

最終試験結果の要旨	
学位申請者 氏名	竹腰 恵
審査委員	主査 鹿児島大学 教授 境 雅夫
	副査 鹿児島大学 准教授 池永 誠
	副査 佐賀大学 准教授 上野大介
	副査 鹿児島大学 准教授 中村正幸
	副査 鹿児島大学 准教授 樗木直也
審査協力者	
実施年月日	令和 4年 8月 5日
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。)	
<input checked="" type="radio"/> 口答 <input type="radio"/> 筆答	
<p>主査及び副査は、令和4年8月5日の公開審査会において学位申請者に対して、学位申請論文の内容について説明を求め、関連事項について試問を行った。具体的には別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる回答を得ることができた。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は申請者が博士（農学）の学位を受けるに必要な十分の学力ならびに識見を有すると認めた。</p>	

学位申請者  
氏 名

竹腰 恵

[質問1] 供試した種イモによって *B. aryabhatai* の存在比に差があるようだが、焼酎蒸留残液によるそうか病の種イモ伝染抑制効果に差は無いのか。また、焼酎蒸留残液による *B. aryabhatai* の存在比の増加やそうか病の防除効果は、何世代先まで継代されるのか。

[回答1] 本研究において *B. aryabhatai* は安定的に種イモに共存していることは明らかとなったが、その存在比によって焼酎蒸留残液による防除効果に差が生じる可能性は考えられる。子イモ（数世代に渡る）における発病度や *B. aryabhatai* およびそうか病菌の存在比または菌密度の比較調査は今後の課題である。しかし種イモごとに *B. aryabhatai* の存在比や菌密度を調査することは現実的ではなく、安定的に高い防除効果を得るための対策の一つとしては、微生物資材等の形で焼酎蒸留残液浸漬時に *B. aryabhatai* も一緒に接種する方法が考えられる。

[質問2] 試験によっては、焼酎蒸留残液で浸漬処理した種イモ上で *B. aryabhatai* の存在比が増加していない場合もあるようだが、防除効果はあるのか。

[回答2] 種イモに共存する細菌群は植付け後に増殖して菌密度が増加し、無処理区と焼酎蒸留残液区では7日目以降の細菌数は同等であった。しかし、焼酎蒸留残液由来の有機栄養分が付加された種イモでは、植付け直後（植付け7日以前）に無処理区よりも細菌数が多かった可能性が考えられる。そのため、*B. aryabhatai* は存在比としては処理によって差が無くても、菌密度としては増加している可能性が考えられる。植付け7日以前の調査や定量的な比較は今後の課題である。

[質問3] 焼酎蒸留残液中に含まれる有機酸のそうか病菌に対する抗菌作用は相乗効果ではないか。また、本研究ではそうか病菌の胞子に対する抗菌作用を試験しているが、種イモ上では胞子と菌糸で存在すると想定される。そうか病菌の存在形態によって抗菌作用は異なるのではないか。

[回答3] 複数種の有機酸を混合することで、その組み合わせによっては抗菌作用が相乗的に高まることは知られている。焼酎蒸留残液に含まれる有機酸4種についても相乗的な抗菌作用が発揮される可能性は考えられる。相乗効果については、各有機酸の単独溶液と複数種の有機酸を混合した混合溶液を用いて、有機酸濃度を統一した場合の抗菌作用を比較する必要がある。菌糸に対する抗菌作用については調査していないが、焼酎蒸留残液浸漬処理によって種イモ上のそうか病菌の菌密度が減少することは明らかとなっているため、種イモ上におけるそうか病菌の形態には抗菌作用を示すと推察される。

〔質問4〕芋焼酎や米焼酎の蒸留残液では同様の効果は期待できないのか。

〔回答4〕焼酎蒸留残液による抑制効果は、有機酸によるそうか病菌の特異的な増殖抑制作用と有機栄養分による拮抗細菌の増殖促進作用の組み合わせによって発揮されると考えている。焼酎蒸留残液に含まれる有機酸や有機栄養分の組成は、製造に使用した原料や麹菌、酵母の種類によって異なると想定される。例えば、黄麹を用いた焼酎粕にはクエン酸は含有されない。また焼酎粕の組成を比較すると、芋焼酎粕は有機酸等の可溶性炭水化物が豊富な一方で粗蛋白質が少なく、米焼酎粕はその反対の傾向を示すのに対して、麦焼酎粕は芋焼酎粕と米焼酎粕の中間の性質を示すことが知られている。そのため、焼酎蒸留残液の種類によって、種イモ上のそうか病菌や拮抗細菌の増殖に与える効果は異なり、種イモ伝染抑制効果もまた異なると推察される。また、本研究で明らかとなったメカニズムを応用することで、栽培試験を実施することなく、各資材が種イモ共存細菌叢に与える影響や培地上での抗菌作用を調査することによってそうか病抑制効果の評価も可能であると考える。

〔質問5〕そうか病の種イモ伝染抑制効果の主たるメカニズムは有機酸であり、拮抗細菌の働きは不要ではないか。

〔回答5〕有機酸を含む焼酎蒸留残液の成分の多くは易分解性であるため、分解・代謝が速いと考えられ、有機酸による抗菌作用は一時的であると推察される。有機酸が消費された後の種イモ上でのそうか病菌の増殖やストロンを経由した子イモへの移行、子イモでの増殖抑制には拮抗細菌が関与していると考えられる。

〔質問6〕*B. aryabhatai*の拮抗作用は*S. scabiei*に対してしか確認していないのか。その他のそうか病菌種に対しても拮抗作用を有しているのか。

〔回答6〕培地上での拮抗作用については、国内で分布しているそうか病菌種である*S. turgidiscabies*と*S. acidiscabies*に対しても確認している。種イモから分離した*B. aryabhatai* 3菌株において、それぞれの菌株ごとに強さは異なるが、拮抗作用を示した。

〔質問7〕*Bacillus aryabhatai*による拮抗作用は抗菌物質に因るものか。抗菌物質の同定はしているか。*B. aryabhatai*であれば全ての菌株が拮抗作用を示すのか。

〔回答7〕抗菌物質による拮抗作用と想定しているが、今回分離した菌株については物質の特定はしていない。ただし他の報告において、*B. aryabhatai*はイツリンAやサーファクチンA、バシトラシン等、他の*Bacillus*属細菌でも報告がある様々な抗菌性リポペプチドを産生する能力を有していることが分かっている。抗菌物質の産生力は菌株によって異なると考えられるため、拮抗作用については菌株ごとに確認する必要があると考えている。