

温湯浸漬と催芽時食酢処理を組み合わせたイネ種子伝染性 病害防除

誌名	農業および園芸 = Agriculture and horticulture
ISSN	03695247
著者	関原, 順子
巻/号	84巻5号
掲載ページ	p. 534-539
発行年月	2009年5月

温湯浸漬と催芽時食酢処理を組み合わせた

イネ種子伝染性病害防除

－ 特定防除資材・食酢の効果－

関原 順子*

〔キーワード〕：温湯浸漬，食酢，催芽，イネ種子伝染性病害

1. はじめに

イネの育苗期における種子伝染性病害の防除は、化学農薬による種子消毒が主体であるが近年、化学農薬の廃液や殺菌剤耐性の問題（堀ら 2004，堀ら 2006，守川 1999，守川ら 1997，梅沢・守川 2000）から、代替法の開発が望まれている。

温湯浸漬による種子消毒法は化学農薬を用いない種子消毒方法として全国で広く実施されており、いもち病，ばか苗病，もみ枯細菌病，苗立枯細菌病に対する有効性が広く報告されている（早坂ら 2001，林ら 2000，那須ら 1995）。

富山県は農業生産の中心が稲作であり、現場サイドから温湯処理技術導入を求める声は年々多くなっていた。しかしその一方で、本処理で有効な 60℃，10～15 分間処理は、北陸地域および北海道で多く発生するイネ褐条病に対する防除効果が低いとともに、もみ枯細菌病保菌率が高い種子の場合、防除効果が低下する試験事例が認められた（堀ら 2005，白井ら 2003，梅沢・向島 2003，梅沢・向島 2004）ことから、本県では生産現場における温湯処理単独での普及推進は難しいと考えられた。

一方、筆者らはグルコースやガラクトースの 1% 水溶液中で籾を催芽することで催芽液中に数種有機酸が産生され pH が低下するとともに、イネ褐条病の発生が著しく抑制される（梅沢ら 2003，梅沢ら 2004）ことを見出した。また、産生された有機酸の主成分である酢酸を催芽液中に添加することで、イネ褐条病に対し高い防除効果が得られることを確認した（梅沢・向島 2004）。

以上の結果をふまえ、本研究では、酢酸の含有濃度が高く、特定防除資材として認められている食酢を用い、催芽時食酢処理が褐条病やもみ枯細菌病，苗立枯細菌病およびばか苗の発病抑制効果に及ぼす影響を調査するとともに、食酢の添加処理濃度と防除効果等との関係、静菌作用および殺菌作用について検討した。また、本法と温湯処理を併用することで総合的な防除効果が得られることを確認したのでまとめてみたい。

2. 催芽時食酢処理が育苗期病害防除に及ぼす影響

試験には褐条病，もみ枯細菌病，苗立枯細菌病，ばか苗病各保菌籾を用いた。試験で用いる食酢は穀物醸造酢（ミツカングループ製，食酢中の酸度は 4.2%）とした。食酢の酸度は酸の含有量を表し、このうち約 3.4% が酢酸である。以下の試験はすべてこの食酢を用いた。

乾籾を井戸水中にて 15℃ で浸種したのち、食酢濃度を 1% ごとに 1～6% まで設定した液中にて、32℃ で 24 時間振とう催芽させた。催芽処理後、浸種液中における病原菌数を各細菌選択培地（褐条病：AacSM 培地，もみ枯細菌病：CCNT 培地（Kawaradaniら 2000），苗立枯細菌病：AFGT 培地（守川ら 1998））で平板希釈法にて測定した。

催芽籾は水洗せずには種し、出芽後に自然光形グローブボックスに搬入して昼間 30℃，夜間 15℃ で管理した。は種 11 日後に発病程度別に苗数を調査し、細菌性病害の発病度，ばか苗病の発病苗率を算出した。

その結果、褐条病は食酢濃度 2% 以上で、苗立枯細菌病とばか苗病は 3% 以上で発病が認められなくなった。一方、もみ枯細菌病に対する防除効果は不

*富山県農業技術センター，現 富山県高岡農林振興センター（Junko Sekihara）

表1 催芽時食酢処理が種子伝染性病害の防除効果に及ぼす影響

食酢濃度 (%)	発病度 ¹⁾			発病苗率 (%) ²⁾
	褐条病菌	もみ枯細菌病	苗立枯細菌病	
0	22.7 a	26.7 -	90.4 a	97.0 a
1	0.7 b	3.1 -	3.8 b	69.6 a
2	0 b	18.3 -	0.9 b	3.7 b
3	0 b	9.8 -	0.1 b	0 b
4	0 b	19.3 -	0 b	0 b
5	0 b	12.8 -	0 b	0.4 b
6	0 b	5.3 -	0 b	0 b

注1) 発病度 = Σ (発病程度 × 発病苗数) × 100 / (調査苗数 × 最大指数)

2) 発病苗率 = (徒長苗数 + わい化苗数 + 枯死) / 調査苗数 × 100 (%)

3) 表中のアルファベットの同一英字のにはTukeyの検定 (5%水準) で有意差なし。

安定だった (表1)。なお、催芽液中の細菌数は褐条病菌では4%以上、苗立枯細菌病は6%以上の濃度ではほぼ検出されなくなった。もみ枯細菌病は5%以上の濃度で 2×10^2 cfu/mL 以下となった (表2)。本試験は数回実施したが、催芽時食酢処理は細菌性病害に対して高い防除効果を発揮し、とくに褐条病に安定した効果が認められた (データ略)。

3. 食酢の処理濃度が発芽率に及ぼす影響

「2.」の試験より、食酢濃度が高いほど各育苗期病害に対する防除効果が高い傾向が認められた。そこで食酢濃度の違いが種籾の発芽率に与える影響について試験した。

表2 催芽時の食酢濃度と各種病原細菌の増殖程度との関係

食酢濃度 (%)	pH	細菌数 (cfu/mL) ¹⁾		
		褐条病菌	もみ枯細菌病	苗立枯細菌病
0	6.5	1.0×10^8 a	4.2×10^6 -	2.5×10^6 a
1	3.9	6.8×10^3 b	2.4×10^4 -	8.0×10^2 b
2	3.6	6.8×10^2 c	4.0×10^3 -	4.0×10^1 c
3	3.4	4.0×10^1 d	$2.0 \times 10^3 <$ -	0 e
4	3.3	0 e	$2.0 \times 10^3 <$ -	0 e
5	3.2	0 e	$2.0 \times 10^2 <$ -	2.0×10^1 d
6	3.2	0 e	$2.0 \times 10^2 <$ -	0 e

注1) 32°Cで24時間催芽した溶液中における細菌数を示す。

2) 褐条病菌はAacSM培地、もみ枯細菌病はCCNT培地、苗立枯細菌病はAFGT培地を用いて細菌数を測定。

3) 統計処理法は値を対数変換した以外は表1と同じ。

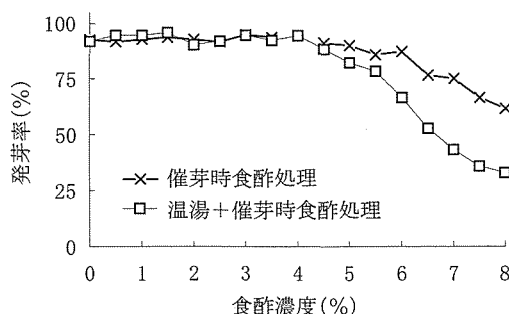


図1 各食酢濃度による催芽時処理が発芽率に及ぼす影響

注) 温湯+催芽時食酢処理は、60°Cで10分間の温湯浸漬後に催芽時食酢処理を行った。

供試籾はコシヒカリを用い温湯浸漬、浸種、は種、出芽等は「2.」の試験の項と同様に実施した。催芽時食酢処理は食酢濃度を0.5%きざみで0~8%となるよう調製して催芽時に供試した。搬出後は温室にて20~28°Cで管理し、は種11日後に発芽率を算出した。

その結果を図1に示した。催芽時に添加する食酢の濃度は4.5%以上で発芽率の低下が顕著となった。また、温湯浸漬と催芽時食酢処理を併用した場合、より急激に発芽率が低下する傾向が認められた。

4. 食酢が病原細菌の生育に及ぼす影響

「2.」, 「3.」の試験結果から、催芽時食酢処理の防除効果が確認された。そこで食酢の直接的な殺菌および静菌効果について確認した。

(1) 食酢の濃度および浸漬時間と病原細菌検出との関係

Nutrient Broth 培地 (以下、NB 培地) に食酢を各濃度となるよう添加して調製 (表3) し、5 mL を供試液とした。これにNB培地で32°C、24時間、125 rpmで振とう培養したもみ枯細菌病、褐条病菌、苗立枯細菌病を各50 μL添加後、混合して32°Cで振とう培養し、所定時間毎 (表3) に各50 μLをNB培地に添加した。これを24時間、32°Cで振とう培養し、吸光度の値を測定して細菌の生育の有無を判定した。

表3 異なる濃度の食酢液中における病原細菌の生育の有無

病原菌	食酢濃度 (%)	浸漬時間(時間)と菌の生育						
		2hr	3hr	4hr	5hr	6hr	7hr	24hr
褐条病菌	0	+	+	+	ND	ND	ND	+
	0.25	+	+	+	ND	ND	ND	+
	0.62	+	+	+	ND	ND	ND	+
	1.25	+	+	+	ND	ND	ND	+
	1.87	+	+	-	ND	ND	ND	-
	2.50	+	-	-	ND	ND	ND	-
	12.50	-	-	-	ND	ND	ND	-
もみ枯細菌病菌	0	ND	+	+	+	+	+	+
	0.25	ND	+	+	+	+	+	+
	0.62	ND	+	+	+	+	+	+
	1.25	ND	+	+	+	+	+	+
	1.87	ND	+	+	+	+	+	+
	2.50	ND	+	+	+	-	-	-
	12.50	ND	-	-	-	-	-	-
苗立枯細菌病菌	0	+	+	+	+	+	+	+
	0.25	+	+	+	+	+	+	+
	0.62	+	+	+	+	+	+	+
	1.25	+	+	+	+	+	+	+
	1.87	+	+	+	+	-	-	-
	2.50	+	+	+	-	-	-	-
12.50	-	-	-	-	-	-	-	

注1) 各度の食酢供試液で処理後, NB培地に再接種して24時間培養後に660 nmでのOD値を測定し, 生育の有無として判定した.

2) OD値が0.1以上で生育あり(+), 0.1以下は生育なし(-)とした.

3) NDは未調査.

その結果, 褐条病菌は食酢の濃度が1.9%で4時間以上, 2.5%で3時間以上, 12.5%では2時間で検出されなくなった. もみ枯細菌病は2.5%で6時間以上, 12.5%では3時間で検出されなくなった. 苗立枯細菌病は1.9%で6時間以上, 2.5%で5時間以上, 12.5%では2時間で検出されなくなった. 以上より, 催芽時に32°C, 24時間, 2.5%食酢処理を行うことで, 3種のイネ育苗期細菌性病害の防除が可能であることが裏付けられた.

(2) 催芽温度の違いが病原細菌に及ぼす影響

NB培地に食酢の濃度が12.5%となるように添加した供試液(pH 3.6)の5 mLに(1)と同様に培養した細菌懸濁液を各50 μ L接種し, 各温度30, 35, 40°Cで0~60分間振とう培養した. 対照には食酢を添加せず0, 10, 20, 30, 60分後の細菌の濃度を平板希釈法で測定した.

供試液中の褐条病菌は30°Cで30分以内に, 35°C

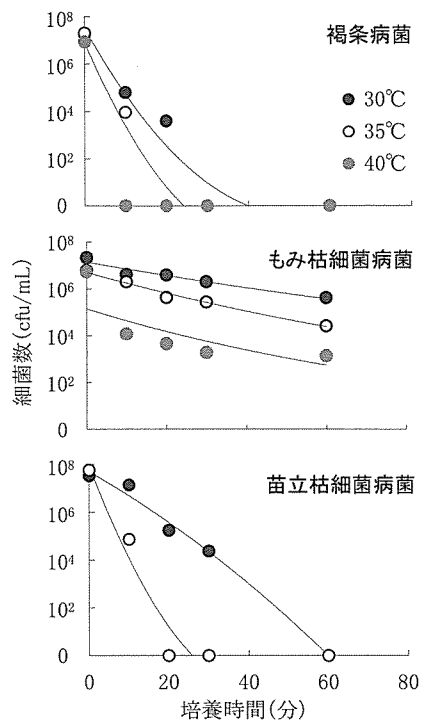


図2 食酢添加液の温度の違いが病原細菌の生育に及ぼす影響
注) 食酢濃度は12.5%に調整.

で20分以内に, 40°Cで10分以内に検出されなくなった. もみ枯細菌病菌は60分以内に約1/100, 35°Cで1/1000程度に, 40°Cで1/10000に減少した. また, 苗立枯細菌病菌は30°Cで60分以内に, 35°Cで20分以内に検出されなくなった(図2). 一方, NB中では褐条病菌, もみ枯細菌病菌, 苗立枯細菌病菌のいずれも接種時と同程度, 温度・培養時間にかかわらず検出された(データ省略). 以上より食酢液の温度が高い場合に殺菌効果が高まることが確認された. よって, 催芽時食酢処理を行う場合は通常催芽より温度を高めることが育苗期細菌性病害防除に効果的であると推察された.

5. 温湯浸漬と催芽時食酢処理が育苗期病害防除に及ぼす影響

「2.」, 「3.」の試験結果より, 温湯処理と催芽時食酢処理を併用した防除効果試験を行なった. 温湯処理, 浸種, 催芽等は試験2.の項と同様に実施し

表4 温湯浸漬と催芽時食酢添加が種子伝染性病害の防除効果に及ぼす影響

処理方法		発病度			ばか苗病	
浸種前	催芽時	褐条病	もみ枯細菌病	苗立枯細菌病	発病苗率 (%)	草丈 (cm)
温湯	食酢2.5%	0.6 a	1.3 a	1.3 a	1.3 b	9.5 a
温湯	食酢0%	35.8 c	35.1 bc	57.7 bc	0 a	9.3 a
-	食酢2.5%	0.6 a	46.4 bc	28.5 ab	100 c	19.0 c
種子消毒剤		7.1 ab	20.5 ab	20.7 a	0 a	9.4 a
無処理		46.0 c	58.0 c	66.7 c	100 c	18.9 c

注1) 温湯は60℃で10分間浸種前に処理。

2) 食酢は催芽前に2.5%の濃度に調整し催芽時処理。

3) 種子消毒剤は銅・フルジオキシニルペフラゾエート水和剤の200倍液に浸種開始時から24時間浸漬処理。

4) 「-」は浸種前に処理せず。

5) 発病度, 発病苗率の統計処理法は表1と同じ。

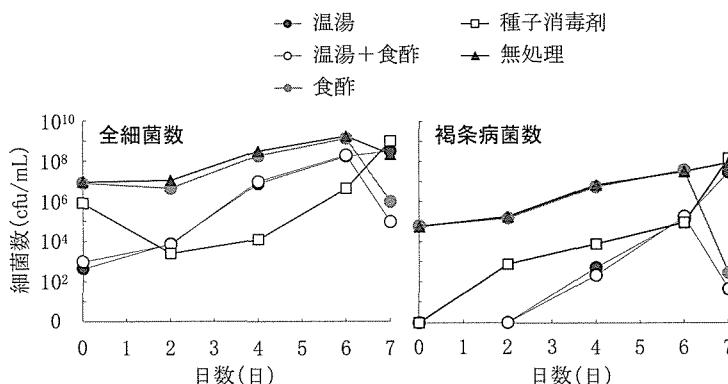


図3 温湯浸漬および催芽時食酢処理が種子予措中の全細菌数および褐条病菌数に及ぼす影響

注1) 温湯は乾籾(褐条病菌接種籾)を60℃で10分間浸種前に処理。

2) 食酢は催芽前に2.5%の濃度に調整し催芽時処理。

3) 種子消毒剤は銅・フルジオキシニルペフラゾエート水和剤の200倍液に浸種開始日より24時間浸漬処理。

4) 0: 浸種開始日, 2: 浸種2日目(水交換時), 4: 浸種4日目(水交換時), 6: 催芽直前, 7: 催芽時。

た。催芽時食酢処理の濃度は2.5%とした。催芽籾は32℃で2日間出芽させた後、グロースキャビネットに搬入し、昼間30℃、夜間17℃で管理した。は種8日後に発病程度を調査した。

結果を表4に示した。褐条病では温湯浸漬での防除効果は低かったが、催芽時食酢処理では高い防除効果が認められた。さらに、温湯浸漬と催芽時食酢処理を併用した場合も防除効果が高かった。もみ枯細菌病および苗立枯細菌病では温湯浸漬および催芽時食酢処理では防除効果が低かったが、温湯浸漬と催芽時食酢処理を併用した場合、高い防除効果が認められた。ばか苗病では温湯浸漬で防除効果は高かったが、催芽時食酢処理で防除効果が低かった。温

湯浸漬と催芽時食酢処理を併用した場合は防除効果が高かった。以上より温湯浸漬と催芽時食酢処理を併用することで各種育苗期病害の防除が可能であることが確認された。

6. 温湯浸漬および催芽時食酢添加処理が種子予措中の細菌数に及ぼす影響

「5.」の試験より温湯浸漬と催芽時食酢処理の併用による効果が確認できたことから、実際に浸種、催芽液中の細菌数がどのように推移するかを確認した。

試験は褐条病保菌籾を用い温湯浸漬、催芽時食酢

処理, 両処理を組み合わせた区をそれぞれ設けた (図3). 温湯処理, 浸種, 催芽, 食酢濃度等は「2.」試験の項と同様に実施し, 温湯処理直後, 浸種2日目(2回目水交換時), 浸種4日目(2回目水交換時), 浸種6日目(催芽直前), 浸種から7日後(催芽後)の計5回, 浸漬液中の全細菌数(Nutrient Agar培地)および褐条病菌数(AacSM培地)を平板希釈法で求めた.

その結果, 浸種液中の全細菌数は, 温湯浸漬区では浸種開始日に無処理区と比較して明らかに少なかったが, 浸種日数が進むほど増加し, 6日後(催芽直前)には無処理区と同程度まで増加した. また, 褐条病の細菌数は温湯浸漬区では浸種開始時に検出限界以下であったが, 7日目(催芽後)には 3.5×10^7 cfu/mLまで増加した.

一方, 催芽時食酢添加を行った場合, 催芽後の催芽液中の全細菌数は 1.4×10^9 cfu/mLから 9.6×10^5 cfu/mLと低下した. また, 褐条病の細菌数は 4.5×10^7 cfu/mLから 3.2×10^2 cfu/mLへと著しく低下した. 温湯浸漬と催芽時食酢処理を併用した場合, 温湯浸漬により液中の全細菌数および褐条病菌数が減少し, さらに催芽時食酢処理により催芽時における増菌が抑制されることが確認された(図3).

7. 考察

水稻種子の温湯浸漬法は, 種粒に存在する病原菌を殺菌および不活化して保菌程度を低下させることで, 防除効果を発揮するものと考えられる. しかし, 細菌は, わずかでも生き残った場合に種子予措中に増殖, 発病に至る可能性があり, 実際に褐条病およびもみ枯細菌病では温湯消毒による防除効果が不安定となる事例が多い(堀ら2005, 白井ら2003, 梅沢・守川2000, 梅沢・向島2003).

褐条病は循環式催芽器を使用した場合, 催芽中に細菌が著しく増殖し発病が助長されることが報告されている(梅沢・守川2000, 矢尾板1985). また, もみ枯細菌病についても催芽から出芽, 育苗初期に病原菌を接種すると発病苗率が高くなることから(植松ら1976), 催芽時に病原細菌の増殖を抑制することが, 発病抑制につながると考えられた. そこで, 本試験では催芽時に食酢を添加し, 発病を抑制する方法について検討した.

催芽時の食酢添加は細菌性病害, とくに褐条病に

対して防除効果が高く, 濃度が高いほどその効果は高まることが確認された. 一方, 濃度が4%を超えると種粒の発芽阻害や顕著な発芽率の低下が認められた.

食酢の抗菌作用は静菌作用や細菌の増殖抑制, 増殖阻害および殺菌作用, すなわち生菌数の低減によるとされている(円谷ら1997). 褐条病菌およびもみ枯細菌病菌は食酢が0.63%, 苗立枯細菌病菌は1.25%の低い濃度で増殖が抑制され, また2.5%で褐条病菌は3時間以上, もみ枯細菌病菌は6時間以上, 苗立枯細菌病菌は5時間以上浸漬することにより検出されなくなった. さらに, 食酢濃度が一定の場合, 温度が高いほど殺菌効果は向上した. 以上より, 殺菌効果は食酢に由来し, かつ食酢を添加した溶液の温度が高いほど殺菌速度が早く, かつ殺菌力が高まることが確認された.

なお, 使用する食酢の濃度は, 温湯浸漬と併用した場合に発芽に影響はなくかつ, これら3種の細菌性病害に発病抑制効果がある2.5%が適当と判断された.

種子予措中における褐条病菌の菌数は, 温湯浸漬で保菌濃度は低下するものの, 催芽時の加温で増殖し発病に至るが, この時に食酢を添加することで, その菌数は大幅に減少することが認められた. 以上から, 温湯浸漬と催芽時の食酢添加の2段階で各病原細菌の増殖を抑制し, 高い防除効果を発揮するものと推察される.

一方, ばか苗病菌は食酢による生育抑制を受けるものの, 2.5%食酢の濃度では防除効果が低いことから, ばか苗病に対する効果は温湯浸漬の補完であると考えられる.

以上のことをふまえ, 試験場内での中規模の試験を経て富山県黒部市の「若栗農作業組合」において, 実現規模の温湯処理機を使用し, 本研究で行った温湯浸漬と催芽時の食酢処理を実施した. その結果, 育苗期における病害の発生は認められず, 発芽率も98.5%以上を確保できた. なお, 作業効率も慣行とほぼ同等であることから, この種子消毒法が現場において大規模に導入可能であろうという見解を得た.

以上より, 実際の機械装備を使用したイネ育苗期種子伝染性病害の防除方法を取りまとめた. まず, 温湯処理機によって時間, 温度等の諸要項を守り種

籾を処理したのち、慣行どおりに浸種を行う。次に食酢を2.5%の濃度となるよう加え循環式催芽器で催芽を行う。催芽温度は通常よりやや高めめの32℃程度で保つことが食酢の抗菌活性上（円谷ら1997）から適当であると考えられる。なお、一度使用した食酢添加催芽液は酢酸含有量が減少することから、繰り返し使用しないことが好ましい（データ略）。また、2.5%の食酢液は水質汚染の基準であるBOD値について排出基準値以下であるとともに、その500Lに対し特定防除資材である重曹を1kg加えることによってpH6程度の中性になるため、そのまま排水することが可能である。

今後は本法が環境保全型農業を推進する防除技術法のひとつとして広く生産現場で利用されることが期待される。

8. おわりに

富山県においては平成18年度から温湯処理と食酢処理の併用による種子消毒法が本格的に導入普及され、平成20年の温湯処理による種子消毒は、面積換算で9,400ha程度、作付けの2割を超えた。また、平成21年度以降も増加する見込みである。しかし、催芽時食酢処理には循環式催芽器の導入が必要であり、育苗室を利用した蒸気式催芽が主流である本県においては普及が難しい。このため食酢処理を実施している面積は温湯処理全体の5割強である。現場の様々な要望に対応した方法が求められるなか、現在、蒸気式催芽にも対応した食酢処理による発病抑制効果を試験中である。また、他の耕種の防除法と組み合わせるなど、今後も環境に考慮しつつ、病害を防除できるよう対応してゆく必要があると考えられる。

参考文献

江口直樹・山下亨・武田和男・赤沼礼一 2000. 温湯処理機による水稲種子伝染性病害の防除. 関東東山病害虫研究会報 47:27-29.
 円谷悦造・浅井美都・辻畑茂朝・塚本義則・太田美智男 1997. 腸管出血性大腸菌 O157H7 をはじめとする食中毒菌に対する食酢の抗菌作用（その1）静菌作用および殺菌作用. 感染症学雑

誌 71:443-449.
 早坂剛・石黒清秀・渋谷圭治・生井恒雄 2001. 数種のイネ種子伝染性病害を対象とした温湯種子消毒. 日本植物病理学会報 67:26-32.
 林かずよ・小山淳・城所隆 2000. 種子の温湯浸漬によるイネ苗立枯細菌病の発病抑制. 北日本病害虫研究会報 51:31-32.
 堀武志・小湯慶司・原澤良栄 2004. 新潟県におけるイネ褐条病, もみ枯細菌病の薬剤耐性菌の発生およびその防除法の検討. 北陸病害虫研究会報 53:5-11.
 堀武志・黒田智久・石川浩司 2007. カスガマイシン耐性イネもみ枯細菌病菌の出現. 日本植物病理学会報 73:278.
 堀武志・石川浩司・原澤良栄 2005. 種子温湯消毒と電解水浸漬処理の組み合わせによるイネの褐条病およびもみ枯細菌病の防除効果. 北陸病害虫研究会報 54:7-12.
 Kawaradani, M., K. Okada and S. Kusakari 2000. New selective medium for isolation of *Burkholderia glumae* from rice seeds. J. Gen. Plant Pathol. 66:234-237.
 守川俊幸 1999. イネもみ枯細菌病菌および褐条病菌の薬剤耐性. 第9回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム講演要旨集 27-34.
 守川俊幸・松崎卓志・西山幸司・宮川久義・向島博行 1997. イネ褐条病菌ともみ枯細菌病菌のオキソリニック酸とカスガマイシンに対する感受性. 日本植物病理学会報 63:516.
 守川俊幸・松崎卓志・向島博行 1998. イネ苗立枯細菌病菌の分離用培地と初からの検出. 北陸病害虫研究会報 46:96.
 那須英夫・松田泉・金谷元・畑本求 1995. イネもみ枯細菌病菌感染種子に対する温湯処理の効果. 岡山県農業試験場研究報告 13:1-6.
 白井佳代・丹野久・小倉玲奈・五十嵐俊成・田中文夫 2003. 北海道における水稲の温湯種子消毒による種子伝染性病害対策. 北海道立農業試験場集報 85:29-32.
 白川隆・會澤雅夫・小宮友紀子・我孫子和雄 2000. 種子, 植物体からの *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* の分離・検出を目的とした選択培地の開発. 日本植物病理学会報 66:132.
 植松勉・吉村大三郎・西山幸司・茨木忠雄・藤井淳 1976. イネもみ枯細菌病菌による育苗箱の幼苗腐敗症の発生. 日本植物病理学会報 42:310-312.
 梅沢順子・守川俊幸 2000. 富山県における育苗期のイネ褐条病の発生変動要因の解析. 北陸病害虫研究会報 48:15-18.
 梅沢順子・向島博行 2003. 温湯処理がイネ育苗期における細菌性病害の保菌および発病抑制に及ぼす影響. 北陸病害虫研究会報 52:45.
 梅沢順子・向島博行・守川俊幸・荏引和明 2003. イネ褐条病のガラクトースおよびグルコース溶液中での振とう催芽による発病抑制要因について. 日本植物病理学会報 69:303-304.
 梅沢順子・向島博行・守川俊幸 2004. イネ褐条病の催芽時グルコース処理における pH が発病に及ぼす影響. 日本植物病理学会報 70:67.
 梅沢順子・向島博行 2004. 有機酸によるイネ育苗期細菌性病害の防除. 北陸病害虫研究会報 53:51.
 山下亨・江口直樹・赤沼礼一・斎藤栄成 2000. 水稲種子の温湯浸漬法による種子伝染性病害の防除 (3) もみ枯細菌病 (苗腐敗症) および苗立枯細菌病に対する温湯浸漬処理の防除効果. 関東東山病害虫研究会報 47:17-21.
 矢尾板恒雄 1985. 育苗箱におけるイネ褐条病とその防除対策. 植物防疫 39:239-243.