

# 쌀 品質 改良 育種의 最近 成果와 今後 展望

## Current Achievement and Prospect of Grain Quality Improvement in Rice Breeding

農村振興廳 作物試驗場 崔海椿

National Crop Experiment Station, R.D.A., Choi, Hae-Chune

### 1. 緒言

韓國 벼 育種史에서 品質 改良 育種이 本格的으로 시작되고 그 體系를 잡기 시작한 것은 아마도 1970년대 초부터 「統一」 품종의 短點 改善 研究事業이 활발하게 전개되기 시작한 때 부터인 것으로 생각된다.

統一型 品種의 米質改善育種은 통일이 育成 보급된지 5년만에 쌀의 糊化 溫度와 아밀로스 含量을 낮추는 選拔에 注力하여 거의 자포니카 良質米 品種의 食味와 비슷한 수준으로 개량시켰고 그 후 다시 10여년 세월이 더 경과되어서야 쌀의 外觀 品質과 搗精特性도 거의 자포니카 수준까지 개량시켜 놓았다.

이러한 米質 改善 育種은 1970년대 중반이후 쌀 自給生産이 持續되고 生活水準의 向上과 더불어 消費者의 良質米에 대한 選好도가 漸增함에 따라 자포니카 품종의 收量性 增大와 米質 改良에 박차를 가하게 되었다. 1990년대 초에 統一型 多收性 品種이 그 자취를 감추게 되면서 개량된 자포니카 優良 新品種들이 쌀 自給 生産의 자리를 메꾸게 되었고 우리 쌀의 質的인 面에서의 國際 競爭力을 한결 높이게 되었다.

그후 쌀의 炊飯 用途뿐만 아니라 여러 가지 쌀 食品의 加工 利用面의 活用度 增進을 위하여 大粒米, 香米, 有色米, 釀造米 등의 特殊米 開發 研究가 활발히 전개되어 최근 많은 成果를 거두고 있다.

이에 저자는 최근 우리나라의 쌀 品質 改良 育種事業의 발자취를 더듬어 보아서 그동안 이루어 놓은 育種的 成果와 더불어 米質 評價技術 改善 및 關聯 基礎研究 成果를 分析 評價하고 앞으로 우리 米質 改良 育種이 나아가야 할 길을 提示하고자 한다.

### 2. 쌀 品質 評價 要素 및 檢定技術 現況

쌀 品質은 이를 生産·利用하는 사람들의 입장에 따라 그 內容과 觀點을 달리하며 그 重要性도 크게 다르다. 우선 생산자인 농민의 입장에서 보면 소출이 많이 나고 시장성이 높은 가격과 등급에 관심이 많은 반면 搗精업자는 搗精率과 完全米率에, 食品加工이나 營

養關係者는 加工特性이나 營養價에, 販賣業者나 消費者는 쌀 外觀 品質 및 食味와 價格에 주로 관심을 보이게 된다.

따라서 쌀 品質의 良否를 평가할 때에 이와 같이 用途에 따른 商品的인 價値와 더불어 加工 및 營養的인 附加價値를 함께 고려하지 않으면 안된다. 米質에 대하여 客觀的인면서 總合的인 評價를 제대로 내리기는 쉽지 않지만 특히 良質米 育種을 效率的으로 推進하기 위하여 그 동안 提案되고 調査 評價되어져 온 주요 항목들을 열거하고 그 檢定技術 現況을 살펴본다.

### 1) 쌀 外觀 品質 特性和 檢定 調査 方法

쌀알의 크기는 玄米의 길이, 너비, 두께에 의하여 나타내기도 하고 현미천립중으로 나타낼 수도 있으며 粒形은 玄米의 長/幅比로서 표현된다. 쌀알의 크기와 모양은 실물 크기의 10배로 확대시켜 投影시키는 擴大投影機 (magnifying projector)와 caliper를 사용하여 그 實測 平均値로서 나타낸다. 최근에는 影像分析機 原理를 利用하여 일정 쌀표본을 펴서 올려 놓으면 쌀의 길이와 너비의 평균치와 변이를 계산하여 제시해 주는 편리한 기계가 개발되어 있다.

쌀 표본의 心腹白 程度와 透明度는 대체로 達觀調査를 통하여 等級尺度(1-9)로 나타내기도 하며 標準 쌀標本과 비교한 透光率에 따라 相對的 比較値를 제시해 주거나 未登熟 粒이나 變色粒 등 不完全米를 選別해 낸다음 그 比率에 따라 評點을 제시해 주는 品質 判定機가 개발 이용되고 있다. 그러나 쌀 상품의 外觀 品質을 객관적으로 綜合的인 評點을 제공해 주는 바람직한 기기는 아직 개발되어 있지 않다.

### 2) 쌀의 物理的 特性和 검정기술

쌀의 食味나 加工 適性和 관련성을 가지고 있는 物理的 特性에는 常溫 및 加熱 吸水特性, 아밀로그래프 특성, 알칼리붕괴도 및 糊化溫度, 糊凝集性, 硬軟質性 등이 있다.

쌀의 硬度는 전분조직의 치밀도나 등속속도와 관련성이 있으며 硬度測定計나 Texture 分析計 등을 활용하여 쉽게 측정할 수 있다. 쌀의 常溫 및 加熱 吸水特性은 鐵網管에 完全登熟米를 넣고 常溫水나 熱湯에 15~20분간 沈漬시켰다가 吸水量은 乾重에 대한 比率로 나타내면 된다.

白米의 알칼리붕괴도는 1.4~1.7% KOH溶液에 침지하여 30℃恒溫器에 23시간 定置한 다음 쌀알이 崩壞된 모양(퍼짐도와 투명도)에 따라 1~7등급으로 達觀調査하면 된다. 이는 糊化溫度를 간접적으로 검정하는 수단으로 이용되기도 한다.

쌀가루나 전분의 糊凝集性은 쌀가루 120mg를 13x100mm 의 시험관에 넣고 0.2ml의 95% 에칠알콜에 0.025%(W/V) bromothymol blue를 녹인 용액으로 시료를 젖게한 다음 2.0ml의 0.2N KOH를 넣어 vortex 혼합기로 고르게 섞이게 하여 8분동안 끓는 水槽에 넣어 糊化시킨다. 糊化된 시료를 꺼내어 5분후에 다시 vortex 혼합기로 잘 섞이게 한 다음

20분간 냉각시킨 젤이 든 시험관을 모눈종이 위에 눕혀서 1시간 동안 젤이 흘러간 길이를 재어서 mm단위로 나타내면 되는데 이때 糊凝集性은 젤 길이가 21~40mm는 硬(hard), 41~60mm는 中(medium), 61~100mm는 軟(soft)으로 분류한다.

아밀로그램특성은 Brabender Amylography나 Rapid Visco Analyzer(RVA)를 이용하여 10~12% 쌀가루 현탁액을 30~50℃에서 93~95℃까지 점진적으로 온도를 상승시켰다가 일시 고온상태 둔 다음 다시 30~50℃로 점차적으로 냉각시키면서 점도변화를 조사하여 (그림1), 最高粘度 (peak viscosity ; P), 最低粘度 (hot viscosity : H), 最終粘度 (cool viscosity ; C) 등을 검정기기 기록지에 표시된 눈금에 따라 粘度정도를 나타내고 이들간 差인 降下粘度 (breakdown ; P-H), 凝集粘度 (consistency : C-H), 置返粘度(setback : C-P) 등의 점도를 나타낸 것이다.

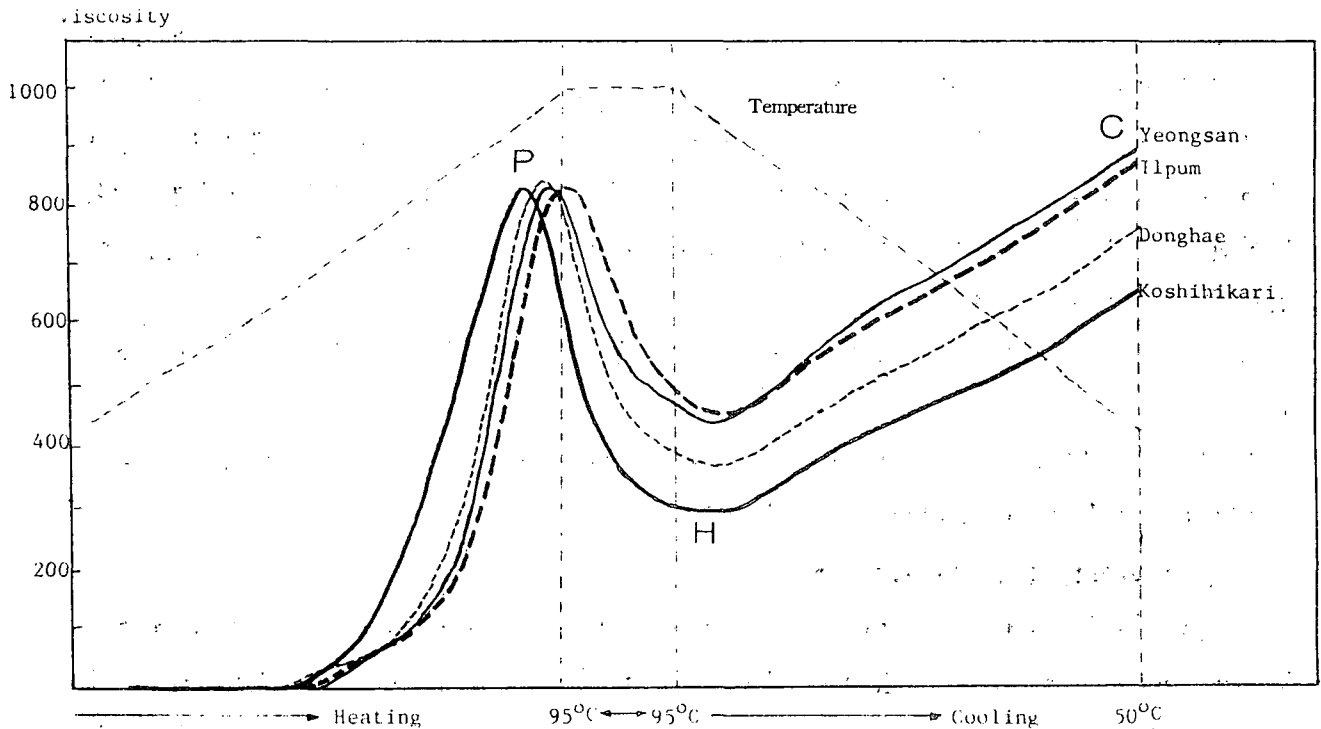


Fig. 1 . Varietal difference in amylogram of milled rice flour.  
P : Peak viscosity, H : Hot viscosity, C : Cool viscosity

### 3) 쌀의 化學的 成分과 測定 方法

食味 및 加工 適性과 영양가와 關係性이 있는 化學成分은 아밀로스함량, 단백질함량, 지질함량, 마그네슘(Mg), 칼륨(K), 인(P), 철(Fe) 등 無機質함량과 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, 나이아신 등 비타민 함량 등이다. 이 이외에도 微量이긴 하지만 오리자놀, 토코페롤, 이노시톨 등 건강기능성 생리활성물질이 있으며, 香米에 함유된 각종 芳香性 物質과 有色米에 함유된 안토시아닌 및 타닌계 색소 등이 있다.

白米의 아밀로스함량은 比色計(colorimeter)나 自動分析機(autoanalyzer)를 이용하여 쌀가루 호화액의 요드 程色度에 따라 含量을 측정하는 比色定量法이 주로 쓰여진다.

蛋白質함량은 쌀가루를 濕式分解시킨 시료를 마이크로켈달(Micro Kjeldahl) 장치를 이용하여 분석한 전질소함량에 5.95를 곱하여 얻는 방법을 쓰며, 좀더 신속 간편하게 측정하는 방법으로 染料結合力 檢定(dye-binding capacity ; DBC ) 및 뷰렛트 검정(biuret test)과 近赤外 分光分析計 (Near-infra red spectroscopy : NIRS)를 이용한 非破壞的 檢定法을 쓰기도 한다.

아미노산 정량은 쌀시료를 加水分解시킨 다음 減壓 乾燥시킨 것을 sodium citrate buffer로 용해시켜 아미노산 分析機로 분석하여 단백질 100g당 g수나 쌀 乾燥 100g당 g수로 나타낸다.

脂質含量은 쌀 분쇄시료 1g을 圓筒濾紙에 넣고 충분히 건조시켜 빈 무게를 측정해 둔 Soxleht추출기의 플라스크에 에틸 또는 헥산을 넣은 다음 시료가 든 원통여지를 Soxleht 시료실에 넣고, 통기장치가 된 방에 Soxleht 장치를 조립해 두고 냉각관에 수도를 연결시킨 다음 에틸이 들어 있는 플라스크부를 가열, 24시간 이상 시료의 지질을 에틸에 추출시켜서 추출이 끝나면 플라스크의 에틸을 휘발시킨 후 남은 脂質의 무게를 측정하면 된다. 지방산 정량은 가스크로마토그래피(Gas-chromatography)를 이용하여 추출한 지질을 헥산에 녹인 시료로 정량한다.

Mg, K 등 미량원소는 쌀 시료를 농황산으로 습식 분해시킨 다음 原子 吸光 分光分析計로 측정한다.

香臭成分은 揮發性 成分 抽出裝置를 이용하여 증류 추출한 다음 추출 농축시킨 시료를 毛細管柱 Gas-Chromatography-Mass-Spectrometry 分析을 실시한다.

#### 4) 밥의 物理性 檢定 및 食味 評價法

밥의 硬度, 粘性 등 物性を 測定하는 기계는 Texture analyzer, Plastometer, Texturometer, Tensipresser, Instron, Visco-elastograph 및 Rheograph-Micro 등이 있는데 이중에 앞의 여섯가지는 거의 비슷하게 밥시료에 일정한 중량으로 누를 경우 감지부에 나타나는 硬度 또는 彈性和 펠 때의 附着性を 측정하는 기계이고 Rheograph-Micro 는 非破壞的인 수단으로 밥의 粘彈性を 측정하는 기계이다.

Texture 分析計로 일정한 양의 밥시료나 밥알을 올려서 작동시키면 그림2와 같은 모양으로 두 번 눌렀다 떼는 曲線軌蹟이 나타나게 된다. 여기에서 H는 밥의 硬度, -H는 粘性, A<sub>3</sub>면적은 附着性, A<sub>2</sub>/A<sub>1</sub> 面積比는 凝集性, a<sub>2</sub>/a<sub>1</sub>은 彈力性으로 표현하여 밥의 物性を 나타내며 食味와 밀접한 관련성이 있는 粘性和 硬度的 均衡度(balance) 인 -H/H를 밥시료간의 비교 척도로 사용하기도 한다.

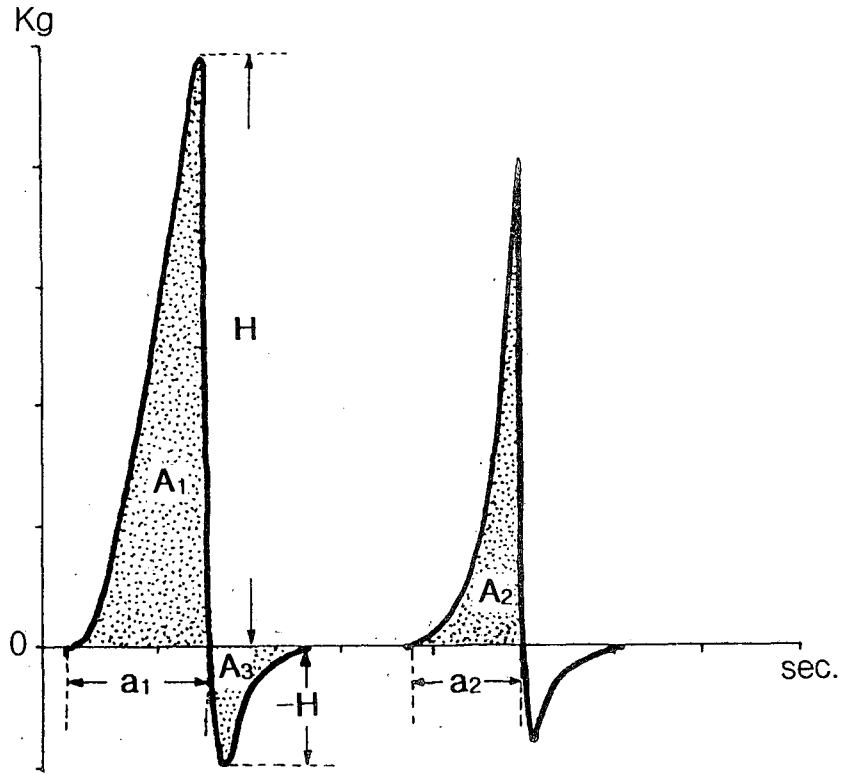


Fig. 2 . A typical curve of Texture analyzer, TAXT-2.  
 H: Hardness, -H: Viscousness,  $-H/H$ : Balance(B),  $A_2/A_1$ : Cohesiveness(C),  
 $A_3$ : Adhesiveness(A),  $a_2/a_1$ : Springiness(S),  $H \cdot C \cdot S$ : Chewiness(CH),  
 $\sqrt{A_3}(-H)$ : Stickiness(ST),  $CH \cdot ST$ : TPI

쌀밥의 食味 評價를 客觀的으로 신속하게 수행하기 위하여 여러 종류의 食味計가 개발되어 이용되고 있다. 사다께, 니레꼬, 시즈오까 등에서 개발된 식미계는 쌀가루 또는 백미의 近赤外線(NIR) 反射 및 吸收 spectrum과 食味관련 특성간 상관성에 근거하여 食味值를 제시해 주는 기기이며 토요未度메다는 白米를 短時間에 炊飯한 圓板狀의 半煮米飯에 電磁波(可視光線)를 照射한 反射特性 즉 주로 밥의 윤기로부터 食味值를 제시해 주는 기기이다. NIRS 장치를 이용한 식미계는 적중률이 30~60%로 낮아서 實用性이 거의 없었으나 밥의 윤기 측정장치를 이용한 식미계는 실제 食味官能 檢定値와 80% 이상의 적중률을 나타내어 食味の 客觀的인 評價에 유용하게 이용되고 있다.

食味 官能評價는 잘 훈련된 남녀 同數의 각 연령층이 고루 분포된 24명 이상의 평가요원을 확보하여 표준 취사방법에 따라 지은 밥시료를 객관적인 조건에서 식미평가를 실시하게 한다. 시식 시료수는 1회에 4점을 한도로 정해진 기준 쌀밥과 비교 평가하게 하는데 試食順을 달리한 3~6개군으로 나누어진 panel에게 밥모양, 냄새, 맛, 찰기, 씹히는 질감(또는 硬度), 총평으로 평점은 기준 쌀밥에 비해 나쁜 쪽으로 3~5단계(-1~-3 또는 -5), 좋은 쪽은 3~5단계(1~3 또는 5)로 평가케 한다.

### 3. 쌀 品質改良 育種의 最近 成果

1970년대에 쌀의 자급달성을 위하여 統一型 多收性 品種이 많이 개발 보급되었을 때 재래의 자포니카 품종에 비해서 食味보다도 쌀알이 다소 가름하고 맑고 깨끗하지 못했던 것이 시장성 열세의 큰 흠이었다.

현미의 長/幅比가 자포니카 품종들은 대개 1.8~1.9인데 비해 통일형 품종들은 2.2~2.5로 뚜렷한 차이를 보였다. 따라서 統一型 品種의 長/幅比를 2.0이하로 낮추고 心腹白이 거의 없이 맑고 투명한 外觀 品質이 良好한 良質米 品種을 개발하는데 많은 노력을 기울였다. 이러한 노력의 결과 統一型 品種으로 長/幅比가 2.0이하이면서 심복백이 적은 中原벼, 七星벼 등이 개발 보급되었으나 米粒의 폭이 좁고 두께가 얇아서 자포니카 품종과는 명확하게 구분되었다. 그 동안 통일형 품종은 미질면에서 쌀 外觀 品質 뿐만 아니라 低 아밀로스, 低 糊化溫度 方向으로 선발되어 食味が 크게 개선되었다 (표 1).

자포니카 품종은 1970년대까지는 미질 특성상 별로 개선되지 못하였다가 1980년 이후부터 쌀 외관 품질과 식미 개선에 크게 힘을 기울이기 시작하였다. 米粒의 크기나 형태는 지난 60여년간 거의 변화없이 현미 장/폭비 1.7~1.9, 현미천립중 19~23g 범위의 변이를 가진 중소립중 단원립의 형태를 벗어나지 못했다. 도봉벼를 제외하고는 모든 품종이 호화 온도가 낮았고 아밀로스함량이 17~20% 범위로 낮았다. 1980년대 이후 개발된 자포니카 품종들이 그전 품종에 비해 쌀 外觀品質이 다소 개량되었고 특히 밥맛이 현저하게 좋아졌다 (표 1).

표1. 統一型 및 자포니카 品種의 주요 미질특성 개량 성과

구분	품종명	육성 년도	현 미 (mm)				心腹白	糊化 溫度	아밀로 스(%)	단백질 (%)	食味
			길이	너비	두께	長/幅比					
統一型	統一	1971	5.54	2.62	1.93	2.24	0/5	中低	23.3	8.7	中
	密陽23號	1976	6.15	2.55	1.97	2.41	1/0	"	19.1	7.9	中上
	三剛벼	1982	5.51	2.48	1.88	2.22	1/2	"	17.4	7.6	中上
	中原벼	1984	5.10	2.68	1.79	1.90	1/1	"	16.7	7.8	上
	平均		5.57	2.58	1.89	2.19	-	-	19.1	8.0	
자포 니카	豊玉	1936	5.16	2.91	2.06	1.77	1/1	低	18.2	7.6	中上
	振興	1962	4.88	2.58	2.18	1.89	1/1	"	19.8	7.7	中上
	東津벼	1981	5.05	2.94	2.00	1.72	0/1	"	18.0	7.3	上
	一品벼	1990	4.96	2.71	2.07	1.83	0/1	"	18.9	6.7	極上
	平均		5.01	2.78	2.07	1.80	-	-	18.8	7.3	

또한 최근에는 쌀 식품의 고급화 및 다양화를 위하여 특수미 품종들이 다수 개발 보급되었다. 현미천립종이 35g인 대립벼 1호, 심백미인 양조용품종 양조벼, 구수한 밥냄새가 진한 향미벼1호 및 2호와 향남벼, 향미찰벼인 아랑향찰벼, 흑자색미인 흑진주벼 및 흑남벼 등이 그것이다(표 2).

표 2. 최근 개발 보급된 特殊 用途米 品種

품종명	육성 년도	출수기 (월일)	간장 (cm)	쌀수량 (kg/10a)	천립중 (g)	현 미 장폭비	심복백 (0-9)	종피색	향취성 (0-9)	아밀로 스함량( %)
大粒벼1호	'93	8.15	88	445	34.8	1.94	1/0	황백	0	19.5
香米벼1호	'93	8.15	72	493	20.6	2.46	1/1	황백	5	18.3
香南벼	'95	8.11	82	503	21.3	1.81	0/0	황백	3	17.7
香米벼2호	'96	8. 4	77	614	22.8	2.44	1/2	황백	3	19.0
釀造벼	'94	8.14	71	511	25.4	1.78	7/0	황백	0	20.2
아랑향찰벼	'97	8.13	88	537	20.5	1.90	찰	황백	3	0
黑珍珠벼	'97	7.25	80	405	17.0	2.22	-	흑자	1	15.1
黑南벼	'97	8.13	73	497	23.5	2.14	-	흑자	1	16.7

#### 4. 米質改良 育種의 今後展望

米質은 用途에 따라 米粒의 形態나 理化學的 特性에서 多樣한 變이를 要求하게 되며 쌀 食品의 加工性이나 嗜好性이 어떤 단순한 유전적 特性에만 좌우되는 것이 아니라 많은 量的인 유전요소가 關여되고 있기 때문에 재배환경과 품종간 상호작용이 커서 육종적 인 改良이 그리 쉽지 않다.

炊飯用 양질미에서 要求되는 미질특성은 우선 市場性面에서 心腹白이 없이 맑고 등글 며 매우 열은 황색이 도는 투명함과 윤기가 있고 搗精率과 完全米率이 높으며 식미가 양호한 것이다. 또한 영양적인 면에서 단백질 함량이나 필수아미노산, 비타민류나 생리활성 미량요소 등을 食味에 크게 影響을 미치지 않는 범위에서 되도록 높게 유지하는 것이 바람직하지만 이는 도정시에 胚芽 附着率이 높은 특성을 지닌 품종을 개발하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

炊飯用 良食味 品種은 현재 食味가 양호한 一品벼나 周安벼 등이 지닌 食味特性을 그대로 維持하면서 熟色을 改良하고 登熟率을 向上시키며 搗精收率을 높이는 방향으로 개선시켜 나가야 한다. 또한 우리 在來種중에서 새로운 良食味源 品種을 發掘하여 이용하고 기존 良食味 品種에서 人爲的 突然變異의 誘起나 澱粉構造를 變경시킬 수 있는 異種遺傳

자를 도입시키는 生物工學的 방법을 적용하여 아밀로펙틴의 구조를 변화시키면서 低 아밀로스 低 蛋白 低 糊化溫度 方向으로 選拔해 간다면 앞으로 더욱 한 단계 改善된 良食 味 品種 開發이 가능해 질 것이다.

加工用 特殊米는 그 用途에 따라 쌀의 형태나 이화학적 특성을 달리하여 加工適性 方向으로 개발하여야 한다. 따라서 食品의 종류에 따라 良質인 方向의 加工適性和 관련이 깊은 米質特性을 먼저 究明해 두지 않으면 所期의 育種的 成果를 얻기가 어렵다. 현재까지 부분적으로 연구 검토한 결과에 따라 釀造米는 약간 大粒이면서 心白이 많은 쌀이 쌀 누룩용으로 적당한 것으로 알려져 있어서 그 方向이 품종 개발이 되었고 또한 진행중에 있다. 찰쌀이나 저 아밀로스 粳안뭉쌀은 또 다른 면에서의 양조용이나 식혜용으로 활용될 수 있을 것으로 전망된다. 튀김과자용은 低 아밀로스 大粒米나 찰쌀 및 低 아밀로스 粳안뭉쌀 등이 개발 보급될 예정이며 쌀국수용은 中高아밀로스이면서 糊凝集性이 軟質인 品種개발이 추진되고 있다.

香米는 炊飯의 식미 증진용이나 식혜용과 과자, 빵, 크림 등의 드레싱용으로 계속 발전시키며 有色米는 赤褐色에서 黑紫色에 이르는 다양한 개발로 여러 가지 쌀 식품의 천연 색소원으로 활용할 수 있도록 할 것이며 고급화장품, 아이스크림이나 의약품 코팅 첨가 색소로 활용하는 길도 모색하고 있다.

또한 健康 機能性 쌀을 개발하는 연구도 추진되고 있는데 예를 들면 아토피성 피부염의 원인 단백질이 제거된 저알레르겐 쌀이라든지, 黃(S) 含有 필수아미노산함량이나 라이신함량 등이 높은 特殊米나 신장병 환자에게 적당한 低 蛋白米이라든지, 현미밥용으로 食味가 양호한 低 아밀로스 粳안뭉쌀이나 乳白米, 비타민이나 생리활성물질이 풍부한 巨大 胚芽米 등 실로 다양하다.

앞으로 이와 같은 다양한 쌀이 개발 보급되면 우리 쌀 食品의 고급화는 물론 쌀품질의 국제 경쟁력을 한 층 드높이는 결과를 얻게 될 것이다.

## 5. 結 論

韓國 벼 育種史上 쌀 品質 改良을 위한 育種的 努力을 크게 기울였던 時期가 바로 1970~'80년대에 추진되었던 統一型 品種의 米質 改善 研究였으며 짧은 기간동안 가장 두드러진 育種的 成果를 거두었다. 主穀 自給達成이라는 綠色革命을 일으키고 1990년대에 그 자취를 감추었던 統一型 多收性 品種의 공백을 자포니카 多收性 品種들이 메꾸어 주어서 그후 꾸준히 쌀 自給 生産이 지속되었고 生活水準이 향상되면서 良質米에 대한 需要가 급속히 증대되었다.

이에 1980~'90년대에는 자포니카 多收性 品種의 米質 改善에 힘을 크게 기울이게 되



있고 食味 向上을 위한 육종연구와 效率的 評價技術 開發 研究에 박차를 가하게 되었으며 그동안 많은 研究 成果를 올리게 되었다.

WTO체제가 출범하고 쌀의 수입개방 압력이 차츰 증대되면서 우리의 벼 육종도 국제 경쟁력 강화를 위한 국산 쌀의 품질 향상과 省力 및 生産費 節減 研究에 주로 힘을 기울이고 있다. 이제 다가오는 21세기에 우리 쌀이 살아 남기 위해서는 쌀 품질의 고급화와 用途 多樣化 開發을 위한 육종적인 연구에 우선적으로 힘을 기울여야 한다. 그러기 위해서는 벼 育種家들의 노력만으로는 소기의 성과를 올리기 어렵고 쌀 品質 및 加工 適性 向上을 위한 관련 餘他 研究分野의 協力이 함께 隨伴되지 않으면 안된다.

### 參考文獻

1. Cagampang, G.B., C.M. Perez and B.O. Juliano. 1973. J. Sci. Food Agric. 24 : 1589-1594.
2. 竹生新治郎. 1987. 米の食味. 全國米穀協會. 東京. 79p
3. 崔海椿, 李鍾燮, 池定鉉. 1989. 作試 試驗研究報告書 (水稻編) : 334-354.
4. 崔海椿, 池定鉉, 李鍾燮. 1990. 作試 試驗研究報告書 (水稻編) : 365-393.
5. 최해춘. 1990. 쌀 이용도 증진을 위한 육종전략. 연구와 지도 31(3) : 23-28.
6. 최해춘, 조수연, 김광호. 1990. 韓國作物學會誌 35(5) : 379-386.
7. Choi, H.C., Y.H. Son and S.Y. Cho. 1993. Korean J. Crop Sci. 38(1) : 66-71.
8. 崔海椿, 池定鉉, 李鍾燮, 金榮培, 趙守衍. 1994. 韓國作物學會誌 39(1) : 27-37.
9. -----, -----, -----, -----, ----- . 1994. 韓國作物學會誌 39(1) : 15-26.
10. Choi, H.C., H.C. Hong and B.H. Nahm. 1997, Korean J. Breeding 29(1) : 15-27.
11. Juliano, B.O. 1971. Cereal Sci. Today 16 : 334-340.

12. Juliano, B.O. 1979. Proceedings of the workshop on chemical aspect of rice grain quality. IRRI. Philippines.
13. Juliano, B.O. 1985. Rice Chemistry and Technology. AACC. 774p.
14. 金光鎬, 崔海椿. 1990. '90 輸入開放對策 45 : 85-94. 農振廳 作物試驗場
15. 金光鎬, 趙守衍, 文憲八, 崔海椿. 1994. 韓國育種學會誌 26(別) : 1-15.
16. 農村振興廳. 1993~1997. 主要 農作物 種子協議會 結果.
17. 姜美伶, 崔海椿. 1993. 韓國作物學會誌 38(6) : 413-523.
18. 吳世寬, 崔海椿, 文憲八. 1995. 農業論文集('94 博士後 研修過程) 37:85-96.
19. 朴來敬 等. 1994. 作物 品質改良 育種. 農村振興廳. 537p.