

水稻の種子予措の実際について

京谷 薫・山本 寅雄

はじめに

水稻の種子予措とは播種前に予め加える一連の作業のことで、選種、消毒、浸種、催芽までの諸過程が含まれる。具体的には、充実した乾籾を確保し、ハト胸程度の芽出し籾とするまでの技術である。この作業の目的は、馬鹿苗病やいもち病などの種子伝染性病害の防除と出芽の均一化である。

病害の防除という点では種子消毒が代表的なものであるが、殺菌剤への耐性菌の出現している今日では塩水選による罹病籾の除去も重要な作業である。また、浸種は個々の種子が登熟や貯蔵の過程での微妙な条件の違いで発芽が不揃いになるのを防ぎ、一斉に発芽させるための作業である。

種子消毒の消毒薬剤は耐性菌の出現などで随時変更され、消毒ずみ種子や循環式催芽器の普及により種子予措作業は改良されてきている。しかし、薬剤の進歩や機械化による省力化の一方、依然として出芽不良が毎年県内で発生している。ここではその対策を探りながら種子予措についてまとめてみた。

本稿は主に採種圃向けに作成された「水稻の種子予措と発芽の手引き」¹⁾をベースに加筆修正したものである。

1. 塩水選

塩水選は明治期において国立、公立の農業試験場が設置されて以降に確立された種子予措の基本技術のひとつである。目的は馬鹿苗病などの罹病籾を除去することでその発生を防ぐことと、均一で充実した種子を選ぶことによって初期の生育を安定させ、丈夫な良い苗を作ることである。

比重液は梗無芒で1.13、糯品種は1.08を基準とし、比重液を作るには比重計を使用すると正確で簡単に作れる(第1表)²⁾。大量に塩水選する場合は作業の途中で何度か比重をチェックし、塩水選後は比重液を水で十分洗い流す。

しかし、最近では予め種子消毒された採種圃産種子が販売されており、この種子は塩水選が不要となっている(第2表)。これは塩水選のかわりに精密に制御された空気の流れを用いた比重選別機で選別しているた

めである。この消毒ずみ種子を塩水選すると付着している消毒薬剤が流れてしまう。

また、糯品種の場合は比重の違いを利用して梗籾を除く逆塩水選を実施すると糯の純度が向上する。これは、糯の籾は梗の籾より比重が軽い(第1図、第2図)のを利用して、比重の重い比重液に糯の種子籾を入れ、浮いた籾だけを利用して(沈んだ籾には梗混入の可能性が高い)、その後比重1.08で比重選し、浮いた籾を捨て、沈んだ籾を種子とする方式である。最初の比重をどのくらいにするかは籾水分や、ロスをどのくらいまで許せるかによっても異なる。原種出荷の際の逆塩水選は、予め一割程度沈む比重を求めてから行っている。

第1表 比重液の作り方

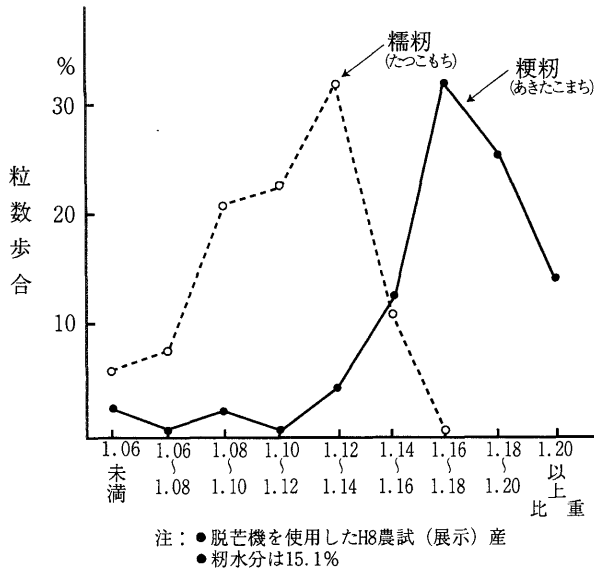
種 類	比 重	水 18 ℓ 当 り	
		食 塩	流 安
うるち無芒	1.13	3.4kg	5.1kg
うるち有芒	1.10	2.5	4.1
も ち	1.08	1.9	3.4

(注) 2～3mmの芒であれば比重1.13で行う。

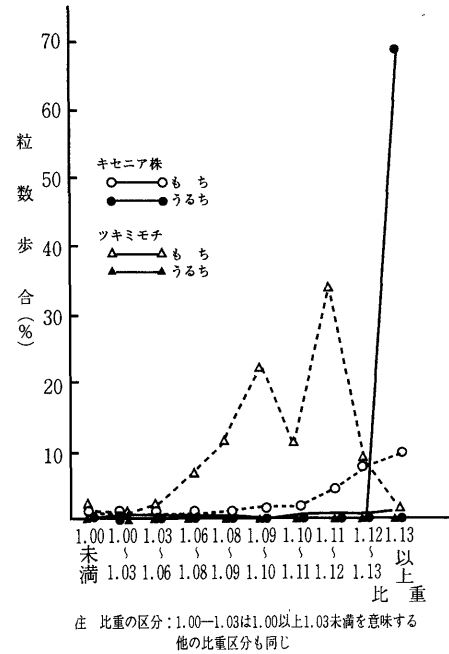
第2表 県内の品種別消毒ずみ種子の割合(%)

	H4年産	H5年産	H6年産	H7年産
あきたこまち	9.1	26.3	62.6	69.6
ササニシキ		54.6	46.4	51.1
キヨニシキ	41.9	55.0	32.2	20.1
でわひかり			40.0	20.1
あきた39		28.3	47.4	20.6
吟 の 精				66.3
美 山 錦				76.3
全 体	8.9	32.5	53.5	60.9

採種圃産種子に対する消毒ずみ種子の割合(%)
消毒を実施していない品種は省略した。
秋田県産米改良協会資料より作成



第1図 粳粉と糯粉の比重分布（秋田農試1996）



第2図 収穫粉の比重分布（鎌形ら1988）

2. 種子消毒

種子伝染性の病害には、現在糸状菌病として馬鹿苗病、いもち病、ごま葉枯病などがあり細菌病としてもみ枯細菌病、苗立枯細菌病、褐条病などが知られている。いもち病は種子伝染以外にも感染した稲わらなどからも発生し、県内では最も被害の大きい病害であり、馬鹿苗病も代表的な種子伝染性の病害である。これまでも消毒薬剤は環境汚染（水銀剤）や耐性菌の出現のため何度か変更されているので、最新の防除基準で葉

剤や使用上の注意を確認してから行うことが大切である（第3表、第3図）⁴⁾。

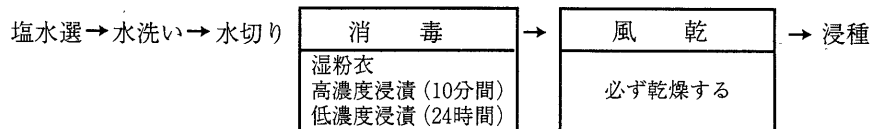
また、今後は省力化のため、消毒ずみの種子が増加するとみられる。

この種子は消毒剤は既に粉衣されているが、実際に殺菌されるのは浸種の過程である。したがって、この種子を浸種する場合も、これまでの消毒法同様、薬剤の効果を損なわないように温度や水の交換には細心の注意が必要である。

第3表 種子消毒薬剤の種類（H9秋田県、病害虫・雑草防除基準）

薬剤名	処 理 法	風乾の要否	対象病害名					備 考
			ばか苗病	いもち病	ごま葉枯病	もみ枯細菌病	苗立枯細菌病	
ヘルシード水和剤	①0.5%、粉衣	○	○	○	○			
テクリード水和剤	①0.5%、粉衣	○	○	○	○			
スポルタック乳剤	①100倍、10分間浸漬	○	○	○	○			
	②1,000倍、24時間浸漬	○	○	○	○			
スポルタックスターナSE	①20倍、10分間浸漬	○	○	○	○	○		
	②200倍、24時間浸漬	○	○	○	○	○		
ヘルシードスターナフロアブル	①20倍、10分間浸漬	○	○	○	○	○		
	②200倍、24時間浸漬	○	○	○	○	○		
テクリードCフロアブル	①20倍、10分間浸漬	○	○	○	○	○		
	②200倍、24時間浸漬	○	○	○	○	○		
スターナ水和剤	①0.5%、粉衣	○				○		ヘルシード、テクリード水和剤と混用して使用

注) 湿粉衣、高濃度浸漬は低濃度浸漬より効果が安定して高い。



第3図 種子消毒の手順 (H9 秋田県、病虫害雑草防除基準)

3. 浸 種

浸種は10℃～15℃程度の水に5～6日間程浸しておくことである。これは種子の発芽に必要な水分を吸収させることと、糊殻に含まれる発芽抑制物質を溶出させるために行う。種子の発芽に必要な含水率は30%位⁵⁾である。したがって、水分15%を含む種子粉の場合、その粉の25%増し程度の水分吸収が必要である。

浸種で特に気をつけたいのは水温である。県内の浸種時期は4月上旬だが、早い場合は3月下旬から開始している。ところが、このころの平均気温は県中央部で3月下旬が4.4℃、4月上旬で7.2℃(秋田市平年)で、県南、県北はさらに低い(第4表)。浸種の開始時期は田植え日から逆算して決めるが、「水温が低ければ長く浸種しておけばよい。」ということでは発芽不良となることがある(第5表)。たとえば、一度発芽に良好になった種子が2～3℃の低温で再び休眠状態(二次休眠)になり発芽しにくくなったとの報告がある⁶⁾。

種子の発芽性は品種、登熟条件、貯蔵条件等によって毎年異なり⁹⁾(第4図)、浸種時の気温なども異なるので、「去年までずっとこのようにやってきてうまくいったのに、今年は芽が出ない。」ということもある。毎年発芽を安定させるには浸種時の水温を10～15℃で実施するのが最適である。そのためには催芽器の温度を浸種用にセットして使うのが最も簡便で確実であるが、それができない場合はハウス内や風呂場を利用したり、夜間は容器を保温資材で覆うなど温度確保の工夫が必要である。また、勘に頼らず、温度計で朝晩の水温を確認することが大切である。このとき、あまり底の深い容器だと表層の水温より種子のある深層の水温が低いので注意する。

なお、4月下旬以降に浸種する場合は気温とともに水温も上昇してくるので、15℃より水温が上がらないようにして浸種中の発芽による不揃いを防止する。また、浸種中は種子から発芽抑制物質などの各種物質が溶出するので1日おき程度に水を取り換えながら酸素を補給する。このとき、消毒薬剤がなるべく流失しないように静かに取り換える。

浸種期間は5～6日間が目安だが水温や品種、休眠の程度により異なるので浸種終了の判断は種子の糊殻を透して胚が白く見えるようになったときとする。

第4表 浸種時期の平均気温(℃)

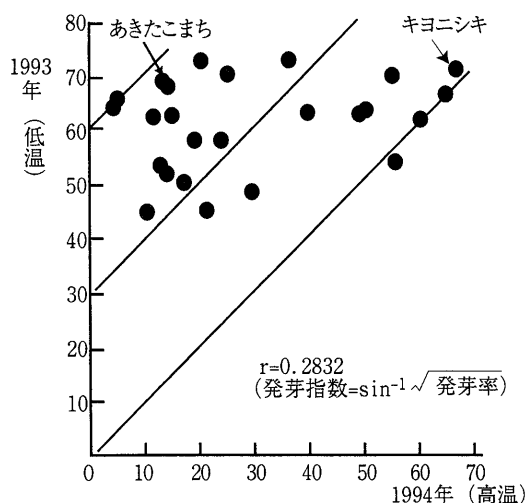
	鷹 巣	秋 田	横 手
3月下旬	3.0	4.4	3.3
4月上旬	6.1	7.2	6.5
4月中旬	7.5	9.0	8.3
4月下旬	9.9	11.0	10.9

秋田地方気象台

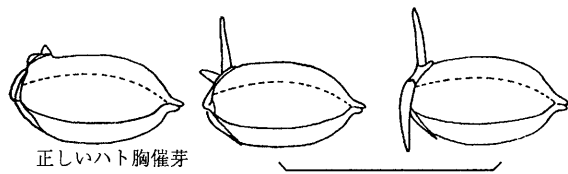
第5表 浸種の水温と発芽 (平6秋田農試)

年産	品 種 名	浸 種 温 ℃	浸種(10日)後の発芽率		
			24H 後	40H 後	64H 後
5	きぬのはだ	0	59.5	80.0	87.0
		5	68.5	87.5	92.5
		10	85.5	91.5	95.0
4	たつこもち	0	13.5	57.0	68.0
		5	25.5	75.0	84.5
		10	44.0	77.5	87.5

注) 発芽は30℃で



第4図 高温多照年と低温少照年の発芽指数 (島山ら1995)



第5図 正しいハト胸催芽

4. 催芽

催芽は32℃程度のぬるま湯で種子をハト胸程度（第5図）にする作業で、それに要する時間は浸種の程度や品種によって異なる（第6表）が一般には24時間前後である。催芽を均一にするにはその前段として36～40℃程度（俗にいう人肌の温度）のお湯で「湯通し」という操作をするがこれは種子の温度を袋の内部まで全体を均一にするために行うもので、種子袋から流下する水の温度がお湯と同じ温度になるまでいねいに行う。催芽には水分、温度とともに酸素が必要なので、循環式催芽器では酸素の補給に注意し、水流が全体に均一であるようにする。また、蒸気式育苗器を使用する場合は水分不足にならないように濡れタオルなどで覆う。

第6表 品種別発芽速度

品 種 名	発 芽 率 (%)			
	2日目	3日目	5日目	10日目
たかねみのり	9.5	67.0	93.5	95.5
でわひかり	0.5	44.0	94.5	97.0
あきたこまち	26.5	79.0	92.0	95.0
キヨニシキ	40.0	81.5	85.5	91.0
あきた39	26.5	78.0	95.0	98.0
トヨニシキ	50.0	90.5	95.0	95.5
ササニシキ	52.5	90.0	94.0	95.5
吟 の 精	4.5	49.5	92.0	95.0
美 山 錦	3.0	49.0	89.0	97.0
たつこもち	10.0	68.0	91.0	94.0
きぬのはだ	36.5	89.0	96.0	97.0

（平成7年12月秋田農試）

乾籾を置床、30℃に保ち発芽率を調査。
品種によって発芽速度が異なる。

催芽の温度は発芽最適温度の30～32℃位が良く、早く芽を出そうとしてむやみに温度を上げてても却って発芽がムラになったり、芽が出なかったりするので慎まなければならない。

第7表 循環式催芽機の使用と珙枯細菌病による苗腐敗症の発生

（平2岩手農試）

供 試 種 子	催芽機の使用		調査 苗数	発 病 苗 率			発病度	生育調査				
	浸種	催芽		葉鞘褐変 %	腐敗枯死 %	合計 %		草丈 cm	葉数 枚			
種 子 消 毒	病原菌の接種	○	○	本 212	12.9	28.0	40.9	34.5	10.9	2.9		
		—	○	186	11.0	20.7	31.7	26.2	11.1	2.6		
	無 消 毒	混 入 (接種種子を1%混入)	—	—	202	6.8	16.5	23.3	19.9	15.6	2.5	
			○	○	315	2.0	2.9	4.9	3.9	12.4	2.2	
		非 接 種	—	○	331	1.5	2.1	3.6	2.9	12.6	2.1	
			—	—	351	1.2	1.8	3.0	2.4	12.6	2.1	
			○	○	310	2.8	4.0	6.8	5.4	12.5	2.1	
			—	○	335	1.8	1.5	3.3	2.4	12.9	2.3	
	ペフラゾエート水和剤 (ヘルシード水和剤)	接 種 (接種種子)	—	—	332	0	0	0	0	12.9	2.1	
			○	○	198	19.4	32.3	51.7	42.0	11.6	3.0	
		0.5%湿粉衣	混 入 (接種種子を1%混入)	—	○	210	11.1	16.0	27.1	21.6	12.0	2.9
				—	—	273	6.6	3.6	10.2	6.9	11.7	2.5
非 接 種			○	○	335	1.6	2.0	3.6	2.8	12.5	2.2	
			—	○	349	1.1	0.5	1.6	1.1	12.9	2.2	
			—	—	363	1.0	0.2	1.2	0.7	12.4	2.1	
			○	○	299	0.9	6.5	7.4	7.0	11.8	2.5	
—		—	—	○	303	2.0	3.6	5.6	4.6	11.3	2.5	
			—	—	324	0	0	0	0	13.0	2.2	

接種月日：3月17日、調査月日：4月10日

○：ハトムネ催芽機使用

—：恒温器使用

浸種、催芽にハトムネ催芽機を使うことにより本病は助長されるペフラゾエート水和剤0.5%湿粉衣は本病に効果がない。

5. 細菌性病害

近年、もみ枯細菌病、苗立枯細菌病による苗腐敗症や褐条病が難防除病害として問題化してきている。本県で発生する苗腐敗症の多くは苗立枯細菌病である。

現在、これらに安定した効果を示す薬剤はなく、スターナ水和剤など防除基準に載っている薬剤による防除のほか、発生が懸念される場合は種子予措のつぎの点にも努める⁴⁾。

- 1) 健全種子を使用し、育苗期に細菌病が発生したほ場の種子は用いない。
- 2) 浸種、催芽、出芽は品種毎に行い、品種の特性を考慮しながら処理する。浸種は10℃の水温で6日程度とし、長期間の浸種はしない。
- 3) 循環式催芽器による浸種、催芽は、もみ枯細菌病の発生を助長する(第7表)⁷⁾。したがって、催芽には蒸気式育苗器などを使う。

6. 種子の休眠について

植物の種子には一般に休眠といわれる現象があり、発芽の条件が揃ってもすぐ発芽するとは限らなく、雑草では数十年以上の休眠も珍しくない。

稲種子は栽培植物として選抜されてきているのでこのような長期の休眠はみられないが、ある程度の休眠がみられ、穂発芽防止に役立っている。休眠の程度は品種や登熟の気象条件などにより異なるが、普通は春先までにはほとんど休眠からさめている。

登熟過程の温度と休眠の関係について、池橋(1973)は開花後5日毎に20℃(L)と30℃(H)の温度条件で穂発芽性の容易なギンマサリと困難なコシヒカリを用いて検討した⁸⁾。その結果、開花後10~15日以降は高温で休眠が著しく形成される(第8表)が、開花後10日まではギンマサリのように低温が入ると休眠が形成されないなど品種によって一様でない面もあるとしている。

しかし、関東・北陸などと異なり登熟後半に低温となる秋田県内においては、畠山らがあきたこまち等を用いて次のように報告している。あきたこまちでは出穂後20日までの低温により休眠の形成が抑制され、発芽率は平均気温24℃以下の出現日数と相関(第6図)があり、休眠性は登熟前半で殆ど決まってしまう⁹⁾。

登熟中の温度条件によって誘発される休眠の原因物質が種子のどの部分に存在するかについて池橋(1973)は頰にある(第9表)と報告している⁸⁾。ほかに、頰や果皮にある(第10表)という報告¹⁰⁾があ

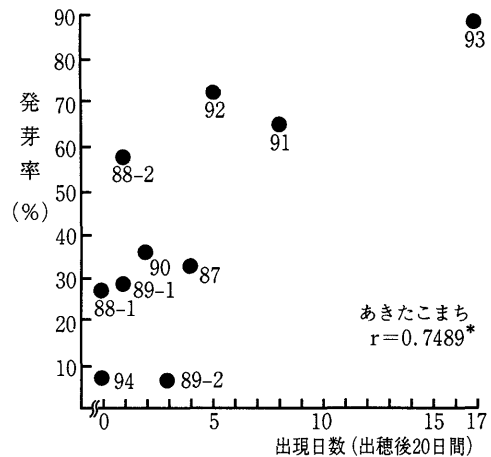
る。

このように、登熟期間の気温や品種によって休眠の程度が異なるので浸種の期間や催芽の時間は種子の動きを見ながら行う。特に、あきたこまちなど穂発芽性が「難」や「やや難」の休眠性品種は、生産年の登熟前半に低温の日数が少ない場合、休眠性が強いことが予想されるので、種子を観察しながらいねいに種子予措を行うことが必要である。

第8表 休眠誘導に及ぼす登熟期の温度条件(池橋 1973)

実験区	温度条件	発芽率(%)	
		ギンマサリ	コシヒカリ
1	L H H H	12.6	1.3
2	L L H H	68.6	1.3
3	L L L H	80.0	6.0
4	L L L L	70.0	78.0
5	H L L L	78.0	95.3
6	H H L L	89.3	84.0
7	H H H L	57.3	8.0
8	H H H H	40.6	5.3

注：温度条件は開花後5日毎の温度で「L H H H」とは開花後5日間は20℃(L)でその後30℃(H)においたことを表わす。



第6図 平均気温23℃以下の出現日数と発芽率(畠山ら1995)

- 注)1. 数字は西暦年の下2桁を表す。
2. 同一年の-の数字は出穂期の順位による。

第9表 休眠種子¹⁾の発芽に対する頰除去の効果(池橋 1973)

種子の由来	頰除去処理の有無		供試籾数	発芽籾数 ²⁾
	有	無		
5日間20℃	処 理		49	49
後 30℃	無 処 理		49	0
10日間20℃	処 理		49	49
後 30℃	無 処 理		42	1

注1) 30℃10日間の休眠打破処理後、30℃24日間の置床中発芽しなかった籾

2) 発芽籾は頰除去の翌日に発芽、無発芽籾は30℃25日間の置床中に発芽しなかったもの

3) コシヒカリ

第10表 除穎・剥皮処理の休眠打破に及ぼす効果 (Seshu and Sorrells 1986)

品 種 系 統		処 理	収 穫 後 日 数、発 芽 率 (%)					
			10日	20	30	40	50	60
休 眠 性 系 統	N22	無 処 理	0	10	20	46	78	98
		除 穎	0	15	76	98		
		果 皮 剥 皮	96	100				
	IR13429-287-31	果 皮 剥 皮 後	0	21	48	66	86	98
		穎 内 に 戻 す						
		無 処 理	0	16	24	74	100	96
非 休 眠 性 系 統	Mohsuri	除 穎	38	82	98			
		無 処 理	81	100				
非 休 眠 性 系 統	IR19735-5-2	無 処 理	77	99				
		無 処 理						

7. 低温貯蔵種子

低温貯蔵種子とは採種圃へ配布される一部の原種のように1年以上低温倉庫などに貯蔵された種子で一般農家へ販売されることは少ない。

採種圃へ配布される低温貯蔵の原種は、専用の種子貯蔵庫で温度15℃、湿度30%の庫内に1～3年間貯蔵された種子で初水分は10%前後まで下がっている。このような低温貯蔵種子の種子予措での注意点は、初水分が10%前後まで下がっている場合、塩水選でなく水選する程度にすることである。

また、休眠は既に消えているので前年産種子に比べて長く浸種する必要はないが、低い水温での浸種は発芽不良を招くことがある(第11表)ので10～15℃の水で浸種する。

第11表 低温貯蔵種子の浸種水温と発芽率
(平6秋田農試)

年産	浸種水温	品 種 名	浸 種 期 間		
			3日間	7日間	10日間
5	10℃	あきたこまち	91.2%	96.7%	97.1%
4	10	たつこもち	85.8	78.2	80.2
5	10	きぬのはだ	94.4	94.1	86.2
5	5	あきたこまち	92.4	88.9	90.1
4	5	たつこもち	78.3	75.7	75.6
5	5	きぬのはだ	92.3	92.8	79.4

注) 発芽率は浸種後30℃48時間で調査

引用文献

- 1) 秋田県農産園芸課 平成7年：水稻の種子予措と発芽の手引
- 2) 秋田県農政部：平成8年度稲作指導指針
- 3) 鎌形民子・長谷川理成・畠山富治・藤代 淳 1988：水稻採種栽培におけるもち品種のうるち化現象 第1報 発生機構と現在の対応：千葉原農研報10：13-25
- 4) 秋田県：平成9年度農作物病害虫・雑草防除基準
- 5) 高橋成人 1962：稲種子の発芽に関する生理遺伝学的研究. 東北大農研彙報14：1-87
- 6) 岡 彦一・蔡国海 1955：稲種子の休眠と寿命に関する品種間差異：育雑5：22-25
- 7) 東北農業試験研究推進会議：育苗期に発生する種子伝染性イネ細菌病の制御技術の開発. 東北地域重要 新技術研究成果 NO.16：104-105
- 8) 池橋 宏 1973：稲の発芽諸特性の品種間差異および環境変動に関する研究. 農事試報告19
- 9) 畠山俊彦・松本眞一・眞崎聡・加藤武光 1995：登熟期の気象条件と水稻の穂発芽性. 日作東北支部報No38：71-72
- 10) Seshu, D. V. and M. E. Sorrells 1986：Genetic Studies on seed dormancy in rice, In "Rice Genetics" IRRI, Los Baños 369-382