

多様な栽培条件に適したエリンギ品種の開発

2016年度～2018年度

石川敢太

要 旨

当センターで品種登録したエリンギ品種「とっとき1号」「とっとき2号」は、発生室内の雑菌密度が高くなると立ち枯れを生じる可能性があったため、新たに病害耐性を有した交配菌株が作出されている。本研究では、交配菌株の特性を明らかにし、低コスト栽培に適した菌株を選抜することを目的に、発生室の温度条件を9℃、12℃、15℃、18℃、21℃の5種類に設定して栽培試験を行い、総重量、発生日数について調査を行った。また、一部の試験区から得られた子実体について、クリープメータにより軸の硬さ（軸硬度）を測定し、品種・温度による違いや、子実体密度との関連について調べた。その結果、9℃、12℃、15℃条件下では、菌株28107、菌株2831、菌株2865が総重量、発生日数、軸硬度の全ての項目について従来株と比べて同等以上の特性を持っていた。さらに、菌株2865については18℃でもこれらの項目が従来株と比べて同等以上であり、多様な栽培条件に適した菌株であると考えられた。

I はじめに

当センターで品種登録したエリンギ品種「とっとき1号」「とっとき2号」は、発生室内の雑菌密度が高くなると立ち枯れを生じる可能性がある（澤，2001）ため、研究課題「立ち枯れに強いエリンギ新品種の開発」で新たに病害耐性を有した交配菌株：菌株23136（以下、株A）、菌株2454（以下、株B）、菌株28107（以下、株C）、菌株2831（以下、株D）、菌株2865（以下、株E）を作出した（門屋，2011）。これらの菌株は、子実体の形質や最適な栽培条件が異なっている可能性があるため、これらの交配菌株の特性を明らかにし、従来品種の発生温度である15℃と比べて高温や低温など多様な条件下で栽培できる菌株を選抜することができれば、夏季や冬季の空調にかかる費用を抑えた低コスト栽培を実現できると考えられる。

また、エリンギの交配菌株は、12℃、15℃、18℃の3条件の中で発生温度が高くなるに従い、子実体の体積あたりの重量、すなわち密度が減少することが示されている（中西ら，2016）。密度が低く

なる原因が子実体内部の空隙の増加によるものとする、密度の低下は子実体の柔らかさを増し、歯ごたえなどの食感に影響することが想定される。

そこで本研究では、上記の交配菌株の特性を明らかにするため、発生温度を変更した栽培試験を行い、得られた子実体について総重量や発生に要した日数（以下、発生日数）、子実体の軸の硬さ（以下、軸硬度）を測定し、従来とは異なる温度条件での栽培に適したエリンギ品種を選抜することとした。

II 方法

1. 子実体発生までの操作と測定項目

培地の配合割合は、従来通りスギおが粉：フスマ：ホミニーフード＝10：3：0.5（容積比）で、殺菌前の含水率を65%とした。使用品種は株A、株B、株C、株D、株Eの5種類の交配菌株に、従来品種とっとき2号（以下、従来株）を加えた6菌株とした。栽培方法は、培地を500g詰め込んだ800ccブロービンによる栽培（以下、ビン栽培）とし

た。栽培ビンは、上記の6菌株を接種した後、23℃の培養室で約40日培養した。その後、菌かきを行い、温度が9℃、12℃、15℃、18℃、21℃、湿度は90%の発生室に移動し、子実体を発生させた。以上の方法で得られた子実体について、総重量、発生日数を測定した。以上の項目について、各温度で発生させた試験区によって差が認められるか、菌株の種類を説明変数、発生した子実体の各測定値を応答変数として一般化線形モデルを作成し、分散分析により解析した。また、菌株ごとで、温度変化が総重量と発生日数に及ぼす影響について、同様に一般化線形モデルを作成し、分散分析により解析した。応答変数は、総重量についてはガンマ分布に従うと仮定し、リンク関数はlogとした。収穫までの日数については、ポアソン分布に従うと仮定し、リンク関数はlogとした。

2. 軸硬度の測定

発生温度を12℃、15℃、18℃の3条件に設定して発生させた6菌株について、各栽培ビンの中で最も重量のある一本の子実体の軸硬度を測定した。軸硬度は、ブロッコリーを対象とした先行研究（池田，2008）を参考に、エリンギを包丁で縦に半分に切り、軸の長さの中央付近について、クリープメータ（山電製RE2-33005C型、プランジャー：直径10 mmの球形、台座スピード1 mm/sec）で表面が2.0 mm歪むのに要する力の大きさと定義し、本研究では軸硬度が大きいほど優れた子実体であると考えた。



写真-1 クリープメータによる測定

なお、クリープメータによる測定は、あいち産業科学技術総合センター食品工業技術センターの協力のもと行った（写真-1）。

各温度で発生させた試験区の30g以上の子実体の軸硬度に差があるかを、菌株の種類を説明変数、軸硬度を応答変数として一般化線形モデルを作成し、分散分析により解析した。軸硬度はガンマ分布に従うと仮定し、リンク関数はlogとした。

また、本試験で個別の子実体について、重量、傘径、傘の厚さ、軸径、軸の長さを測定し、得られた値を先行研究（中西ら，2016）で導出された近似式に代入し、子実体の体積と密度を求めた。この密度について、菌株の種類を説明変数、発生した子実体の各測定値を応答変数として一般化線形モデルを作成し、分散分析により解析した。応答変数は、ガンマ分布に従うと仮定し、リンク関数はlogとした。

III 結果

1. 測定結果

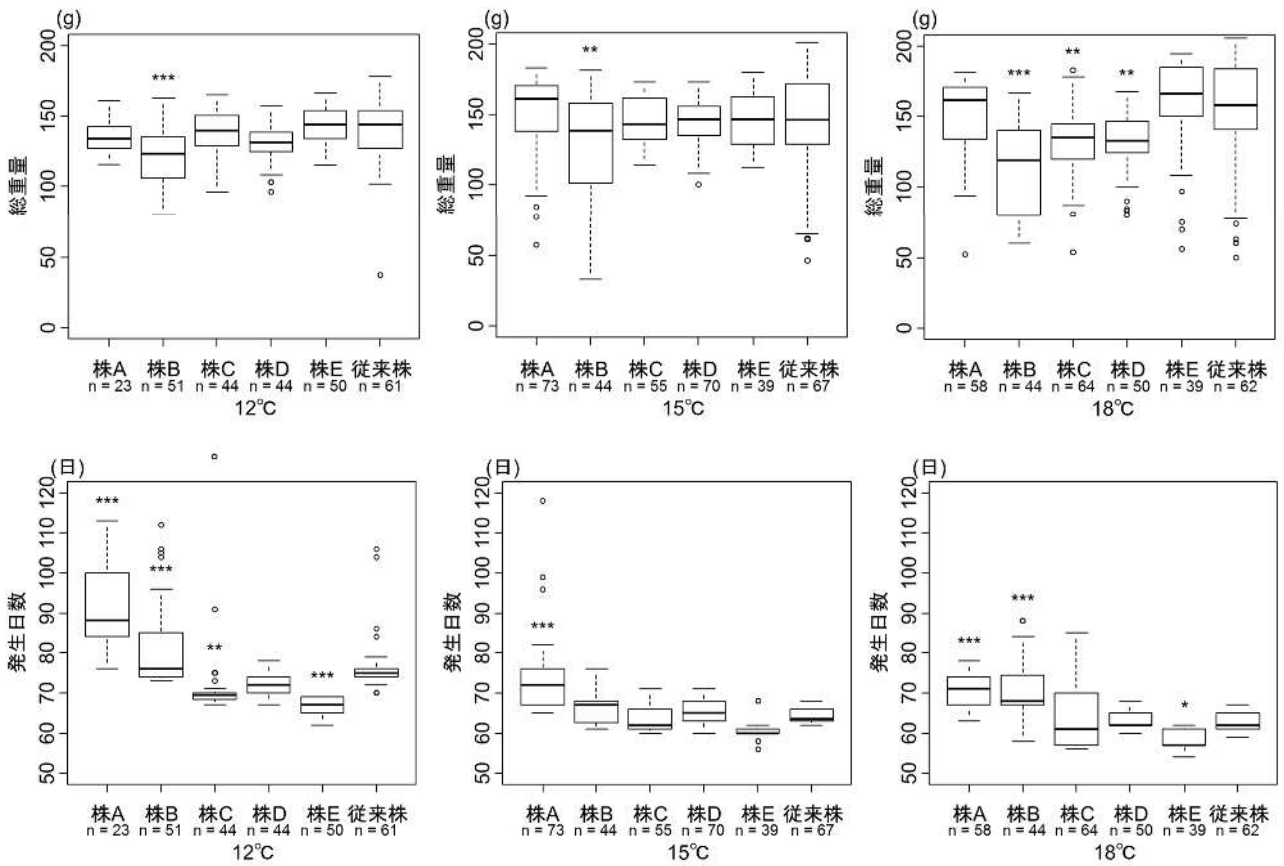
12℃、15℃、18℃の各温度の発生室で子実体を発生させたときの各試験区の1びんあたりの総重量および発生日数を図-1に示す。

1びん当たりの総重量については、12℃では株Bのみ、従来株と比べて有意に少なかった。15℃でも同様に株Bのみ従来株と比べて有意に少なかった。18℃では株B、株C、株Dが従来株と比べて有意に少なかった。

発生日数については、12℃では株A、株Bが従来株より有意に長く、株C、株Eについては従来株より有意に短かった。15℃では株Aのみが従来株より有意に長かった。18℃では株A、株Bが有意に長く、株Eは有意に短かった。

また、12℃、15℃、18℃の各温度の発生室で発生させた子実体の軸硬度を図-2に示す。

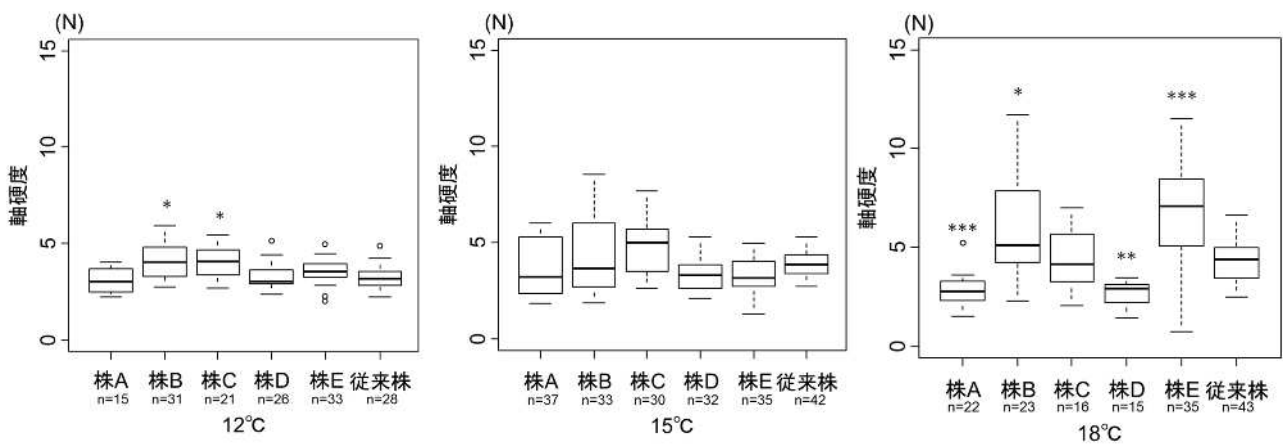
軸硬度は、12℃では株B、株Cが従来株と比べて



図－1 温度ごとの総重量と発生日数

各グラフは箱ひげ図であり、実線の四角の中央の太線は中央値、上端が第一四分位点、下端が第三四分位点を表し、点線の部分がデータの範囲を示す。データ範囲外の白丸は外れ値を表している。

は従来株との間に有意差が認められたことを示す(: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$)。



図－2 温度ごとの軸硬度

軸硬度を測定した子実体のうち、30g未満の子実体のデータは排除している。

は従来株との間に有意差が認められたことを示す(: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$)。

有意に高かった。15℃では、いずれの株も従来株との間に有意差が認められなかった。18℃では、株B、株Eが有意に高く、株A、株Dが有意に低かった。

また、9℃、21℃の条件での試験における総重量・発生日数の計測結果を図-3に示す。

9℃については、概ね12℃と同様な傾向であったが、総じて12℃よりも総重量は少なく、発生日数も長い傾向が認められた。従来株と比較すると、総重量は株Aが有意に少なく、発生日数についても株Aが有意に長かった。

21℃については、子実体を形成しない菌株が大半で、子実体を形成したのものでも、細い子実体が数本出る程度に留まった。

また、品種ごとに温度変化が総重量と発生日数に及ぼす影響について解析した結果、総重量につ

いて菌株Dは12℃で総重量が15℃より有意に低下しており、菌株Cと菌株Dは18℃の総重量が15℃より有意に低下していた。発生日数については、どの菌株も15℃と比較して12℃では有意に長くなった。18℃は15℃との間に有意差が認められなかった。

また、先行研究(中西ら,2016)の式で計算した子実体の密度を温度別に図-4に示し、密度とク

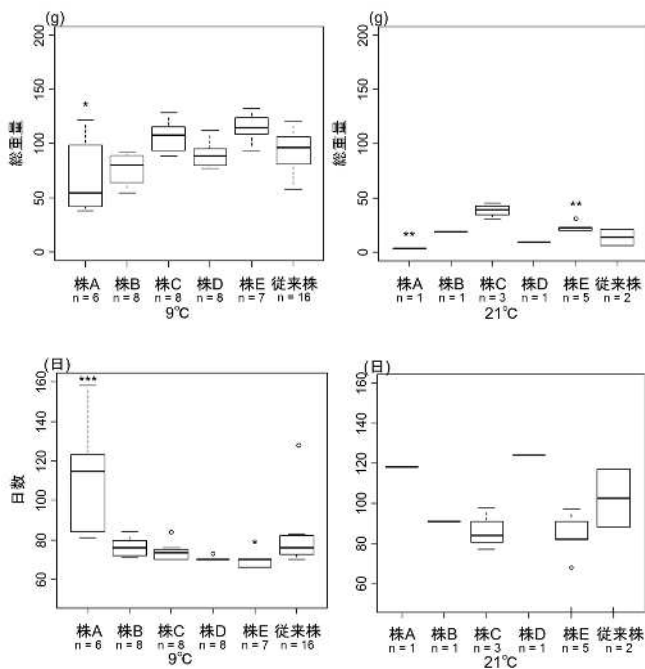


図-3 9℃、21℃条件下での総重量と発生日数
発生日数の図は、図-1と縦軸の尺度を変えている。
は従来株との間に有意差が認められたことを示す(: $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$)。

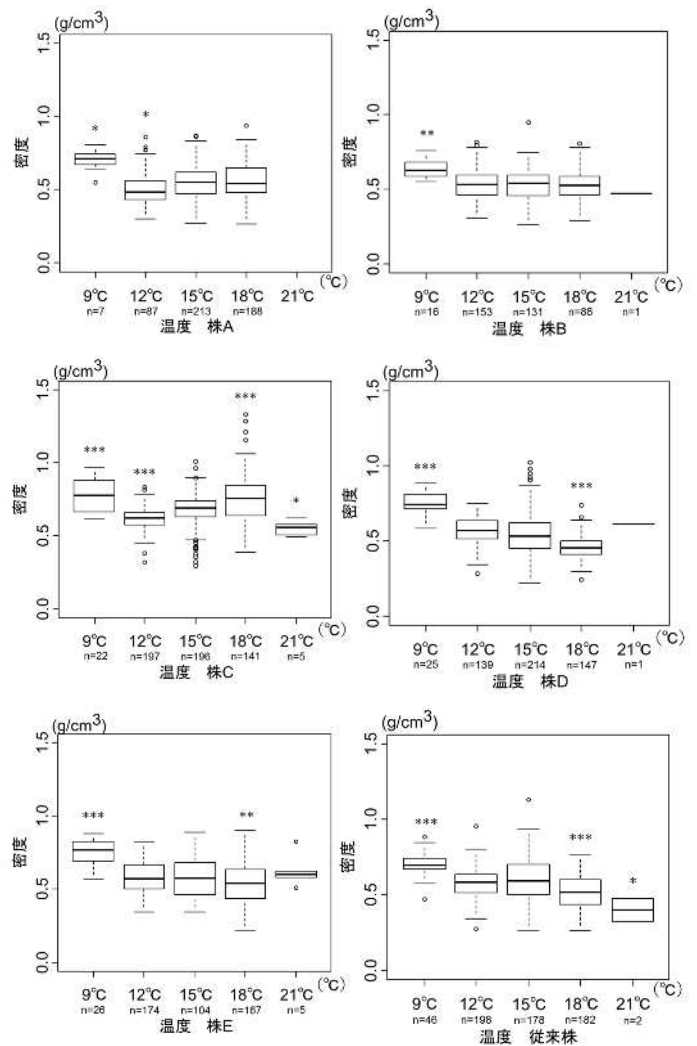


図-4 品種別の温度と子実体密度の関係

縦軸は計算により導いた子実体の密度、横軸は温度を表す。

は15℃の試験区との間に有意差が認められたことを示す(: $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$)。

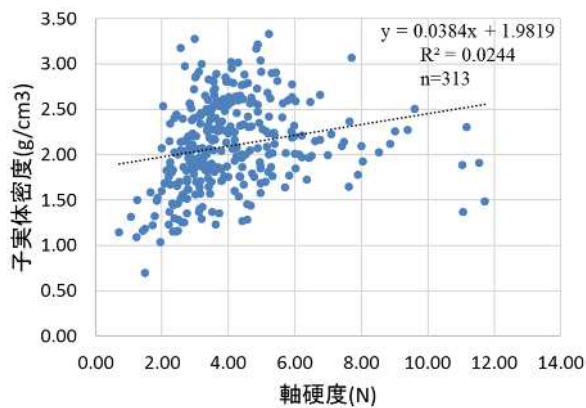


図-5 軸硬度と子実体密度の関係

縦軸は計算により導いた子実体の密度、横軸は今回測定した軸硬度とし、散布図として表した。

リープメータで測定した子実体の軸硬度の関係を図-5に示す。

図-4について、全品種とも9℃条件下では15℃条件下に比べて有意に密度が高かった。12℃条件下では株Aと株Cは有意に密度が低く、18℃条件下では従来株、株D、株Eは有意に密度が低く、株Cは逆に密度が高くなった。

また、図-5の散布図から得られた近似曲線の相関係数は0.0244で、相関が認められなかった。

2. まとめ

本研究での測定結果をまとめて表-1に示す。この表は、今回試験に使用した6菌株のうち、従来株と比べて有意に優れたもの（総重量が大きいもの、収穫までの日数が短いもの、軸硬度の高いもの）の中央値を黒の太字で記入して背景を灰色に、逆に有意に劣ったものを灰色字にしたものである。

この表から、株Eは9℃、12℃、15℃、18℃で従来株と同等、あるいは有意に優れた特性を示した。また、18℃を除けば、株C、株Dについても従来株と同等以上であった。

IV 考察

今回の試験では、9℃で発生させた試験区のサン

表-1 各温度での菌株の特性比較結果

| 9℃ | 株A | 株B | 株C | 株D | 株E | 従来株 |
|---------|-----|----|-----|----|-----|-----|
| 総重量(g) | 55 | 81 | 109 | 89 | 115 | 96 |
| 発生日数(日) | 115 | 76 | 74 | 70 | 70 | 76 |

| 12℃ | 株A | 株B | 株C | 株D | 株E | 従来株 |
|---------|------|-------------|-------------|------|-----------|------|
| 総重量(g) | 134 | 123 | 140 | 131 | 144 | 144 |
| 発生日数(日) | 88 | 76 | 70 | 72 | 67 | 75 |
| 軸硬度(N) | 3.05 | 4.01 | 4.09 | 3.03 | 3.55 | 3.16 |

| 15℃ | 株A | 株B | 株C | 株D | 株E | 従来株 |
|---------|------|------|------|------|------|------|
| 総重量(g) | 161 | 139 | 143 | 147 | 147 | 146 |
| 発生日数(日) | 72 | 67 | 62 | 65 | 60 | 64 |
| 軸硬度(N) | 3.22 | 3.65 | 5.02 | 3.32 | 3.18 | 3.85 |

| 18℃ | 株A | 株B | 株C | 株D | 株E | 従来株 |
|---------|------|-------------|------|------|-------------|------|
| 総重量(g) | 162 | 119 | 136 | 133 | 166 | 158 |
| 発生日数(日) | 71 | 68 | 61 | 62 | 57 | 62 |
| 軸硬度(N) | 2.77 | 5.11 | 4.15 | 2.93 | 7.10 | 4.36 |

プル数が他試験区より少ないためか、有意差がほとんど見られなかった。それでも株Aが総重量と発生日数の両方で劣ることは示された。

また、21℃に適する菌株を見出すことができなかった理由としては、21℃条件下では綿状の菌糸がビンの口より外へと成長する様子が見られたことから、この温度条件では培養状態が持続してしまい、子実体の発生を誘導できなかったと考えられる。そのため、培養温度が23℃であることを考

慮すると、エリンギの発生には21℃を超えない環境が必要であると考えられる。

過去の研究では、研究課題「エリンギの高品質化栽培技術の開発」(中西ら, 2015)において、フスマとホミニーフードの配合割合や含水率の変更による試験を行っており、今回の試験条件の設定をする上で参考にしたが、この先行研究でも発生温度による影響が検討されている。これは、今回の試験(各温度に分けてどの品種が良いか比較)と違い、総重量や発生日数に対して温度や菌株の違いがどのように影響するか、という視点で解析しており、発生温度が高いほど総重量が増加することや、発生本数、発生日数が減少する傾向があることが示されている。一方、今回の試験では、総重量について、解析方法は異なるが、菌株Dは12℃で、菌株Cと菌株Dは18℃で総重量が15℃より低下したため、12℃、15℃、18℃の3条件の範囲であっても、菌株によって温度変化への応答が異なっていることが分かった。同様に今回の試験での発生日数についても温度別に解析を行ったが、総じて12℃での発生日数は15℃よりも有意に長くなっており、先行研究の結果に沿うものとなった。また、先行研究(中西ら, 2015)では、子実体の密度については発生温度が上がるに従い低下すると示されている。今回の試験の結果では、15℃条件下のもの比べて、12℃条件下で密度が低い菌株が2つあり、逆に18℃条件下で密度が高い菌株が1つあるなど、個別に見ると先行研究の結果に反するものがみられた。先行研究は6菌株の傾向について共分散分析で結果を示していたのに対し、今回の研究では個別に検討しているため、菌株によっては先行研究と異なる特性を持ったものがある可能性が示唆され、菌株を選抜するうえでは重要な結果が得られたと思われる。

また、子実体密度と軸硬度との関係については、相関が認められなかった。このことについては、

子実体の密度は体積あたりの重量であり、これは子実体を構成する菌糸の量に加えて、水分の量にも影響されることが考えられる。菌糸の量については多いほど子実体内の空隙が少なくなり、軸硬度が大きくなるのに対し、水分の量は軸硬度にほとんど影響しないと考えられる。したがって、子実体密度を計算式により推定しただけでは、軸硬度が推定できなかったのではないかと考えられる。

また、研究課題「立ち枯れに強いエリンギ新品種の開発」(門屋, 2011)において、総重量と発生日数がともに優れた菌株として株C、株D、株Eの3菌株を選抜し、発生日数が従来株と同等か少し遅れる程度であり、総重量が特に多い菌株として株Aと株Bを示した。今回の試験で、株Aについては、どの温度条件でも発生日数が従来株より長くなっており、先行研究と同じ結果であった。この菌株は、12℃、9℃の低温条件下では球形で傘のない奇形子実体を形成しやすかったことから、今回使用した交配菌株の中では特に低温に弱い菌株であったと思われる。株Bは、15℃条件下を除くすべての温度条件で発生日数が従来株より長く、また総重量は9℃を除く全ての温度条件で従来株より少ないことが示され、先行研究に反するものとなった。また、この菌株は18℃条件下では立ち枯れが生じやすかったため、高温に弱い菌株であると考えられた。株C、株D、株Eについては15℃条件下では総重量および発生日数が従来株と同等かそれ以上に優れており、先行研究の結果を支持した。これらの株は12℃条件下でも従来株と同等以上であったが、18℃条件下では株C、株Dの総重量が従来株より劣っており、これらは比較的高温に弱い菌株であることが示唆された。これに対し、株Eは18℃条件下でも従来株と同等の結果が得られたことから、この菌株は先行研究で選抜された菌株の中でも多様な栽培条件に適することを示せたと考えられる。

なお、あいち産業科学技術総合センター食品工業技術センターの半谷朗氏には、クレープメータを使用した試験の方法について多くのご指導を頂きました。ここに深謝の意を表します。

引用文献

- 池田浩暢（2008）ブロッコリー流通時の鮮度保持に関する基礎的研究．福岡県農総試特別報告 28：1-77
- 門屋健（2012）立ち枯れに強いエリンギ新品種の開発．愛知県森林セ報49：42-48
- 澤章三（2001）新特産シリーズ エリンギ 安定栽培の実際と販売・利用．157pp, 社団法人農山漁村文化協会, 東京.
- 中西敦史・道端亜貴美・伊丹哉恵（2016）エリンギの高品質化栽培技術の開発．愛知県森林セ報53：34-40