

## 연구과제 최종보고서

과 제 명	벼 품위판정기(제현율 자동판정기, 피해립 등 품위계측 기기)활용 검사계측화 실현					
총연구기간	2018년 1월 ~ 2018년 12월	당해연도 연구기간	2018년 1월 ~ 2018년 12월			
수행부서/ 세부수행부서	시험연구소 품질조사과 (자체)	연구 책임자	구분	직위	성명	
			정	과장	김재곤	
			부	주무관	이민희	
		참여 연구원	직위		성명	
			팀장		박영준	
			주무관		이혜진	
			주무관		박상희	
			주무관		이상신	
			주무관		윤용식	
주무관		김지원				
참여부서						
사업구분	단년도 (√) 다년도 ( )	총 ( 1 )개년 중 ( 1 )차 연도				
연구결과 요약	<p>○ 벼 품위자동판정기 지원보급</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 벼 품위자동판정기 5개 지원(충남, 전북, 전남, 경북, 경남)보급 완료</li><li>- 개선된 골 타공망체 해당지원 교체 진행 중</li><li>- 지원별 보급된 벼 품위자동판정기 활용에 따른 정도관리시료 제작배부 완료</li></ul> <p>○ 곡립판별기의 계측과 육안계측의 육안계측 정확성 조사</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 시중유통 쌀을 통한 국내산 쌀 검량선 작성완료</li><li>- 국내산 현미 검량선 작성 중</li><li>- 수입산 쌀, 현미 검량선 작성 중</li></ul> <p>○ 곡립판별기 지원 및 사무소 보급</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 곡립판별기 8개 지원 및 사무소 25/대 보급완료</li></ul> <p>○ 벼 품위자동판정기는 검사장비로 현장적용 가능</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 입선별기 체의 방식이 1.6mm 골타공망체로 운영되어야 함</li></ul> <p>○ 곡립판별기는 검사보조장비로서 현장적용 가능</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 국내산 쌀 검량선으로 현장에서 운영되어야 함</li></ul>					

## 벼 품위자동판정기를 활용 검사 계측화 실현

### 1. 연구배경 및 목표

#### 가. 연구배경

농산물 검사업무는 100여년의 역사를 지닌 우리원의 고유 업무로 정부양곡 관리를 비롯하여 벼 및 쌀의 검사·표준 규격 설정을 위해 매년 자료 조사하여 축적하고 있다. 쌀은 정부에서 관리하는 검사규격과 시중에 유통되는 표준규격으로 나누어 관리되었으나 일원화하여 쌀 품질 고급화를 위해 계속 노력하고 있다.

공공비축매입 벼 검사는 검사원의 숙련된 검사로 벼의 형질뿐만 아니라 외형적 특성을 주관적으로 판단하였으나, 검사 판정에 이의를 제기하는 경우가 발생하여 검사의 신뢰성이 저하되는 사례가 발생되고, 대다수의 검사 인력의 세대교체로 인해 2016년부터는 검사의 신뢰성 확보 및 정확한 검사를 위해 검사 순서를 개정하여 현장에서 제현율을 직접 검사할 수 있도록 휴대용 제현기 보급으로 벼의 형질과 제현율을 검사함으로써 육안 검사 위주의 방식에서 기기 계측 검사를 병행하도록 하고 있다. 또한, 2018년에는 지원에 제현율자동판정기(SY-95-PC+PAE5) 보급으로 제현율을 자동으로 측정할 수 있으나, 제현율자동판정기(SY-95-PC+PAE5)의 체에 따라 제현율의 차이가 발생될 수 있어 기존방법과 체별 비교시험을 통하여 가장 근접한 체를 선정할 필요가 있다.

고품질 쌀 생산과 소비자 알권리 충족을 위해 양곡관리법('13.10.2)의 양곡의 표시사항 및 표시방법이 특, 상, 보통, 미검사로 표시되다가 양곡관리법 시행규칙 개정('16.10.13)으로 등급표시에 미검사 표시 전면 금지되면서 쌀의 품위검사에서 육안검사는 시간과 인력이 많이 소요되는 등 문제가 발생됨에 따라 정확하며 정밀한 과학적인 계측장비 개발이 시급하다.

#### 나. 연구목표

- 1) 제현율자동판정기(SY-95-PC+PAE5)의 체별 비교시험을 통해 기존방식과의 정확도 검증하여 가장 근접한 체 선정
- 2) 곡립판별기의 쌀의 주요항목(분상질립, 피해립, 찌라기)별로 육안검사와의 정확도 검증하여 현장에서 활용 가능여부 검토

## 2. 시료수집 및 시험방법

### 가. 제현율 측정

1) 시료수집: 2017년산 공공비축매입 벼(75점/점당 3kg)

시도	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	계
점수	9	10	10	10	10	10	8	8	75

\* 품종: 삼광, 대안, 윤광, 오대, 대보, 새누리, 신동진, 일품, 새일미, 품종혼합

### 2) 시험방법

#### ① 측정장비

- 제현기(SY-88), 1.6mm 출체, 사동기, 전자저울, 제현율자동판정기(SY-95-PC+PAE5), 체(타공망(1.6mm, 1.7), 골타공망(1.6mm))

#### ② 측정 절차

- (수동) 벼(150g) → 제현(SY-88) → 설미분리(1.6mm체, 사동기) → 제현율 산출



$$* \text{제현율}(\%) = \frac{\text{활선헌미}(g) + \text{채위사미무게}(g)}{\text{공시무게}(g)} \times 100$$

- (자동) 시료(100g) → 자동 제현기(SY-95-PC+PAE5) → 자동제현율 산출

#### ③ 자동 제현기(SY-95-PC+PAE5) 기기 조건

공정(장비명)	조 건	공정 내용
정선 (정선기)	· 탈망(4.0mm)	- 벼에서 벧짚, 돌, 금속 등 선별
제현(제현기)	- 고무롤러 방식(2회반복) · 롤러간격: 0.1mm · 탈부율 99%이상	- 벼에서 왕겨를 벗겨냄
설미분리 (입선별기)	- 타공망(1.6mm, 1.7mm)/ 골타공망(1.6mm) · 회전수: 25회/1분	- 현미에서 설미 선별
연속시험	- 3분 간격	
제현율 산출	- 자동	

- 타공망체(1.6mm, 1.7), 골타공망체(1.6mm)

타공망체		골타공망체(1.6mm)
1.6mm	1.7mm	
		

### 2) 쌀 품위

가) 시료수집: 시중유통 쌀(52점)

시도	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	계
점수	6	10	6	6	6	6	6	6	52

### 나) 시험방법

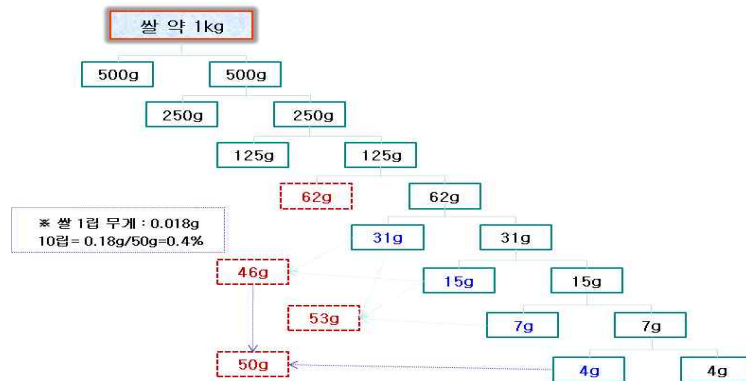
#### ① 측정장비 및 기준시료 작성

- 장비: 품위 감정대(UBS-TB8), 균분기(YU-D-2S), 사동기( 00), 곡립판별기(RGQI90A, SATAKE)
- 쌀의 품위계측 주요항목별 기준

항목	용어정의	관련자료
싸라기	· KS A 5101(금속망체) 중 호칭치수 1.7mm의 금속망체로 쳐서 체위에 남는 것 중 완전 낱알 평균 길이 3/4미만의 깨진 낱알 * 낱알의 평균길이는 완전립 30립 길이를 측정한 평균 길이.	* 쌀 검사(품위) 기준 원색도감
분상질립	· 체적의 1/2이상인 분상질 상태인 낱알	
피해립	· 오염된립 · 병해립 · 충해립 · 발아립 · 생리장해립, 적조 및 흑조가 낱알 길이의 1/4이상 부착된 것을 말한다. 다만, 피해가 쌀의 품질에 영향을 미치지 아니할 정도의 경미한 것은 제외한다.	

## ② 샘플채취

- 그림과 같이 시중 유통쌀(10kg) 수집하여 KS A 5101(금속망체) 중 호칭치수 1.7mm 처서 이물을 선별 후 1kg 샘플하여 품위 측정용은 다음 절차를 통하여 50g채취.



## ③ 측정 절차

- (수동) 쌀(1kg) → 축분(YU-D-2S) → 시료(50g) → 육안 계측 → 주요항목별 산출
- 항목별 계측 순서: 분상질립 → 피해립 → 싸라기

\* 산출식: 분상질립, 피해립, 싸라기 혼입율(%) =  $\frac{\text{검정대상 항목의 검출치}(g)}{\text{공시무게}(g)} \times 100$

- (자동) 쌀(1kg) → 축분(YU-D-2S) → 시료(50g) → 곡립판별기(RGQI90A, SATAKE) → 자동계산

\* 곡립판별기(RGQI90A, SATAKE) 측정원리

- 촬영방식: 컬러 CMOS 리니어(200만화소) 이미지 센서
- 측정방식: 고속 화상 처리에 의한 측정+고성능판별 알고리즘
- 표준시료(쌀) 표면, 뒷면, 측면을 촬영하여 항목별로 인식



## 2) 연구 내용

### 가) 제현율 측정방법 개선

- 자동 제현기의 체별\* 제현율 재현성
- 기존 검사방법과 자동제현기의 제현율 정확성 비교 분석

\* 체별: 타공망체(1.6, 1.7mm), 골타공망체(1.6mm)

### 나) 쌀 품위계측 방법 개선

- 곡립판별기의 쌀 품위 주요항목별 재현성
- 기존 검사방법과 곡립판별기의 항목별 정확성 비교 분석

## 3. 시험결과

### 가. 재현성

#### 1) 제현율 자동판정기(SY-95-PC+PAE5)

체별 재현성은 Table 1과 같이 (타공망) 1.6mm, 1.7mm 평균 제현율이 83.3%, 82.8%와 표준편차는 0.04%, 0.11%로 제현율 차가 0.5%로 조사되었으며, 타공망체 1.6mm는 제현율이 83.1%로 동일체 규격인 타공망체 1.6mm의 제현율 차는 0.2%로였으며, 1.7mm체인 경우 0.3%차이가 있었음

체 종류별 · 규격별 재현성 조사결과 모든 체가 표준편차가 0.04~0.11%로 반복간 재현성은 편차가 거의 없는 것으로 나타남.

[Table 1]

		<단위: %>				
체 별		1회	2회	3회	평균	표준편차
타공망	1.6mm	83.3	83.4	83.3	83.3	0.04
	1.7mm	82.8	83.0	82.7	82.8	0.11
골타공망	1.6mm	83.0	83.1	83.1	83.1	0.04

#### 2) 곡립판별기(RGQI90A, SATAKE)

시중 유통되는 쌀을 대상으로 주요 항목별(싸라기, 분상질립, 피해립)로 검사

기준 시료에 대한 검량식을 작성하여 동일 시료를 3회 반복한 시험한 결과 Table 2 같이 나타났으며, 주요항목별 표준편차는 0.05~0.09%로 반복간 재현성은 편차가 거의 없는 것으로 나타남.

[Table 2]

<단위: %>					
항목별	1회	2회	3회	평균	표준편차
짜라기	1.0	0.8	1.0	0.9	0.09
피해립	1.1	1.2	1.2	1.2	0.05
분상질립	0.0	0.2	0.1	0.1	0.08

나. 제현율

1) 등급별 제현율 시험

벼를 제현기(SY-88)기를 이용하여 왕겨 탈부 후 체(1.6mm)로 쳐서 체위에 남아 있는 현미량을 산출하고 제현율자동제현기(SY-95-PC+PAE5)는 자동으로 정선 및 제현하여 타공망체(1.6mm, 1.7mm), 골타공망체(1.6mm)를 이용하여 제현율을 자동으로 산출한 결과를 비교하였다.

제현율 평균 차는 골타공망체(1.6mm) > 타공망체(1.7mm) > 타공망체(1.6mm) 순으로 나타났으며 상관관계는 골타공망체(1.6mm)가 기존방법과 가장 높은 상관이 있다는 것을 볼 수 있다.

<단위: %>

구분	기존 방법	타공망체				골타공망 1.6mm(D)	A-D
		1.6mm(B)	A-B	1.7mm(C)	A-C		
평 균	83.33	83.73	0.40	83.29	0.04	83.43	0.10
표준편차	0.70	0.52	0.42	0.68	0.24	0.64	0.10
상관계수		0.63		0.80		0.99	

등급별 제현율의 차는 특등은 타공망 1.7mm체 0.04%, 1등, 2등은 타공망 1.6mm체가 각각 0.08%, 0.23%으로 낮았으며, 표준편차는 특등 0.04-0.10%로 차이가 나지 않았으나, 1등과 2등은 각각 0.08~0.78%, 0.23~2.30 차이 높게 나타났고 등급별 · 체별 순위를 보면 다음과 같음

- (특등) 타공망 1.7mm체 > 골타공망 1.6mm > 타공망 1.6mm
- (1등) 골타공망 1.6mm체 > 타공망 1.6mm > 타공망 1.7mm
- (2등) 골타공망 1.6mm체 > 타공망 1.6mm > 타공망 1.6mm

<단위: %>

구분	등급	기존 방법	타공망체				골타공망 1.6mm(D)	A-D
			1.6mm(B)	A-B	1.7mm(C)	A-C		
제현율	특등	83.33	83.73	△0.40	83.29	0.04	83.43	△0.10
	1등	82.38	83.01	△0.63	81.60	0.78	82.46	0.08
	2등	78.12	80.18	△2.06	75.82	2.30	78.35	△0.23

2) 기존 방법과 체별 간의 결과분석

가) 기존방법과 1.6mm 타공망체 간의 비교

두 집단의 등분산 여부 확인(var.test) 결과 F값 1.8981로 자유도39,39(기준은 40,40)인 1.69를 넘어 귀무가설(두 집단의 분산은 같다)을 기각, 두 집단의 분산이 다른 두 집단의 분산이 달라, Welch Two Sample t-test를 진행 t 값 -2.116으로 자유도 71.166(무한대)인 1.960을 넘어 귀무가설(두 집단의 평균은 같다)을 기각하여, 대립가설인 ‘**두 집단의 평균은 같지 않다**’ 로 나타남

나) 기존 방법과 1.7mm 타공망체 간의 비교

두 집단의 등분산 여부 확인(var.test) 결과 F값 0.55024로 자유도 39,39 (기준은 40,40)인 1.69를 넘지 못해 귀무가설(두 집단의 분산은 같다)을 기각하지 못함. 그러므로 두 집단의 분산은 같음. 두 집단의 분산이 같으므로 Two Sample t-test를 진행 t 값 1.6697으로 자유도 71.166(무한대)인 1.960을 넘지 못해 귀무가설(두 집단의 평균은 같다)을 기각하지 못함. 즉 ‘**두 집단의 평균은 같다**’ 로 나타남

다) 기존 방법과 1.6mm 골타공망체 간의 비교

두 집단의 등분산 여부 확인(var.test) 결과 F값 1.0631로 자유도39,39(기준은 40,40)인 1.69를 넘지 못해 귀무가설(두 집단의 분산은 같다)을 기각하지 못함. 그러므로 두 집단의 분산은 같음. 두 집단의 분산이 같으므로 Two

Sample t-test를 진행 t 값 -0.24634으로 자유도 71.166(무한대)인 1.960을 넘지 못해 귀무가설(두 집단의 평균은 같다)을 기각하지 못함. 즉 **‘두 집단의 평균은 같다’**로 나타남

다. 쌀 주요항목별 품위

기존의 육안검사는 시료(50g)를 검사원을 통하여 분상질립→피해립→싸라기 순으로 선별하여 중량 계량 후 산출한 값과 곡립판별기((RGQI90A, SATAKE)를 이용하여 주요항목별로 표준시료를 작성하여 육안검사와 동일한 시료를 낱알 촬영 후 주요항목별로 자동 산출한 값과 비교하였다

1) 분상질립

기존의 육안검사와 곡립판별기((RGQI90A, SATAKE)를 이용하여 주요항목별로 편차가 평균 0.10%로 나타났으며, 지역별로는 강원>경남>전남>충북>전북, 경기 순으로 나타났으며 상관관계는 0.9474로 나타남

자유도 40,40을 기준으로 하면 기각역 1.69. F값이 0.025116로 귀무가설(두 집단의 분산은 같다)을 기각하지 못함. 즉 육안과 기기 측정값의 분산은 서로 다르지 않음 t test 결과, 자유도 무한대 기각역 값 1.96을 t=-3.3791값으로 넘어 기각, 귀무가설(두 집단의 평균은 같다)을 기각하고, 대립가설(두 집단의 평균이 다르다)을 채택. 그러므로 **‘두 집단의 평균의 차이가 있다’**로 나타남

<단위: %>

구분	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	평균	표준편차	상관관계(R)
육안*(A)	0.40	0.91	0.35	0.10	0.30	0.65	0.25	0.57	0.48	0.50	0.9474
기기**(B)	0.42	1.12	0.50	0.03	0.37	0.82	0.27	0.75	0.58	0.65	
A-B	0.02	0.21	0.15	0.07	0.07	0.17	0.02	0.18	0.10	0.15	

\* 육안: 검사원이 직접 품위 검사한 값

\*\* 기기: 곡립판별기((RGQI90A, SATAKE)기를 이용하여 검사한 값

2) 피해립

주요항목별로 편차가 평균 0.02%로 나타났으며, 지역별로는 경남(0.10)>경기(0.08)>충남, 전남(0.07)>강원, 충북, 경북(0.03)>전북(0.02) 순으로 나타났으며, 상관관계는 0.9493로 나타남

자유도 40,40을 기준으로 하면 기각역 1.69. F값이 1.095로 귀무가설(두 집단의 분산은 같다)을 기각하지 못함. 즉 육안과 기기 측정값의 분산은 서로 다르지 않음 t test 결과, 자유도 무한대 기각역 값 1.96을 t=0.39649 넘지 못함, 귀무가설(두 집단의 평균은 같다)을 기각하지 못하여 **‘두 집단의 평균의 차이가 없다’**로 나타남

<단위: %>

구분	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	평균	표준편차	상관관계
육안(A)	0.87	0.97	0.87	0.10	0.58	0.40	0.52	0.33	0.61	0.54	0.9493
기기(B)	0.78	1.00	0.90	0.17	0.57	0.47	0.48	0.43	0.63	0.52	
A-B	0.08	0.03	0.03	0.07	0.02	0.07	0.03	0.10	0.02		

3) 싸라기

주요항목별로 편차가 평균 0.03%로 나타났으며, 지역별로는 강원(0.13)>경기, 전남(0.08)>충남(0.07)>충북, 경남(0.03)>전북, 경북(0.00) 순으로 나타났으며, 상관관계는 0.9947로 나타남

자유도 40,40을 기준으로 하면 기각역 1.69. F값이 1.0849로 귀무가설(두 집단의 분산은 같다)을 기각하지 못함. 즉 싸라기 육안과 기기 측정값의 분산은 서로 다르지 않음 t test 결과, 자유도 무한대 1.96의 기각역 값을 t=0.25283값이 넘지 못하여, 귀무가설(두 집단의 평균은 같다)을 기각하지 못함. 그러므로 **‘두 집단의 평균의 차이는 없다’**로 나타남

<단위: %>

구분	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	평균	표준편차	상관관계
육안(A)	3.10	3.62	2.87	2.57	3.25	3.70	2.90	2.63	3.12	1.83	0.9947
기기(B)	3.02	3.75	2.90	2.63	3.25	3.78	2.90	2.60	3.15	1.78	
A-B	0.08	0.13	0.03	0.07	0.00	0.08	0.00	0.03	0.03		

## 4. 고찰

### 가. 체별 제현율

본시험은 2017년산 벼를 검사기준에 따라 제현율을 자동으로 측정할 수 있는 제현율자동제현기(SY-95-PC+PAE5)의 체별 제현성 시험과 동일한 시료로 기존방법과 제현율자동제현기(SY-95-PC+PAE5)의 체별 제현율을 측정하여 결과를 비교하였다. 이에 체별 제현성 시험의 표준편차는 0.04~0.11로 차이가 없었으며, 기존방법과 제현율의 평균의 차이는 1.6mm 타공망체 0.40% 가장 높게 나타났다. 1.6mm 골타공망체 0.10%, 1.7mm 타공망체 0.04% 순으로 차이가 적게 나타났다. 이를 체별 Sample t-test를 한 결과는 1.6mm 골타공망체, 1.7mm 타공망체 모두 기존방법과 평균값이 같다는 결과였으며, 1.6mm 타공망체는 기존방법과 평균값이 다르다는 결과로 제현율을 자동 측정방법으로는 1.6mm 골타공망체와 1.7mm타공망체를 활용 가능할 것으로 판단된다. 그리고 1.6mm 타공망체의 활용은 체의 회전수 및 체눈의 간격 등 추후 검토하여 적용·활용 가능하도록 방법 개선이 필요하다는 점을 제안한다.

### 나. 쌀 주요항목별 비교 분석

시중유통쌀 지역별로 수집하여 쌀 품위 주요항목별(분상질립, 피해립, 싸라기)로 기준시료를 작성하여 품위자동 측정기에 정보를 입력하여 기기의 제현성 시험과 육안방법과 품위자동측정기 측정값 비교시험을 진행하였다.

항목별 동일한 시료를 3반복하여 시험한 결과 제현성의 표준편차는 0.05~0.09%로 차이가 없어 반복간의 차이가 나지 않은 것으로 나타났으며, 육안검사와 곡립판별기로 측정한 결과로는 분상질립이 0.15%로 차가 많이 났으며, 피해립과 싸라기는 결과값의 차가 0.02%, 0.03%로 적게 나타났다. t test 결과, 평균의 차이에 대해서는 분상질립이 차이가 있었고, 피해립과 싸라기는 차이가 없는 것으로 나타났다. 본 장비는 육안검사와 주요항목별로 분상질립, 피해립, 싸라기율의 차이가 비슷하여 검사장비로 활용하기는 보다는 쌀의 품위검정 모니터링 장비로 활용할 것을 제안한다. 주요항목 중 분상질립에 대해서는 더 많은 데이터를 축적하여 육안검사와 기기간의 교차 확인에 대해 추후 검토 등이 필요하다.

## 5. 기대성과 및 활용방안

### 가. 기대성과

- 1) 농업인 편의 증진 및 과학적 계측검사를 통한 검사 공정성 확보 및 검사 업무의 효율성 극대화
- 2) 계측 검사를 통한 농산물 검사 정확도 향상으로 농업인 및 소비자 만족도 제고
- 3) 객관적이고 신속·정확한 농산물 검사를 통한 기관 위상 제고
- 4) 양곡관리법 시행규칙 개정('16.10.13)에 따라 등급표시에 미검사 표시 전면 금지되면서 소비자의 알권리 보장 및 유통질서 확립

### 나. 활용방안

- 1) 제현율자동판정기는 검사장비로 현장적용 가능
- 2) 곡립판별기는 검사보조장비로서 현장적용 가능

## 6. 참고문헌

- 소형장비에 의한 미곡 도정수율 시험(시험연구소 품질조사과)
- 쌀 품위자동판정기 활용가능성 시험(시험연구소 품질조사과)