

# 벼 검사등급 항목 개선 및 쌀 품질 표시 방안 연구

## 연구과제 최종보고서

과 제 명	벼 검사등급 항목 개선 및 쌀 품질 표시 방안 연구					
총연구기간	2018년 1월 ~ 2018년 12월		당해연도 연구기간	2018년 1월 ~ 2018년 12월		
수행부서/ 세부수행부서	시험연구소/ 품질조사과 (자체)	연구 책임자	구분	직위(급)	성명	
			정	과장	김재곤	
			부	주무관	이혜진	
		참여 연구원	직위(급)		성명	
			팀장		박영준	
			주무관		이상신	
			주무관		윤용식	
			주무관		박상희	
			주무관		이민휘	
주무관		김지원				
참여부서						
사업구분	단년도 (√) 다년도 ( )		총 ( 1 )개년 중 ( 1 )차 연도			
연구결과 요약	<p>○ 소비자가 요구하는 밥맛 관련 벼 및 쌀의 품위·등급 기준 마련을 위해 벼의 금간난알과 찌라기의 상관관계, 쌀의 무기 성분 함량과 밥맛의 상관관계를 조사</p> <p>○ 벼 검사항목별 등급 분포 정도는 제현율과 피해립 두 항목만으로도 전체 항목 등급 분포와 유사하게 나타났으며, 착색립, 이종곡립, 이물은 등급에 영향이 거의 없었음</p> <p>○ 현미의 금간난알(2줄)과 쌀 찌라기 함량은 양(+의 강한 상관성이 있음</p> <p>○ 쌀 등급별 무기성분(Mg, K) 함량은 특, 상, 보통 순으로 Mg/K비가 높은 경향이 있었으나, Mg/K비와 식미치는 상관관계가 거의 없었음</p>					

## 1. 연구배경 및 목표

### 가. 연구배경

농산물 검사업무는 100여년의 역사를 지닌 우리 원의 중심적인 영역으로 유지되어 오고 있으며 정부 관리 양곡은 군·관수용, 학교급식용, 사회복지용, 가공식품용 등 다양한 용도로 공급되고 있다. 또한 정부는 질 좋은 먹거리를 추구하는 소비패턴의 변화를 반영하여 쌀 품질 고급화를 위한 T/F를 운영하는 등 고급질의 정부 양곡 제공을 위해 노력하고 있다.

우리 원에서는 쌀 품질 고급화를 위한 한 방안으로 2016년 검사 신뢰도 확보를 위해 벼 품위 계측 방법을 벼를 제현하여 현미 상태로 보도록 개정하였으며 휴대용 제현기, 곡립판별기 등을 보급하여 육안 검사 위주의 방식에서 과학적인 기기 계측 검사를 병행·정착하도록 하고 있다.

하지만 과학적인 검사 장비 보급이 미미한 상황이어서 공공비축 매입벼 검사 현장에서는 피해립 등 품위 검정시 여전히 육안계측에 의존하고 있고 쌀 품질 고급화 요구에 부응하는 벼 및 쌀 품위검사 항목이 과거에 머무르고 있는 실정인어서 현장 여건에 맞는 벼 검사 방법 및 항목 개선이 필요하다. 또한 밥맛을 포함한 쌀 품질 표시 사항을 제시하여 양질미의 유통기반 구축에 따른 소비자의 선택권을 보장할 필요가 있다.

### 나. 연구 목표

쌀 품질 고급화 요구에 부응한 벼 및 쌀 검사 항목 개발을 위하여 벼 검사 항목이 품위에 미치는 영향을 분석하여 현행 품위 검사규격의 개선 방안을 마련하고, 쌀의 무기성분(Mg/K) 등 객관적인 미질 관련 형질 구명 및 지표 개발로 식미와의 연관성을 분석한 품질 표시를 통해 소비자가 양질미를 선택할 수 있도록 하고자 한다.

## 2. 연구내용 및 방법

### 가. 연구 내용

#### ☐ 벼 품위검사 항목이 등급에 미치는 영향 파악

- 품위 검사규격에 따른 검사 실시하여 등급 결정 항목의 실효성 검토
- 조사항목 및 방법
  - 「농산물 검사·감정방법 및 절차 등에 관한 규정(고시 제2018-33호)」에 따라 검사항목(제현율, 피해립, 착색립, 이물, 금간난알, 싸라기 등) 계측
  - 검사항목과 등급 간 상호 연관성 비교

#### ☐ 쌀의 무기성분과 등급 및 식미와의 상관성 조사

- 밥맛에 영향을 미치는 마그네슘(Mg)·칼륨(K) 함량비에 대한 모니터링 조사
- 조사방법
  - 시료 1g을 microwave 분해법을 이용하여 전처리 함
  - 표준원액(AccuStandard) 100 $\mu$ g/ml 을 5% 질산으로 희석하여 검량선 농도 범위를 1, 5, 10, 15mg/kg으로 4 point 단계별로 검량선을 작성
  - 분석방법은 유도결합플라즈마(ICP)법을 이용하여 Mg·K 분석
  - Mg·K와 등급, 식미와의 상관성 조사

### 나. 연구 방법

#### ☐ 벼 품위검사 항목이 등급에 미치는 영향 파악

- 1) 실험 재료: 2017년산 공공비축 매입 벼 100점(1kg/점)

지역	계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
점수	100	10	9	10	14	14	17	13	13

- 2) 시료 조제

「농산물 검사·감정방법 및 절차 등에 관한 규정(고시 제2018-33호)」의 시료 축분 방법에 따라 시료 균분기를 사용해 소정의 양이 될 때까지 균분하였다.

시료 균분기는 곡립용 균분기로, 시료를 양적 및 질적으로 등분하는 것이 가능하며 1kg의 시료를 2~3g 차이로 양분할 수 있는 성능이 매우 좋은 기구이다.

본 연구에서는 벼를 제현 하여 현미 상태로 보기 위해 제현기(SY88-TH, 쌍용)를 이용하였으며, 현미의 금간난알이 쌀의 싸라기에 미치는 영향을 파악하기 위해 300g의 현미를 정미기(JP/VP-32T, KETT)로 도정하여 백미(쌀)로 가공하여 본 실험재료로 사용하였다.

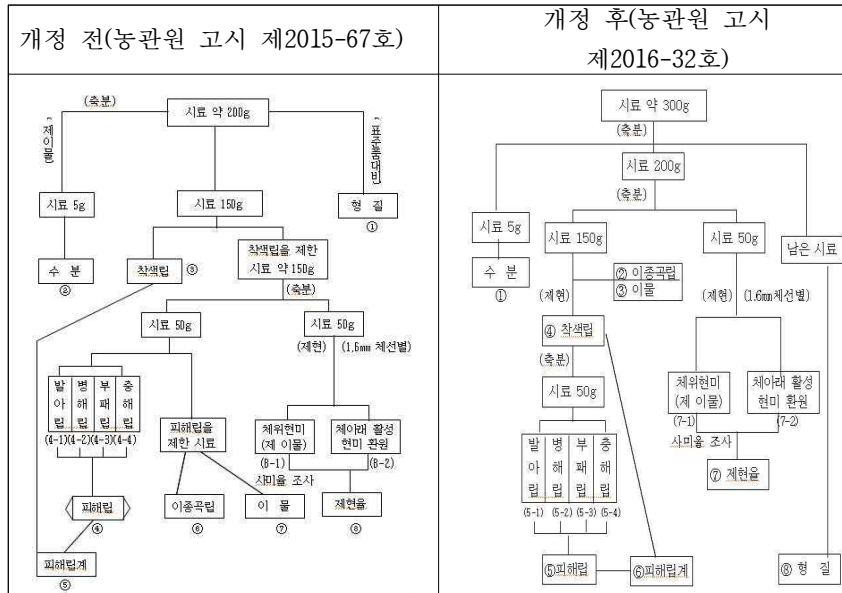
- 3) 품위 계측

품위검사용 시료는 곡립용 시료 균분기를 사용해 150g으로 축분하여 벼의 이종곡립과 이물, 제현 후 착색립을 계측하고 다른 50g으로 제현율을, 현미 50g으로 피해립, 금간난알, 쌀 50g으로 싸라기를 검사하였다.

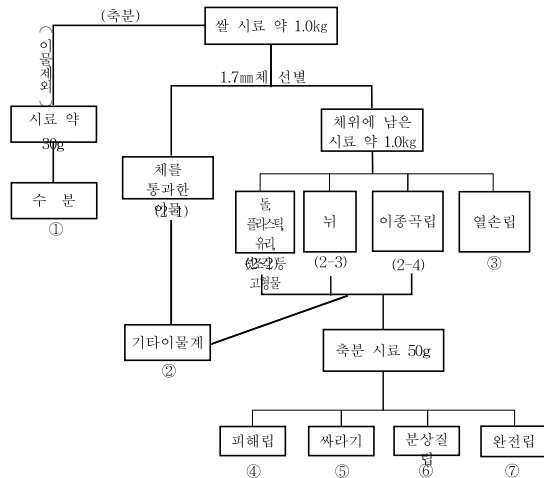
쌀의 싸라기가 많을수록 밥맛이 저하되는 점을 감안하여 현미의 금간난알과 싸라기의 상관관계를 보기 위하여 금간난알에 대한 계측을 추가적으로 실시하였다.

금간난알은 미립에 균열이 있는 현미로서 급격한 건조나 흡습으로 인하여 발생한다. 특히 건조과정에서 고온으로 급속하게 건조할 경우 많이 발생한다. 즉, 건조가 진행되면서 벼 낱알의 표면은 빨리 건조되고 내부로 갈수록 건조가 느리게 되며, 이때 낱알의 표면과 내부 사이는 함수율의 차이가 발생하는데 함수율의 차이가 클수록 응력에 의해 균열이 발생하게 된다. 함수율의 차이는 건조속도가 빠를수록 크게 나타나며 건조속도는 열풍온도가 좌우한다. 따라서 열풍온도가 높을수록 건조속도가 빠르고 벼 낱알의 표면과 내부사이의 함수율이 차는 커지고 균열 발생도 증가하게 된다. 금간난알은 도정과정에서 싸라기로 가공되기 쉬워 도정수율에 큰 영향을 미치며, 싸라기가 되지 않더라도 취반과정에서 전분이 쉽게 유출되어 밥의 외형유지가 어렵고, 윤기가 저하되는 등 식미에도 큰 영향이 있는 품질인자이다.

## 벼 품위 검정 순위표



## 쌀 등급 검정 순위표



## ❑ 쌀의 무기성분(Mg·K)와 등급, 식미와의 상관성 조사

1) 실험 재료: 대형마트 등 시중 유통 중인 쌀 100점

등급	특	상	보통	미검사
점수	22	38	11	29

## 2) 시료 조제

품위검사용 시료는 이물 및 열손립 등을 제한 것을 「농산물 검사·감정방법 및 절차 등에 관한 규정」(고시 제2018-33호)의 시료 축분 방법에 따라 곡립용 시료 균분기를 사용해 50g으로 축분하여 피해립, 싸라기, 분상질립을 검사하였다. 성분 검사용 시료는 동일 방법으로 시료 균분기를 사용해 1g을 취하였다.

## 3) 시료의 전처리

농산물 중에 존재하는 무기원소의 분석을 위해서는 시료에 존재하는 유기물들이 우선적으로 제거되어야 한다. 기기분석을 위해 시료를 전처리하는 방법은 다양한데 본 연구에서는 신속한 전처리 기법인 microwave(MARS 6) 분해법을 이용하였다. microwave를 이용한 분해법은 높은 압력의 밀폐된 용기를 이용하여 시료를 분해하는 방법으로 마이크로웨이브 에너지를 이용하여 밀폐용기 내에서 시료 및 용매(산)를 가열하므로 고온, 고압 하에서 시료를 산 분해하거나 시료 중의 목적성분을 추출하는 방법이다. 따라서 용매의 끓는점 이상으로 시료를 가열하므로 용매 사용량을 줄임과 동시에 빠른 가열, 신속한 분해 및 높은 회수율을 얻을 수 있는 방법이다.

전처리 방법은 백미(쌀) 시료 1g을 정확히 칭량하여 분해용기(vessel)에 넣고 70% 질산 10ml를 첨가한 후 분해용기를 heating block 장비(Digi PREP HP, SCP science)에 넣고 85℃에서 30분간 예비분해를 시켰다. 예비분해된 시료를 microwave digestion system으로 10분간 90℃까지 상승 시킨 후 10분간 유지하였고, 다시 10분간 150℃까지 상승 후 10분간 유지한 다음, 다시 10분간 190℃까지 상승시킨 후 10분간 유지시켜 유기물을 완전히 분해하였다. 기기 작동이 끝난 후 충분히 상온까지 냉각 시킨 후 잔류물을 3차 증류수로 100배 희석하여 필터 여과 후 시험용액으로 사용하였다.

Step	Power(Watt)	Time(min)	Temp(℃)	Hold(min)
1	1600	10	90	10
2	1600	10	150	10
3	1600	10	190	10

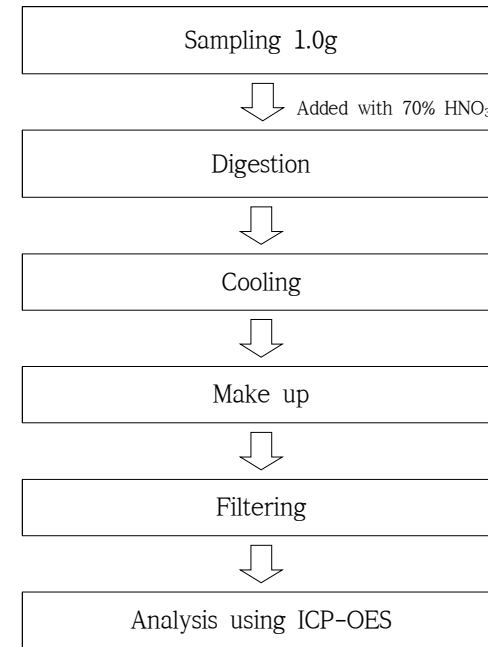
#### 4) 무기성분(Mg, K) 분석

무기성분(Mg, K) 분석 검량선 작성을 위해 표준원액(AccuStandard) 100 $\mu$ g/ml 을 5% 질산으로 희석하여 검량선 농도 범위를 1, 5, 10, 15mg/kg으로 4 point 단 계별로 검량선을 작성하였고 분석 장비는 유도결합플라즈마분광분석기(ICP-OES) 를 사용하였다. 유도결합플라즈마분광분석기는 유도 코일에 의해 플라즈마가 발 생되면 이를 에너지 공급원으로 이용하여 시료 내 분석 대상 원소의 전자를 들 뜬 상태로 만들어 그 들뜬 상태의 전자가 다시 안정화 상태로 되면서 방출하는 빛을 측정하여 대상원소의 종류와 양을 측정할 수 있는 기기이다.

구 분	세부내용	
기기 조건	-RF POWER: 1.2kW	-Pump speed: 12rpm
	-View mode: Axial	-Read Time: 10 sec

#### 5) 식미측정

무기성분(Mg, K)의 식미치를 측정하기 위하여 도요미도메타(MA-30A) 장비를 사용하였다. 이 식미측정기는 백미 33g을 매우 얇은 원형 샘플에 넣고 약 10분 정도 짧은 시간 내에 끓는 물속에서 넣었다가 꺼내어 3분정도 뜸들인 후 쌀알이 반정도 호화된 선팅 표면에 나타난 윤기정도를 전자과를 조사하여 그 반사특성 으로부터 식미치를 얻는 장치이다. 이는 밥맛이 좋은 쌀이 밥이 윤기가 많다는 원리에 따라 개발한 식미기계로 많은 곳에서 활용하고 있다.



<무기원소(Mg, K) 분석 절차도>

### 3. 결과 및 고찰

#### □ 벼 품위검사 항목이 등급에 미치는 영향 파악

##### 가. 각 항목에 대한 품위검정 실시

2017년산 공공비축 벼 100점을 대상으로 벼 검사 등급 항목인 제현율, 이물, 이종곡립, 착색립, 피해립을 계측한 결과 등급 분포 정도가 다음과 같이 나타났 으며 전 항목 등급 비율과 제현율+피해립 등급 비율이 유사하게 나타나 제현율 과 피해립이 등급 비율에 영향이 있는 것으로 판단된다.

##### 1) 벼 검사 항목별 등급 분포 정도

- 제현율로만 등급 판정시 특등 73점, 1등 22, 2등 1, 3등 4로 나타났다.
- 피해립으로만 등급 판정시 특등 71점, 1등 21, 2등 8, 3등 0으로 나타났다.

- 착색립, 이중곡립, 이물은 등급 분포에 영향이 거의 없었다.
- 제현율과 피해립을 고려시 특등 57점, 1등 30, 2등 9, 3등 4로 나타났다.
- 전 항목 함께 고려시 특등 56점, 1등 31, 2등 9, 3등 4로 나타났다.

(단위: 점수)

구분	특	1	2	3
제현율	73	22	1	4
피해립	71	21	8	0
착색립, 이중곡립	100	-	-	-
이물	97	3	-	-
제현율+피해립	57	30	9	4
전 항목	56	31	9	4

## 2) 항목별 관련 정도

- **(제현율, 피해립)** 벼 매입 검사시 등급 결정에 가장 큰 영향을 미친다.
- **(이중곡립, 이물)** 이중곡립은 3점에서만 발견되었으며, 이물 역시 76점이 계측치 0.0%로 등급 결정에 미치는 영향이 미미하다.
- **(착색립)** 현미 배유부의 전부 또는 일부가 황색, 갈색, 흑색 등으로 착색된 낱알 및 앵미를 말하는데 본 연구에서 벼 제현 후 현미 상태에서 계측시 1점(시료량 150g)당 0.0~2.3%로 나타났다. 다만, 도정 후 쌀로 관찰하였을 때 제거되거나 쌀의 품질 및 제현율에 영향을 미치지 아니할 정도로 나타나 등급 결정에 영향을 미치지 않았다. 따라서 착색립을 먼저 시료 150g에서 계측하고 다시 축분하여 50g으로 피해립을 보고 합산하기 보다는 검사 단계를 간소화하여 시료 50g으로 착색립과 피해립(발아립, 병해립, 부패립, 충해립)을 같은 단계에서 보는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

## 나. 현미의 금간낱알과 쌀의 찌라기 함량 간 상관성 조사

금간낱알이란 미립에 균열이 있는 현미로서 건조과정에서 고온으로 급속하게 건조할 경우 많이 발생한다. 그 형태로는 낱알 평면에 가로 1줄 또는 2줄의 균열이 선명하게 나있거나 세로로 균열이 있는 것, 귀갑형 균열인 것 등 다양하게 나타난다.

우선 피해립으로만 등급 판정시 금간낱알(2줄)의 값을 살펴본 결과, 특 < 1 < 2 순으로 값이 증가하였다.

등급	특	1	2
금간낱알 평균(%)	1.93	2.92	5.35

또한 금간 낱알의 경우 도정과정에서 찌라기로 가공되기 쉬워 현미의 금간낱알과 쌀 찌라기 함량의 상관성을 조사하였다.

현미 50g을 기준으로 금간낱알(1줄) 0.36%~37.16%, 금간낱알(2줄) 0.0%~19.4%이며 찌라기와는 상관관계는 금간낱알(1줄)이 38%, 금간낱알(2줄)이 66%로 나타나 1줄 보다는 2줄이 쌀의 찌라기와 상관관계가 더 큰 것으로 나타났다. 통계적으로 상관계수 값이 1에 가까울수록 강한 상관이 있으며, 결정계수 값이 0.65 이상일 경우 유의하다고 보는데 현미 금간낱알(2줄)의 상관계수 값은 0.8126, 결정계수는 0.6603, p-value는 0.0000으로 쌀의 찌라기와 양(+)의 강한 상관이 있으며 통계적으로 유의함을 알 수 있다.

구분	금간낱알(2줄)	금간낱알(1줄)
상관계수	0.8126	0.6199
결정계수(R <sup>2</sup> )	0.6603	0.3843

위의 연구 결과에 따라 금간낱알 항목을 벼 규격 피해립 항목에 추가하여 설정하는 것이 도정수율을 높이고 쌀의 고품질화를 가능하게 할 것으로 본다. 다만, 신속하게 피해립, 금간낱알을 판별할 수 있는 곡립판별기 장비의 보급이 우선적으로 적용되어야 과학적인 계측 및 현장 활용이 가능할 것이다.

□ 쌀의 무기성분(Mg·K)와 등급, 식미와의 상관성 조사

가. 무기성분(Mg·K) 분석 결과

쌀의 품질은 품종에 따라 다르며 같은 품종이라도 생산지, 보관방법, 취반방법 등에 따라 밥맛이 달라진다. 1990년 이전에는 식품면에서 미곡에 대한 연구가 다양하게 이루어져 왔으나 그 이후 쌀의 과잉 공급으로 가공중심의 연구가 대부분으로 쌀의 성분과 관련한 자료가 극히 미미하며 일부 성분 및 중금속에 대한 연구가 보고 되어 있을 뿐이다. Mg/K 함량이 높을수록 밥맛이 좋다는 결과가 구전되어 각종 자료로 사용되고 있으나 농진청, 식약처, 한식연, 논문 등에서 관련 근거 자료를 찾을 수는 없었다.

본 연구에서는 2017년 시중유통 쌀 100점을 대상으로 시료 1g을 microwave로 전처리하여 ICP-OES 기기로 마그네슘 280.270nm, 칼륨 766.491nm의 파장에서 분석하였으며, 검량선 결정계수는 0.9980 이상의 조건에서 마그네슘 함량은 318.14, 칼륨은 861.42mg/kg, Mg/K비는 0.37로 나타났다.

구분	Mg	K	Mg/K
Range	167.71~588.85	559.61~1427.01	0.22~0.49
Mean(±SD)	318.14(±60.93)	861.42(±134.27)	0.37(±0.05)

나. 품위계측 결과

유통단계에서 수거해 온 시중 유통쌀 100점의 표시 사항은 특 등급 22, 상 38, 보통 11, 미검사 29점 이었으나, 실제 품위 계측 결과 특 49, 상 42, 보통 9 점으로 표시사항보다 계측치가 높게 관찰되었다.

등급	특	상	보통	미검사
표시 점수	22	38	11	29
계측 점수	49	42	9	-

등급별 무기성분 함량은 특, 상, 보통 순으로 Mg 함량이 높고 K 함량이 낮아 특 등급의 Mg/K비가 가장 높게 나타났으며 품위가 좋을수록 Mg/K비가 높은 경

향이 있으나 그 차이가 0.01~0.03으로 미미하였다.

구분		특	상	보통
Mg	Range	224.95~509.01	231.80~588.85	167.74~350.60
	Mean(±SD)	320.95(±56.15)	320.08(±67.62)	293.72(±53.36)
K	Range	635.82~1427.02	559.61~1396.09	741.77~1043.48
	Mean(±SD)	854.98(±130.17)	872.71(±145.40)	843.83(±108.77)
Mg/K	Range	0.28~0.49	0.27~0.48	0.22~0.44
	Mean(±SD)	0.38(±0.04)	0.37(±0.05)	0.35(±0.06)

□ 도요미도메타 기기를 이용한 식미 측정

일반적으로 밥맛에 대한 평가는 훈련된 패널에 의한 관능평가와 식미측정장비를 이용한 기계적 평가가 있다. 본 연구에서는 일관성 있는 객관적인 값을 도출하기 위하여 도요미도메타 기기를 이용하여 2017년산 쌀에 대한 식미를 측정하였다.

식미치 분포도는 최저치 33, 최고치 74, 평균 53.28로 나타났으며 전체 분포도는 아래와 같다.

식미치	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79
점수	2	18	65	14	1

벼 등급별 분포도는 특, 1, 2, 3 순으로 식미치가 감소하였다.

등급	특	1	2	3
식미치	54.42	52.53	51.67	46.25

우리 나라 주요 품종 10가지를 대상으로 식미치를 조사한 결과 추청, 대안이 가장 높게 나타났으며 삼광, 일품이 낮은 편이었다.

품종	추청	대안	운광	오대	영호진미	새누리	새일미	신동진	삼광	일품
식미치	60	59	56	54	54	54	53	53	52	51

Mg/K비와 식미와의 관계를 알아보기 위해 식미 측정을 실시하였으며 상관계수는 0.2120으로 도요미도메타의 식미치 결과로는 Mg/K비와 식미치의 상관관계가 거의 없는 것으로 나타났다.

구분		Mg	K	Mg/K
식미치	상관계수	-0.0093	0.5310	-0.4604
	결정계수(R <sup>2</sup> )	8.68E-05	0.2820	0.2120

#### 4. 기대성과 및 활용방안

- 벼 생산 및 가공 환경 변화에 따른 검사규격 개선을 통한 검사원의 업무 효율성 향상과 벼(현미)쌀의 품위 및 품질평가 기준 마련에 활용함으로써 쌀의 고품질화 마련
- 밥맛에 관한 식미치 자료 제공으로 소비자의 선택권 및 만족도 제고에 기여

#### 5. 참고문헌

- 1) 김복순(2007), 유도결합플라즈마질량분석기를 이용한 쌀의 무기성분 분석. 단국대학교 박사학위 논문
- 2) 김미숙, 양혜란, 정윤화(2004), 현미와 백미의 품종별 무기질 함량. 한국식품영양과학회지 33(2) 443-446
- 3) 김성곤, 한양일, 김을상(1990), 일반계 및 다수계 현미와 백미의 무기질 함량. 한국영양식량학회지 19(4) 285-290
- 4) 김성곤, 김일환, 한양일, 박홍현, 이규한, 김을상, 조만희(1984), 우리나라 쌀의 칼로리, 무기질 및 아미노산 함량. 한국영양식량학회지 13(4) 372-376
- 5) 곽영민(2006), 밥맛과 연관된 쌀의 외관 및 성분특성 분석. 경북대학교 석사학위 논문
- 6) 최미란(1998), 시중유통 쌀의 품위와 식미평가. 건국대학교 석사학위 논문