査における濃色果肉7品種の果肉色の $L^*a^*b^*$ 、 C^* および h の各値は「アーウィン」よりも L^* 値と h は統計的に有意に低く、 a^* 、 b^* および C^* 値は統計的に有意に高い(図1)。
3. 達観調査における淡色果肉9品種の果肉色の $L^*a^*b^*$ 、 C^* および h の各値は「アーウィン」よりも L^* 値と h は統計的に有意に高く、 a^* 、 b^* および C^* 値は統計的に有意に低い(図1)。
4. 「アーウィン」よりも果肉の橙色が濃いかを検討するためには、 a^* と b^* の両値を加味する必要があり L^*C^*h 色空間を用いることが適当であることから、「アーウィン」よりも濃い果肉色を持つと判定される条件は、「アーウィン」よりも①明度 L^* が低い、②彩度 C^* が高い、③色相角度 h が低い、ことである。
5. 彩度 C^* と色相角度 h の散布図を用いると、濃色果肉品種は「アーウィン」と比較して右下にプロットが集中することから、視覚的に判断することも可能である(図2)。

[成果の活用面・留意点]

1. 「アーウィン」よりも濃い果肉色を持つ系統の選抜に活用する。
2. 果肉色は追熟完了日に、簡易型分光色差計 NF333 (日本電色工業株式会社) を用いて、果梗部から果頂部にかけて縦方向に切ったマンゴー果実の果肉中心部1点を測定する。
3. L^* は明度、 a^* と b^* はそれぞれ赤と黄色方向の色度を示し、 C^* は彩度、 h は色相角度を表し、次式で算出する。 $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$ $h = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$
4. 達観調査では果肉色を6段階(1:黄緑 2:淡黄 3:黄 4:黄橙 5:橙 6:赤橙)評価し、「アーウィン」の果肉色平均値は 2.93 ± 0.31 であり、名護支所保有品種31品種のうち、果肉色平均値が3以上の7品種を濃色果肉品種、2.5未満の9品種を淡色果肉品種としている。

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]

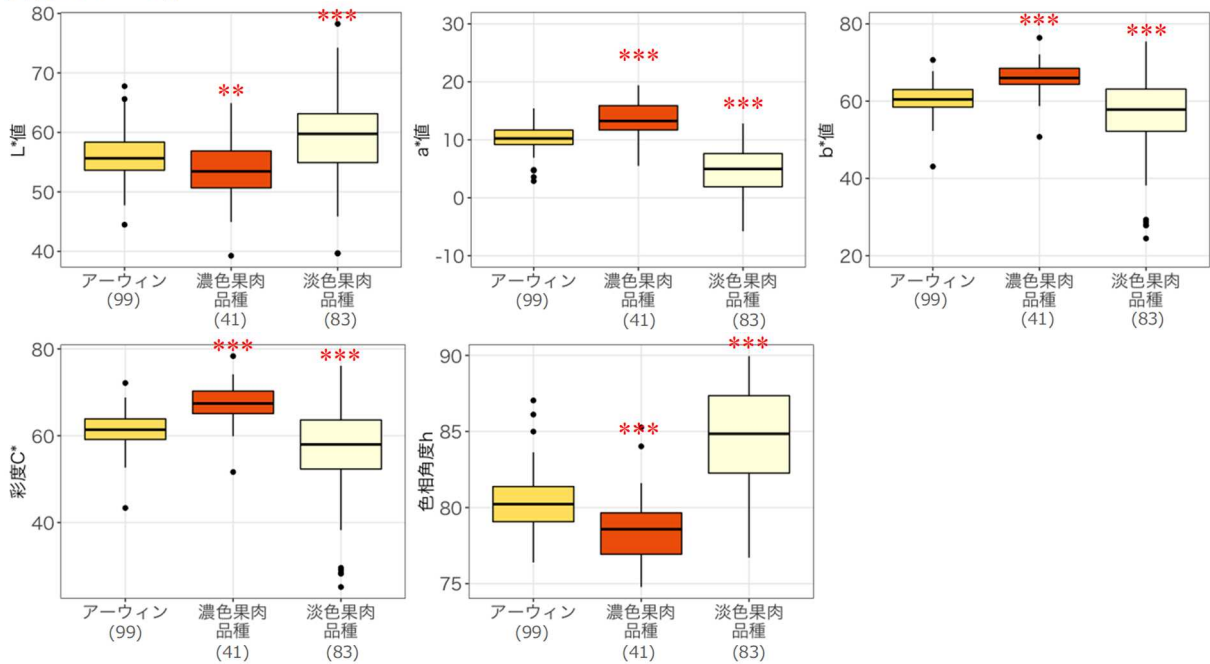


図1 「アーウィン」と濃色および淡色果肉色品種のL*、a*、b*、C*、hの比較

図中の()は供試数を、**は $p < 0.01$ 、***は $p < 0.001$ の水準で両区に有意差があることを示す。統計検定には一般化線型モデル (GLM) を使い、L*、a*、b*、C*およびhを応答変数、説明変数に品種を指定し、確率分布はb*値は正規分布、その他はガンマ分布を用い、事後検定にはDunnettの多重比較を用いている。

濃色果肉品種は「ヘーデン」、「パービン」、「ソンシエン」、「マヤ」、「エドワード」、「ルビー」および「ニールキラン」、淡色果肉品種は「グレン」、「スプリングフェルズ」、「リリー」、「ベッキー」、「Fukuda」、「S1」、「金蜜」、「あま太閤」および「ホワイト」である。

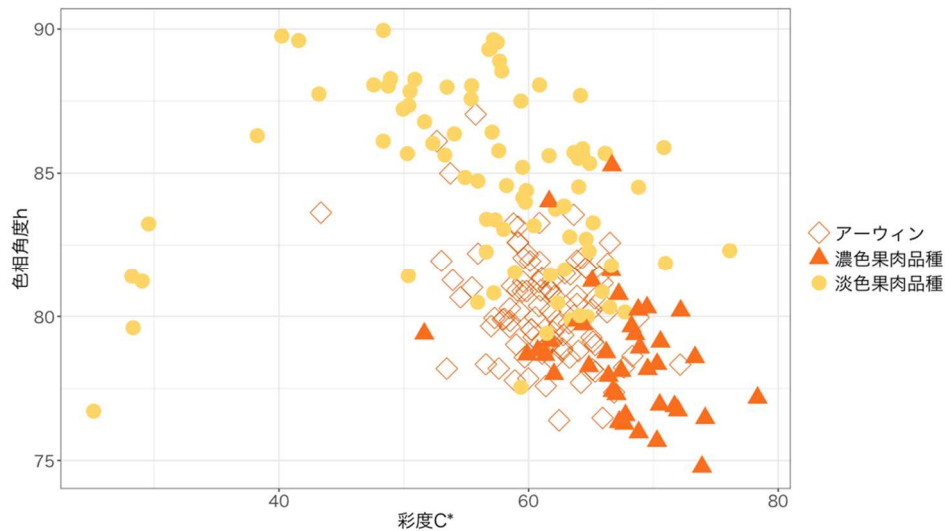


図2 「アーウィン」と濃色および淡色果肉色品種の彩度C*と色相角度hの関係

[研究情報]

課題 ID : 2019 農 003

研究課題名 : 高糖度で良食味かつ果肉色の優れたマンゴー品種の育成

予算区分 : 県単 (沖縄県農業育種基盤技術開発事業)

研究期間 (事業全体の期間) : 2019~2020 年度 (2019 年~2023 年度)

研究担当者 : 守屋伸生、清水優子、謝花治、松村まさと、竹内誠人

発表論文等 : なし

果樹分野

| | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|---------|--------------|------|
| (成果情報名) パインアップル育種圃場での重要形質において推定される環境分散と広義の遺伝率 | | | | | | | |
| (要約) 「ゆがふ」×「Yonekura」における交雑実生集団の収穫期、果実重および糖度の形質評価値を分散分析した結果、最も大きい環境分散成分は個体間の誤差分散であるため、単年度の評価個体数を増やすことで広義の遺伝率は高まり、効率的な選抜が可能となる。 | | | | | | | |
| (担当機関) 農業研究センター名護支所・果樹班 | | | | | 連絡先 | 0980-52-0052 | |
| 部会 | 果樹 | 専門 | 育種 | 対象 | パインアップル | 分類 | 基礎研究 |

[背景・ねらい]

パインアップルの品種開発では交雑育種を行っており、交雑実生を選抜圃場に定植し、各個体に初結実する1果の評価により1次選抜を行っている。その後は選抜個体の栄養芽(冠芽・えい芽・吸芽)を用いて増殖し、複数個体の特性評価によって選抜を行う。しかし、これまで育種圃場におけるパインアップルの環境分散と広義の遺伝率は推定されておらず、この選抜の有効性は明らかになっていない。そこで、本研究では「ゆがふ」×「Yonekura」の交雑実生集団を供試してパインアップルの重要形質である収穫期、果実重および糖度について、環境分散成分および広義の遺伝率を推定し、効率的な選抜法を検討する。

[成果の内容・特徴]

- 2年間の3区制で収集した形質評価値を分散分析した結果、各環境分散成分が推定され、3形質とも最も大きい環境分散成分は区内個体間の誤差分散である(表1)。
- 年の効果は3形質とも有意ではなく、年次間分散、遺伝子型×年の交互作用分散および区間分散は小さく、特に区間分散は全分散の0~1.5%で小さい(表1)。そのため、遺伝特性を短期間で把握するには、単年度に個体数(果実数)を増加させて評価することが効率的であり、2次選抜以降の供試個体数はできるだけ増やす必要がある。
- 102個体集団の2次選抜以降における1年の1個体評価における広義の遺伝率は、収穫期0.57、果実重0.54および糖度0.70であるが(表2)、1年5個体評価での広義の遺伝率は、収穫期0.81、果実重0.80および糖度0.87に上昇すると推定される(表3)。
- 初結実実生集団では、広義の遺伝率は収穫期が0.54、果実重が0.65、糖度が0.70であり、収穫期と糖度においては2次選抜以降の広義の遺伝率と同等であることから、これら形質の環境分散も2次選抜以降の繁殖個体と同様であると考えられる(表2)。
- 果実重の集団平均値は、2013年が1147g、2015年が1204g、2017年が1348gであり(表4)、初結実個体の果実重がやや小さいことが示唆されるため、初結実選抜時には考慮する。

[成果の活用面・留意点]

- 研究機関においてパインアップルの選抜時の指標として活用する。
- 交配親として使用頻度が高い「ゆがふ」を母親に、海外導入品種である「Yonekura」を交雑した実生苗172個体を2011年の春に60cm×33cm×120cm(列間×株間×畝間)の栽植密度で植え付けた。2013年に収穫後の栄養芽を同様な栽植密度で、1区1本の3区制とし、栽培した自然夏実果実を評価し、2015年も同様に栽培した自然夏実果実を評価した解析結果である。

[残された問題点]

- 酸度や果柄長など他の有用形質における環境分散成分および広義の遺伝率の推定。

[具体的データ]

表1 2年間3区制での各形質評価における遺伝および環境分散成分推定値(1年1個体評価した場合)

| 分散成分 | 収穫期 ^z | | 果実重 | | 糖度 ^y | |
|-------------------------------|------------------|--------------|------------|--------------|-------------------------|--------------|
| | 推定値 | 全分散に占める割合(%) | 推定値 | 全分散に占める割合(%) | 推定値(×10 ⁻⁶) | 全分散に占める割合(%) |
| 遺伝分散(σ_g^2) | 265.029 | 59.0 | 60981.383 | 47.9 | 1780.829 | 66.5 |
| 年間分散(σ_y^2) | 0 | 0.0 | 2084.419 | 1.6 | 3.825 | 0.1 |
| 環境分散 | | | | | | |
| 遺伝子型×年交互作用(σ_{gy}^2) | 15.650 | 3.5 | 5244.032 | 4.1 | 164.890 | 6.2 |
| 区間分散(σ_g^2) | 6.545 | 1.5 | 290.402 | 0.2 | 0 | 0.0 |
| 誤差分散(σ^2) | 162.145 | 36.1 | 58660.271 | 46.1 | 729.104 | 27.2 |
| 全分散 | 449.370 | 100 | 127260.508 | 100 | 2678.648 | 100 |

2015年と2017年に3区全ての形質評価データが揃っていた50個体(糖度は49個体)を用い下記のモデルにより分散分析を行った。

$X_{ijk} = \mu + Y_i + G_k + (G \times Y)_{ik} + B_{ij} + E_{ijk}$ X_{ijk} : i 番目の年における j 番目の区の k 番目の遺伝子型の個体の形質評価値、 μ : 定数、

Y_i : i 番目の年の効果、 G_k : k 番目の遺伝子型の効果、 $(G \times Y)_{ik}$: i 番目の年と k 番目の遺伝子型の交互作用、

B_{ij} : i 番目の年における j 番目の区の効果、 E_{ijk} : i 番目の年の j 番目の区における k 番目の遺伝子型の誤差。

^z収穫期は適熟と判定して収穫した日を6/1からの日数で表した。

^y糖度は平均値と標準偏差に相関が認められたため、対数変換値を用いて解析した。

表2 初結実時と2次選抜以降(繁殖個体)の遺伝および環境分散成分の推定値(1年1区1個体評価)

| 解析集団 | 分散成分 | 収穫期 ^z | 果実重 | 糖度 ^y |
|----------------------------------|-------------------|------------------|------------|-------------------------|
| | | 推定値 | 推定値 | 推定値(×10 ⁻⁶) |
| 2次選抜以降(繁殖個体) (2015・2017年果実収穫) | 表現型分散 | 424.266 | 142791.229 | 2995.561 |
| | 遺伝分散 | 239.926 | 76512.105 | 2097.742 |
| | 環境分散 ^x | 184.340 | 66279.124 | 897.819 |
| | 広義の遺伝率 | 0.57 | 0.54 | 0.70 |
| 初結実時 (2013年果実収穫) | 表現型分散 | 446.047 | 117576.802 | 2985.441 |
| | 遺伝分散 | 239.926 | 76512.105 | 2097.742 |
| | 環境分散 | 206.121 | 41064.697 | 887.698 |
| | 広義の遺伝率 | 0.54 | 0.65 | 0.70 |

1区で栽培した「ゆがふ」×「Yonekura」の交雑実生102個体を解析した。測定値(表現型値)の分散を表現型分散とし、遺伝分散と環境分散に分割した。遺伝分散の表現型分散に対する比を広義の遺伝率とした。

繁殖個体で推定された遺伝分散を初結実年の遺伝分散を同一とし、初結実年の評価値の分散から遺伝分散を減じることで初結実年の環境分散を推定した。

^z収穫期は適熟と判定して収穫した日を6/1からの日数で表した。

^y糖度は平均値と標準偏差に相関が認められたため、対数変換値を用いて解析した。

^x表1による推定値。

表3 1年5個体評価における遺伝および環境分散推定値

| 分散成分 | 収穫期 ^z | 果実重 | 糖度(×10 ⁻⁶) ^y |
|-------------------|------------------|-----------|-------------------------------------|
| 遺伝分散 ^x | 239.926 | 76512.105 | 2097.742 |
| 環境分散(1区5個体評価) | 54.624 | 19350.907 | 314.536 |
| 広義の遺伝率 | 0.81 | 0.80 | 0.87 |

^z収穫期は適熟と判定して収穫した日を6/1からの日数で表した。

^y糖度は平均値と標準偏差に相関が認められたため、対数変換値を用いて解析した。

^x表2による推定値。

表4 各年における102個体の集団平均値

| 形質 | 年 | | |
|------------|-------|-------|-------|
| | 2013 | 2015 | 2017 |
| 収穫期 | 8/17 | 8/22 | 8/21 |
| 果実重(g) | 1,147 | 1,204 | 1,348 |
| 糖度(° Brix) | 14.3 | 14.7 | 14.4 |

[研究情報]

課題ID: 2019農004

研究課題名: 各種用途に対応したパインアップル品種開発および育種技術の確立

予算区分: 受託(生物系特定産業技術研究支援センター)

研究期間(事業全体の期間): 2019年(2019~2023年度)

研究担当者: 竹内誠人、大嶺悠太、山田昌彦(日本大学)、奈島賢児(日本大学)

発表論文等: 山田ら(2020)園芸学研究第19巻別冊1 P402

果樹分野

| | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|------|----|------|--------------|-------|
| (成果情報名) 沖縄本島および宮古島で確認されたパパイヤ黒腐病菌 <i>Erwinia</i> sp. | | | | | | | |
| (要約) 沖縄本島および宮古島の <u>パパイヤ</u> で発生する葉の角斑や幹、果実、葉柄部の水浸状病斑の病徴は、細菌学的性状ならびに分子系統解析の結果、 <u><i>Erwinia</i> sp.</u> による黒腐病である。本菌は国外で類似病害の病原菌として報告のある4種 <i>Erwinia</i> 属菌とは別種である。 | | | | | | | |
| (担当機関) 農業研究センター 病虫管理技術開発班 | | | | | 連絡先 | 098-840-8504 | |
| 部会 | 果樹 | 専門 | 作物病害 | 対象 | パパイヤ | 分類 | 実用化研究 |

[背景・ねらい]

2002年沖縄県石垣島圃場にて国内で初確認されたパパイヤ黒腐病(篠原ら、2004年)は、その後2012年に宮古島でも発生が確認されており、2018年頃から沖縄本島南部でも類似病害が発生している。本病は、葉では角斑状、幹、果実、葉柄部では水浸状病斑の病徴を示し、その後、葉が黒変して萎れ、葉柄が脱落し、被害が拡大すると枯死に至るケースもある。石垣島における病原菌は *Erwinia* sp. と同定され(篠原ら、2004年)、国外では、本病の類似病害の病原菌として、*Erwinia mallotivora*、*E. papayae*、*E. psidii* および *E. cyripedii* が知られているが、有効な防除対策は今のところない。防除技術の確立のためには病原菌の同定、国外の病原菌との比較が必要である。そこで、本研究では沖縄本島および宮古島のパパイヤ黒腐病菌の同定を目的として、病原性の確認、細菌学的性状解析、分子系統解析を行う。

[成果の内容・特徴]

1. 沖縄本島および宮古島のパパイヤの罹病部位(図1 a、b)、葉、幹、果実、葉柄部から乳白色、平滑、円形、湿光を帯びたコロニーが優先して分離される(図1 c)。
2. 分離菌懸濁液のパパイヤ苗への噴霧、あるいは傷をつけた部分への接種により、原病徴が再現される(図1 d)。また、罹病部からは接種菌が再分離できる。
3. 全分離菌のアピ20NE(バイオメリュー・ジャパン株式会社)の細菌学的性状試験の結果、指標であるプロフィールインデックスは4067540となり、2002年石垣島圃場で確認された病原菌 *Erwinia* sp.の結果と一致する(データ省略)。
4. よって、沖縄本島および宮古島のパパイヤで発生している本症状は *Erwinia* sp.による黒腐病と診断される。
5. 全分離菌の細菌学的性状は、国外でパパイヤ病原菌として報告のある *E. mallotivora*、*E. papayae*、*E. psidii* および *E. cyripedii* と異なる(表)。
6. 全分離菌の16S rDNA配列の相同性はこれら4種の基準株に対して98.6%未満と低く(データ省略)、16S rDNAならびに複数のハウスキーピング遺伝子を用いた分子系統解析(MLSA)でも独立したグループを形成する(図2)。
7. 以上の結果から、沖縄本島および宮古島の黒腐病菌 *Erwinia* sp.は分子生物学上、国外で類似病害の病原菌として報告のある4種 *Erwinia* 属菌とは別種である。

[成果の活用面・留意点]

1. 本分離菌は2019年3月糸満市宇伊原(I-leaf、I-fruit1, 2, 3、I-stem1, 2, 3、パパイヤ品種「石垣珊瑚」)、2020年6月宮古島市城辺(G-leaf、品種、不明)、宮古島市平良(T-leaf、品種「改良2号」)のパパイヤから分離された。
2. 取得したDNA塩基配列はDDBJに登録・公開している(16S: LC590218(図2)、atpD: LC597531、gyrB: LC597532、infB: LC597533、rpoB: LC597530)。
3. 全分離菌は農業生物資源ジェンバンクへ寄託されている(I-leaf: MAFF 212441、I-stem1~3: MAFF212445~7、I-fruit1~3: MAFF212448~50、G-leaf: MAFF212453、T-leaf: MAFF212454)。

[残された問題点]

薬剤スクリーニング試験や薬剤散布試験の実施。

[具体的データ]

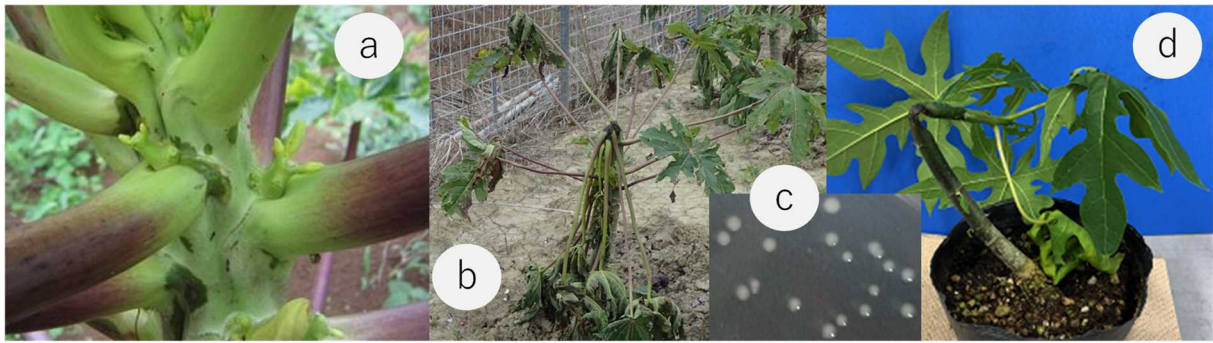


図1 パパイヤ黒腐病の症状、罹病部位から分離された菌および噴霧接種した罹病株

a: 幹の水浸状病斑、b: 葉柄の脱落、c: 病原菌のコロニー、d: 噴霧接種したパパイヤ罹病株

表 沖縄分離菌と国外 *Erwinia* 属菌との細菌学的性状の比較

| 生化学性状 | 沖縄分離菌 | <i>E.mallotivora</i> | <i>E.papayae</i> | <i>E.psidii</i> | <i>E.cypripedii</i> |
|----------------|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | CFBP2503 ^T | CFBP5189 ^T | CFBP3627 ^T | CFBP3617 ^T |
| キングB培地での青色色素産出 | - | - ^{*3} | + ^{*2} | 報告無 | 報告無 |
| クエン酸同化 | - | + ^{*3} | - ^{*3} | 報告無 | 報告無 |
| スクロース還元 | + | + ^{*2} | - ^{*2} | - ^{*2} | - ^{*2} |
| D-マンニトール発酵 | + | + ^{*2} | - ^{*2} | + ^{*2} | + ^{*2} |
| L-アラビノース発酵 | + | + ^{*2} | + ^{*2} | + (75) ^{*2} | + ^{*2} |
| D-アラビノース発酵 | - | - ^{*2} | - ^{*2} | + (25) ^{*2} | + ^{*2} |
| L-ラムノース発酵 | - | - ^{*1} | - ^{*2} | + ^{*2} | + ^{*2} |
| エスクリン加水分解 | - | - ^{*1} | - ^{*2} | + ^{*2} | + ^{*2} |
| ズルシトール発酵 | + | - ^{*1} | 報告無 | 報告無 | 報告無 |

*1: Gotoら(1976)、*2: Gardenら(2004)、*3: Norihaら(2011)

+: 陽性、-: 陰性、(): 陽性のパーセンテージ

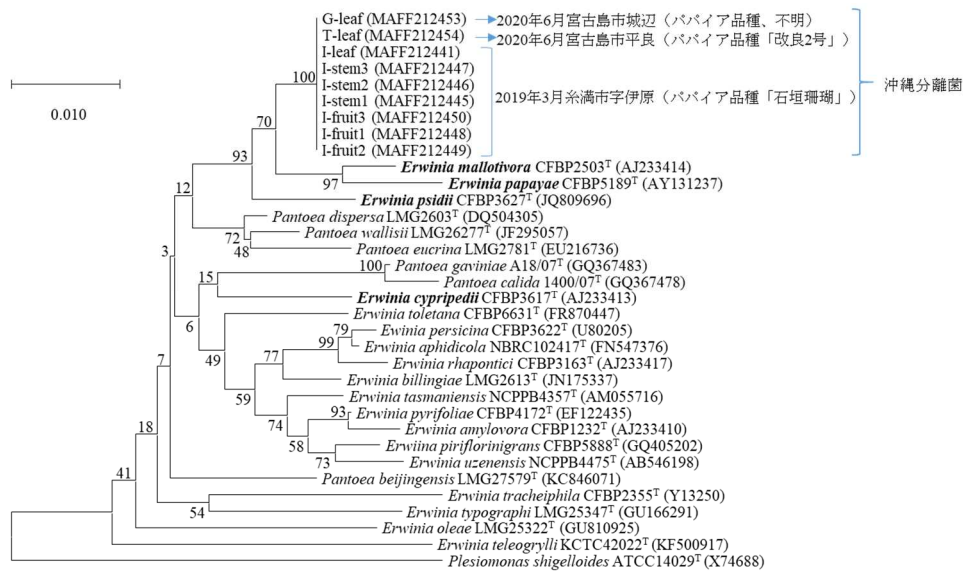


図2 沖縄分離菌と近縁基準株の16S rDNA塩基配列による分子系統樹

[成果情報]

課題 ID : 2020 農 010

研究課題名 : パパイヤ黒腐病の原因解明および防除技術の確立

予算区分 : 県単、病害虫防除基盤研究推進事業

研究期間 (事業全体の期間) : 2020 年度 (2020~2022 年度)

研究担当者 : 花ヶ崎敬資、山城麻希、儀間康造、澤岨哲也、河野伸二

発表論文等 : Hanagasaki et al., 2021 *Plant Pathol.* vol. 70 932-942、花ヶ崎敬資ら (2021) 令和3年度日本植物病理学会本大会発表、令和2年度病害虫発生予察特殊報第2号