

イネ種子の鉄コーティング処理と種子消毒法の発病抑制効果の評価，ならびに鉄粉種，コーティング比率および風乾処理が発病抑制効果に与える影響

誌名	九州病害虫研究会報
ISSN	03856410
著者名	井上,博喜 山内,稔 竹原,利明 宮川,久義 竹下,稔 古屋,成人 平八重,一之 土屋,健一
発行元	九州病害虫研究会
巻/号	58巻
掲載ページ	p. 1-6
発行年月	2012年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



イネ種子の鉄コーティング処理と種子消毒法の発病抑制効果の評価、 ならびに鉄粉種、コーティング比率 および風乾処理が発病抑制効果に与える影響

井上 博喜^{1) 3)}・山内 稔²⁾・竹原 利明²⁾・宮川 久義²⁾・竹下 稔³⁾・
古屋 成人³⁾・平八重一之¹⁾・土屋 健一³⁾

(¹⁾九州沖縄農業研究センター・²⁾近畿中国四国農業研究センター・³⁾九州大学大学院農学研究院)

Evaluation of the efficacy of iron-coating seeds and seed disinfectants and the effects of kind of iron powder, coating ratio and drying after coating in control of seed-borne diseases of rice. Hiroyoshi Inoue¹⁾³⁾, Minoru Yamauchi²⁾, Toshiaki Takehara²⁾, Hisayoshi Miyagawa²⁾, Minoru Takeshita³⁾, Naruto Furuya³⁾, Kazuyuki Hirayae¹⁾, and Kenichi Tsuchiya³⁾ (¹⁾NARO Kyushu Okinawa Agricultural Research Center, Koshi, Kumamoto, 861-1192, Japan. ²⁾NARO Western Region Agricultural Research Center, Fukuyama, Hiroshima, 721-0975, Japan. ³⁾Graduate School of Bioresource and Bioenvironment Science, Kyushu University, Fukuoka, Fukuoka, 812-8581, Japan)

イネ種子の鉄コーティング処理による発病抑制効果について、イネ苗立枯細菌病とイネばか苗病を対象に既存の種子消毒法と比較するとともに、発病抑制効果に影響する条件の検討を行った。イネ種子重量の0.5倍の鉄粉を用いたコーティング処理による苗立枯細菌病およびばか苗病に対する発病抑制効果は、各種種子消毒法と同等あるいはそれ以上であった。また、鉄粉種およびコーティング比率の違いが発病抑制効果に与える影響を調査したところ、苗立枯細菌病に対しては0.025倍、ばか苗病に対しては0.25倍以上のコーティング比率で効果が高かった。苗立枯細菌病に対しては鉄粉種、コーティング比率およびそれらの交互作用において有意な抑制効果の差が認められたが、ばか苗病に対してはコーティング比率のみで有意な差が認められた。3種の鉄粉を3段階の比率でコーティング後、風乾処理による発病抑制効果への影響を調査したところ、鉄粉の種類と風乾処理の有無およびコーティング比率と風乾処理の有無に交互作用が認められた。

Key words : *Burkholderia plantarii*, *Gibberella fujikuroi*, *Oryza sativa*

緒 言

コメの生産費削減や省力化のため、直播栽培の導入が進められている。イネ (*Oryza sativa* L.) 種子の鉄コーティング処理は、直播栽培用の種子処理技術として開発された (山内, 2012)。鉄コーティング処理した種子による直播は、背負い式動力散布機や無人ヘリによる散播や専用播種機による点播・条播など複数の播種方法が採用可能であるほか、浮き苗や鳥害に対する防止効果がある等の利点があり、各地で普及が進んでいる (宮越, 2011)。さらに、鉄コーティング処理した種子では、イネ育苗期の種子伝染性病害の発病が抑制されることが明らかにされている (井上ら, 2009)。この発病抑制機構については、鉄コーティン

グ種子から発生する活性酸素による抗菌作用が示唆されているが (藤原・正岡, 2010)、詳細については明らかではない。よって、発病抑制効果は認められるものの、育苗現場で実施されている種子消毒法に代替できるほどの効果を持ち合わせているかどうかは不明である。

そこで、鉄コーティング種子による発病抑制効果について、現行の種子消毒法との比較を行うとともに、種子への鉄コーティング処理が実用化されている3種の鉄粉について、その種類とコーティング比率 (種子重量に対する鉄粉重量比率)、および処理後の風乾の有無による効果への影響について調査を行ったので報告する。

なお、本試験は農林水産省委託プロジェクト「担い

手の育成に資するIT等を活用した新しい生産システムの開発」(2007~2009年度)、および「水田の潜在能力発揮等による農地周年有効活用技術の開発」(2010年度)の課題の中で実施した。

材料および方法

1. イネ汚染種子の作製

供試した汚染種子は人工接種により得た。種子伝染性病原体として、イネ苗立枯細菌病菌 (*Burkholderia plantarii*) MAFF 301723株およびイネばか苗病菌 (*Gibberella fujikuroi*) 中国-3株(近畿中国四国農業研究センター保存)を供試した。苗立枯細菌病菌の菌体懸濁液(5L, 約 10^7 cfu/ml)、またはばか苗病菌の分生子懸濁液(5L, 約 10^4 個/ml)を開花期のイネ品種「ヒノヒカリ」の栽培圃場(各50m²)にそれぞれ噴霧接種し、収穫した種子を翌年実験に供試した。

2. 鉄コーティング処理法

鉄粉は還元鉄粉 DSP317 (DOWA IP クリエイション)、テツゲン製(テツゲン)および、ダイテツ製(ダイテツ工業)の3種類を使用した。石こうは陶磁器型材用焼石こう A 級(陸化学工業)を使用した。イネ種子の鉄粉によるコーティング処理は、湛水直播栽培で行われている方法に準じて行った(山内, 2010)。すなわち、イネ種子10gと鉄粉および石こうをポリ袋に入れ、蒸留水を少量ずつ加えながら激しくかくはんした。用いる鉄粉量は種子重量の0.01~0.5倍とし、石こうは鉄粉重量の10%とした。

3. 鉄コーティング処理と各種種子消毒法との発病抑制効果の比較

苗立枯細菌病菌、またはばか苗病菌の汚染種子10gに対して0.1倍(w/w)および0.5倍(w/w)量の還元鉄粉 DSP317を用いて、浸種前にコーティング処理した。処理種子は15℃で3日間浸種し、その後30℃で1日間催芽させた。発病抑制効果の比較では、温湯消毒装置付き催芽機(湯芽工房 YS-200L, タイガーカワシマ)を用いた60℃, 10分間の温湯処理、化学農薬としてイブコナゾール・銅水和剤(クミアイ化学工業)、生物農薬としてトリコデルマ アトロピリデ水和剤(クミアイ化学工業)、およびタラロマイセス フラバス水和剤(出光興産)による各種種子消毒法を実施した。化学農薬および生物農薬は、浸種前に200倍液(w/v)に24時間浸漬処理した。その後、15℃で2日浸種し、30℃で1日催芽させた。浸種した種子全量を育苗培土(宇部粒状培土2号, 宇部興産)を200ml 詰めたイチゴバック容器(14×8cm)に播種し、100mlの

育苗培土で覆土した。30℃で2日間、出芽処理後、苗立枯細菌病菌の試験では2週間、ばか苗病菌の試験では3週間、それぞれガラス温室で育苗した。苗立枯細菌病菌の発病調査は1区3反復で、4段階の発病程度(基準0:健全, 1:草丈は正常で白化が生じている, 2:草丈が健全苗の半分以下で褐変が見られる, 3:枯死)毎に苗数を数え、次式により発病度と防除価を算出した(大畑, 1995)。

$$\text{発病度} = \sum i P_i / 3n \times 100$$

(P_i : 発病程度基準 i の苗数, n : 総苗数)

$$\text{防除価} = (1 - \text{処理区の発病度} / \text{無処理区の発病度}) \times 100$$

ばか苗病菌の試験では徒長苗数および健全苗数を数え、発病苗率と防除価を算出した。

$$\text{防除価} = (1 - \text{処理区の発病苗率} / \text{無処理区の発病苗率}) \times 100$$

苗立枯細菌病菌の試験では発病度について、ばか苗病菌の試験では発病苗率をアークサイン変換した値について、Tukeyの多重比較検定により有意差の有無を判定した。統計解析にはEXCEL統計6.0(エスミ)およびSPSS13.0(日本IBM)を用いた。

4. 鉄粉のコーティング比率が発病抑制効果に及ぼす影響

苗立枯細菌病菌またはばか苗病菌の汚染種子を種子重量の0.5, 0.25, 0.1, 0.05, 0.025, 0.01倍(w/w)量の鉄粉でコーティング処理した。鉄粉は DSP317 およびテツゲン製を使用した。浸種から育苗および発病調査については前述した方法に準じた。統計解析は二元配置分散分析(繰り返しあり)と Tukey 法による多重比較を行った。

5. 鉄粉の種類, コーティング比率, および風乾処理が発病抑制効果に及ぼす影響

ばか苗病菌の汚染種子を供試して、0.5, 0.25, 0.1倍(w/w)の比率で鉄コーティング処理した。鉄粉は DSP317, テツゲン製, およびダイテツ製の3種類を用いた。風乾処理はコーティング処理した種子を浅底バットに広げ、室温で一晩静置した。その後の育苗および発病調査については前述同様とした。統計解析はアークサイン変換した発病苗率について、三元配置分散分析(繰り返しあり)と Tukey 法による多重比較を行った。

結 果

1. 苗立枯細菌病およびばか苗病に対する鉄コーティング処理と各種種子消毒法との発病抑制効果の比較

苗立枯細菌病菌汚染種子の播種2週間後には、無処理区の平均発病度は98.4であり、甚発生条件下の試験となった。種子重に対して0.1倍 (w/w) または0.5倍 (w/w) の鉄コーティング処理した区の発病度は、それぞれ0.2, 0.4であり、発病程度が著しく減少した。また、発病度から算出した防除価はそれぞれ99.8, 99.6となった。種子消毒法のうち温湯処理、またはトリコデルマ アトロビリデ水和剤による生物農薬処理では防除価がそれぞれ99.1, 95.8となり、いずれも高い防除効果を示した。一方、イブコナゾール・銅水和剤またはタラロマイセス フラバス水和剤による農薬処理では、それぞれ防除価が88.1, 84.8となり、防除効果はやや劣った (第1表)。ばか苗病の播種3週間後の発病は、0.1倍または0.5倍の鉄コーティング処理を行った区では、平均発病苗率はそれぞれ0.8, 0.1であり、防除価は90.6および98.9となった。また、イブコナゾール・銅水和剤またはタラロマイセス フラバス水和剤の農薬処理では、防除価がそれぞれ100および97.9となり、高い防除効果を示した。一方、温湯処理とトリコデルマ アトロビリデ水和剤処理では、防除価がそれぞれ92.6, 89.4となり、効果はやや劣った (第1表)。統計処理の結果、苗立枯細菌病およびばか苗病の両試験において、処理区と無処理区間では有意差が認められたが、各処理方法間には有意差は認められなかった。

2. 鉄粉のコーティング比率が苗立枯細菌病およびばか苗病に対する発病抑制効果に及ぼす影響

DSP317およびテツゲン製を汚染種子の0.5~0.01倍

でコーティング処理した結果、苗立枯細菌病に対する試験では発病度は0.1~8.2となり、無処理区の発病度57.5よりも有意に低かった。さらに、それらの二元配置分散分析において、鉄粉の種類、コーティング比率、および両者の交互作用のいずれにも有意水準1%で差が認められた。ばか苗病に対しては、0.5倍のコーティング処理では両鉄粉とも発病苗率は0%であったが、比率を低下させるに伴い発病苗率が増加した。0.01倍コーティング処理の発病苗率は、DSP317およびテツゲン製でそれぞれ3.7, 3.6となり、無処理区との間に有意差は認められなかった (第2表)。これらの二元配置分散分析において、コーティング比率については有意水準1%で効果への影響が認められたが、鉄粉の種類および鉄粉の種類と比率の間の交互作用は認められなかった (第3表)。

3. 鉄粉の種類、コーティング比率、および風乾処理がばか苗病に対する発病抑制効果に及ぼす影響

DSP317, テツゲン製およびダイテツ製の3種類の鉄粉について、それぞれ3つの比率 (0.5倍, 0.1倍, 0.025倍) で鉄コーティング処理を行い、さらに処理種子の風乾の有無を変えて、その後のばか苗病の発病苗率を調査した。風乾なしの処理区では発病苗率が0~3.5%であった。DSP317とダイテツ製では0.1倍以下の処理において、テツゲン製では0.025倍のコーティング処理において、いずれも無処理区との間に有意差が認められなかった。一方、風乾ありの処理区では発病苗率は0~4.6%であり、3種類の鉄粉はいずれも0.025倍のコーティング処理でも無処理区との間に有意差が認められた (第4表)。三元配置分散分析により、鉄粉の種類においては前項の場合と同様に有意差は認められず、コーティング比率については有意差が認められた。また、風乾処理の有無については、鉄粉

第1表 イネ種子の鉄コーティング処理と各種種子消毒法の苗立枯細菌病およびばか苗病に対する発病抑制効果の比較

処理	処理	苗立枯細菌病		ばか苗病			
		発病度	防除価	発病苗率 (%)	防除価		
温湯処理	60℃, 10分	0.9±0.4 ^{a)}	a ^{b)}	99.1	0.6±0.1 ^{a)}	a ^{b)}	92.6
化学農薬 ^{c)}	イブコナゾール・銅水和剤	11.8±8.3	a	88.1	0±0	a	100
生物農薬 ^{c)}	タラロマイセス フラバス水和剤	15.0±6.2	a	84.8	0.2±0.2	a	97.9
	トリコデルマ アトロビリデ水和剤	4.2±2.2	a	95.8	0.9±0.5	a	89.4
鉄コーティング ^{d)}	0.1倍	0.2±0.1	a	99.8	0.8±0.2	a	90.6
	0.5倍	0.4±0.1	a	99.6	0.1±0.1	a	98.9
無処理		98.4±0.7	b		8.4±0.1	b	

a) 数値は3区の平均値±標準誤差を示す。b) 異なる英数字はTukeyの多重比較 (p=0.05) で有意差あり。c) 浸種前200倍液 (w/v) 24時間浸漬。d) 鉄粉はDSP317を使用。コーティング比率 (倍) は鉄粉重量 (w) / 種子重量 (w)。

第2表 イネ種子の鉄コーティング処理における鉄粉の種類およびコーティング比率が苗立枯細菌病とばか苗病発病抑制効果に及ぼす影響

鉄粉の種類	比率 (w/w) (倍)	苗立枯細菌病		ばか苗病			
		発病度	防除値	発病苗率 (%)	防除値		
DSP317	0.5	0.2±0.2 ^{a)}	a ^{b)}	99.7	0±0	a	100.0
	0.25	0.1±0.1	a	99.8	0.1±0.1	a	98.6
	0.1	0.8±0.1	ab	98.7	0.5±0.1	ab	92.8
	0.05	1.3±0.5	abc	97.8	1.0±0.2	bc	84.1
	0.025	3.8±1.2	d	93.4	1.5±0.2	bcd	77.1
	0.01	3.9±0.4	d	93.2	3.7±0.9	de	42.3
テツゲン製	0.5	0.4±0.1	ab	99.3	0±0	a	100.0
	0.25	0.2±0.1	ab	99.6	0.1±0.1	a	98.6
	0.1	0.5±0.2	ab	99.1	1.2±0.1	bc	81.0
	0.05	2.5±0.3	bcd	95.6	2.4±0.3	cd	61.6
	0.025	3.3±0.6	cd	94.3	2.3±0.7	cd	63.5
	0.01	8.2±0.5	e	85.7	3.6±0.7	de	43.6
無処理		57.5±6.8	f		6.3±1.0	e	

a) 数値は3区の平均値±標準誤差を示す。b) 異なる英字はTukeyの多重比較 (p=0.05) で有意差あり。

第3表 鉄コーティング処理における鉄粉の種類およびコーティング比率の各試験データの分散分析結果

要因		自由度	偏差平方和	不偏分散	分散比	P値	判定 ^{a)}
苗立枯細菌病	全体	35	209.3860				
	鉄粉の種類	1	6.7929	6.7929	10.5663	0.0034	[**]
	比率	5	163.1840	32.6368	50.7659	0.0000	[**]
	鉄粉の種類×比率	5	23.9797	4.7959	7.4600	0.0002	[**]
	誤差	24	15.4293	0.6429			
ばか苗病	全体	34	569.4968				
	鉄粉の種類	1	7.5516	7.5516	3.5465	0.0724	[]
	比率	5	491.8879	98.3776	46.2013	0.0000	[**]
	鉄粉の種類×比率	5	21.0829	4.2166	1.9802	0.1198	[]
	誤差	23	48.9744	2.1293			

a) **は1%水準で有意差ありを示す。

第4表 イネ種子の鉄コーティング処理における鉄粉の種類、コーティング比率、および風乾の有無がばか苗病発病抑制効果に及ぼす影響

鉄粉の種類	比率 (w/w) (倍)	発病苗率 (%)			
		風乾なし		風乾あり	
DSP317	0.5	0.1±0.1 ^{a)}	a ^{b)}	0±0	a
	0.1	2.5±0.1	abc	1.1±0.3	ab
	0.025	3.5±0.5	bc	2.1±0.9	ab
テツゲン製	0.5	0±0	a	0±0	a
	0.1	0.7±0.1	a	0.2±0.1	a
	0.025	2.3±0.6	abc	2.8±0.3	ab
ダイテツ製	0.5	0±0	a	0.2±0.1	a
	0.1	1.2±0.1	ab	0.3±0	a
	0.025	1.8±0.5	abc	4.6±1.7	b
無処理		4.6±1.5	c	11.5±1.2	c

a) 数値は3区の平均値±標準誤差を示す。b) 統計処理は風乾なしと風乾ありでそれぞれ実施。異なる英字はTukeyの多重比較 (p=0.05) で有意差あり。

第5表 鉄コーティング処理における鉄粉の種類、コーティング比率、および風乾の有無の各試験データの分散分析結果

要因	自由度	偏差平方和	不偏分散	分散比	P 値	判定 ^{a)}
全体	53	42.5454				
鉄粉	2	0.9641	0.4820	1.8629	0.1699	[]
比率	2	24.1430	12.0715	46.6524	0.0000	[**]
風乾	1	0.0506	0.0506	0.1956	0.6610	[]
鉄粉×比率	4	1.6165	0.4041	1.5618	0.2055	[]
鉄粉×風乾	2	2.1288	1.0644	4.1135	0.0246	[*]
比率×風乾	2	1.7599	0.8799	3.4007	0.0444	[*]
鉄粉×比率×風乾	4	2.5675	0.6419	2.4806	0.0611	[]
誤差	36	9.3151	0.2588			

a) **は1%, *は5%水準で有意差ありを示す。

の種類と風乾の有無、およびコーティング比率と風乾の有無のいずれとも交互作用が認められた(第5表)。

考 察

イネの育苗期に発生して問題となる種子伝染性の苗立枯細菌病とイネばか苗病を対象として、イネ種子の鉄コーティング処理の防除効果について現行の種子消毒法との発病抑制効果を比較するとともに、効果の程度に関係する要因について検討を行った。

鉄コーティング処理と各種種子消毒法における、苗立枯細菌病およびばか苗病に対する発病抑制効果では、コーティングする鉄粉の比率が0.1倍と0.5倍の両処理とも各種種子消毒法との間に有意な差は認められなかった。鉄コーティング処理では、0.5倍のコーティング比率で両病害に対して防除価98以上となり、最も高い発病抑制効果が確認された。一方、比率が0.1倍の場合、苗立枯細菌病に対しては0.5倍と同等の高い防除価が得られたが、ばか苗病では防除価91となり、やや発病抑制効果が低くなった。このことから、鉄コーティング処理による最大の防除効果を得るには、一定量以上の鉄粉量が必要であることが推察された。また、ばか苗病ではコーティング比率の減少にともなって、防除価が低下する一方で、苗立枯細菌病に対しては防除価が低下しないことから、最大の防除価を得るための鉄粉量は病害によって異なることも考えられた。

2種類の鉄粉を供試した6段階(0.5~0.01倍)のコーティング比率での発病抑制効果は、苗立枯細菌病に対しては両鉄粉とも全てのコーティング比率で無処理区との間に有意な抑制効果が認められた。また、ばか苗病に対しては両鉄粉とも0.025倍以上で無処理区に対して有意な抑制効果が認められた。しかし、日本植物防疫協会(2011)の「薬効・薬害試験研究の手引

き」では、効果が高いと判断できる判定基準として、イネ苗立枯細菌病では防除価90以上、イネばか苗病の種子消毒では防除価98以上という基準が存在する。これに従うと、鉄コーティング処理で「効果が高い」とされるためには、苗立枯細菌病に対しては0.025倍以上、ばか苗病に対しては0.25倍以上の鉄粉のコーティング比率が必要であり、ばか苗病に対しては苗立枯細菌病の10倍量の鉄粉が必要となる。苗立枯細菌病では、病原菌が産出するトロポロンが鉄イオンと反応して無毒化される(Azegami et al., 1988)。また、鉄コーティング種子の浸種中には2価鉄イオンが溶出する(井上ら, 2008)。この2価鉄イオンによるトロポロンの無毒化によって、苗立枯細菌病に対しては比較的低い処理比率で高い抑制効果が得られたのではないかと推測される。分散分析の解析から、苗立枯細菌病に対しては鉄粉の処理比率だけでなく、鉄粉の種類においても抑制効果に有意差が認められ、さらに鉄粉の種類と比率の間に交互作用があった。一方、ばか苗病に対しては比率のみに有意差が認められ、鉄粉の種類による効果の違い、および鉄粉の種類と比率の間に交互作用は認められなかった。以上のことから、コーティング比率は苗立枯細菌病とばか苗病の両病害の発病抑制効果に影響するが、鉄粉の種類は苗立枯細菌病に対する発病抑制効果のみに違いを生じることが示唆された。

さらに、3種類の鉄粉と3段階の比率でコーティングを行い、コーティング後の風乾処理の有無がばか苗病の発病苗率に及ぼす影響を調査した。その結果においては、風乾なしでは各鉄粉の0.025倍コーティング区で無処理区との間に有意差が認められなかったが、風乾ありでは各鉄粉の0.025倍区と無処理区間で有意差が認められた。また、分散分析の結果からもコーティング比率においては、抑制効果に有意な差が認め

られた。一方、鉄粉の種類と風乾の有無には主効果は認められなかったが、鉄粉と風乾、および比率と風乾において相互作用が認められた。鉄コーティング種子を風乾処理することによって表面が酸化鉄になり、コーティングが堅く固化することが知られている(山内, 2012)。風乾処理の有無は直接発病抑制に影響はしないものの、コーティングの強度に影響するため、鉄粉の種類またはコーティング比率との組み合わせによっては、発病抑制に影響を与えるのではないかと考える。

以上のように、イネ種子の鉄コーティング処理は苗立枯細菌病およびばか苗病に対して、現行の各種種子消毒法と比較しても同等またはそれらに優る発病抑制効果を有することを確認した。一方、用いる鉄粉の種類およびコーティング比率によっては、風乾処理の有無が発病抑制効果に影響することが示唆された。コーティング比率は通常0.5倍で実施されており(山内, 2010)、この比率であれば病害抑制効果への影響は少ないと思われるが、代かき後の土壤が柔らかい場合は、0.5倍より低い比率でのコーティング処理も実施される。このような場合、病害抑制効果の低下が危惧されるため、健全種子の使用またはコーティング前の種子消毒が必要であると考えられる。

今回の試験では、苗立枯細菌病とばか苗病を対象病害としたが、もみ枯細菌病やいもち病など他の病害に対する効果は異なるかもしれない。また、現在では、本試験で使用した鉄粉以外にも、イネ種子の鉄コーティング専用鉄粉が市販されており、専用鉄粉の発病抑制効果についても比較検討する必要がある。

引用文献

- Azegami, K., K. Nishiyama and H. Kato (1988) Effect of iron limitation on "*Pseudomonas plantarii*" growth and tropolone and protein production. *Appl. Environ. Microbiol.* 54 : 844-847.
- 藤原加奈子・正岡淑邦 (2010) 鉄コーティング種子から発生する活性酸素とその抗菌効果. *土肥要旨集* 56 : 170 (講要).
- 井上博喜・竹原利明・宮川久義 (2008) 鉄コーティングしたイネ種子の浸種による浸種液の化学性および種子上の病原細菌数の変動. *日植病報*74:73 (講要).
- 井上博喜・山内 稔・宮川久義 (2009) 種子の鉄コーティング処理によるイネ育苗期病害の防除. *日植病報*75 : 164-169.
- 宮越 彊 (2011) 水稻鉄コーティング直播栽培の機械化と普及. *日作紀*80 (別1) : 500-501 (講要).
- 日本植物防疫協会 (2011) 薬効・薬害試験研究の手引き. 日本植物防疫協会 (東京), pp.62-63.
- 大畑貫一 (1995) 作物病原菌研究技法の基礎. 日本植物防疫協会 (東京), pp.18-22.
- 山内 稔 (2010) 鉄コーティング湛水直播マニュアル 2010. http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/iron_coating_seed.pdf (2012年4月30日アクセス確認).
- 山内 稔 (2012) 鉄コーティング種子を用いた水稻湛水直播技術. *日作紀*81 (2) : 148-159.
(2012年4月27日受領, 8月24日受理)