

# 고품질 쌀 생산을 위한 벼 수확 후 관리

김재철  
작물과학원 품질관리과

## 1. 벼 수확 후 관리의 중요성

벼의 수확 후 관리의 중요성은 수확 후 양적 질적 손실을 최소화함으로써 간접 증산에 기여 한다는 점이다. 손실에는 곤충, 쥐, 새 등에 의한 양적손실인 직접적 손실과 인간이 소비하기를 꺼려하는 정도까지의 질적 저하를 가져오는 질적손실인 간접적 손실이 있다. 이러한 손실은 많은 원인에서 올 수 있으며 손실이 일어나는 시기를 편의상 세 단계로 나눌 수 있다. 첫째 단계는 수확 전 손실(Preharvest Losses)로서 수확작업이 시작되기 전에 발생하는 손실을 말하며, 둘째 단계는 수확손실(Harvest Losses)로서 예취에서 곡물의 수거 때까지의 손실을 말한다. 셋째 단계는 수확 후 손실(Post Harvest Losses)로서 수확된 후부터 소비할 때까지의 제반 손실을 말한다.

쌀에서 중요시되는 품질요소별로는 수분함량, 동할립, 피해립, 천립중, 용적중 등 1차적인 품질과 이들을 바탕으로 발현되는 식미, 저장성, 도정특성 등 2차적인 이용상 품질을 들 수 있는데 그림 1에서와 같이 수확 전·후의 여러 인자가 작용하고 있다.

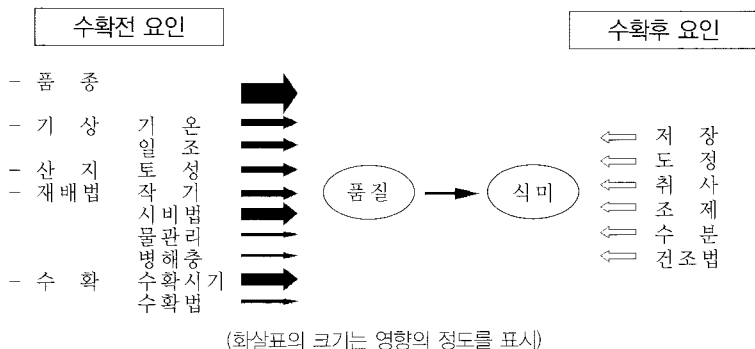


그림 1. 품질 및 식미의 변동요인의 영향도

## 2. 수확시기

벼 베기의 적기는 종실에 저장양분의 이행이 끝난 시기라고 할 수 있지만 포장 전체의 벼이삭 또는 벼 알이 같은 날짜에 성숙하는 것은 아니므로 실제 베어야 할 시기는 대부분의 종실이 성숙한 때이다. 수확을 너무 일찍 이 하면 청미, 또는 사미가 많아져서 감수를 면치 못하며 이와 반대로 너무 늦으면 미강층이 두꺼워지고 색택이 나쁘며, 미질이 취약해지고 동할미가 많아진다. 또 탈립이 많고 새, 쥐 등에 의한 피해를 받기 쉬우며 도복이 생기는 등 감수될 뿐만 아니라 벼 베기에 많은 노력이 소요된다.

품종의 조만 또는 출수기에 따른 수확적기는 극조생종은 출수 후 40일, 조생종은 40~50일, 중생종은 45/50일, 중만

생중 및 만식재배는 50일 정도가 수확적기이며 이 시기는 외관상으로 한 이삭의 벼 알이 90%이상 황색으로 변했을 때이다. 그리고 특히 상위엽이 이 녹색을 띠고 있더라도 이에 구애 받지 말고 벼 이삭이 황숙이 되었으면 수확하여야 한다.

### 3. 건조기술

벼 수분의 종류에는 크게 벼의 성분과 강력하게 결합하고 있는 결합수와 벼의 성분간격에 함유된 자유수로 구분되는데 벼 건조에서 목표로 하여 제거하는 수분은 자유수이며 이는 곡물 손실에 영향을 미친다. 미곡의 건조과정 중에 쌀의 품질이 저하되는 원인은 다음의 4가지에 의해 주로 일어난다. ①급격한 건조에 의한 등할미 발생(건조속도 영향) ②건조지연으로 인한 고수분 벼의 변질(건조속도 영향) ③과도한 가열에 의한 열손상립 발생(건조온도 영향) ④과도한 건조에 의한 식미 및 도정곤란(최종함수율 영향)

한편 수확 시 벼의 수분함량은 대개 22~25%정도이기 때문에 이를 수분함량15%까지 건조시켜야만 한다.

#### 가. 건조기작(機作)과 등할립 발생

건조는 쌀알 내부 증기압과 주위 공기의 증기압 차이로 일어나게 되는데, 건조와 관련된 주 영향요인은 온도, 상대습도, 송풍량 및 건조시간이다. 건조는 쌀알의 표면에서 일어나기 때문에 건조과정중 쌀알의 표면은 중앙보다 수분함량이 낮아지게 되어 쌀알의 중심부로부터 표면으로의 수분이동이 일어나게 된다. 이때 내부 수분이동 속도는 쌀알 내부 증기압과 주위 공기의 증기압 차이에 의하여 증가하게 된다. 이러한 증기압 차이는 곡물에 열을 가할 때 발생되는데 고온처리 등으로 건조속도가 지나치게 높을 경우 쌀 표면과 중심부사이에 수분구배(勾配, gradient)가 크게 형성되어 부위별 열팽창율과 수축율간 불균형을 초래함으로써 균열로 나타나 등할미를 증가시키게 된다. 따라서 등할미 발생을 줄이기 위해서는 쌀알 내 수분구배의 크기를 낮출 필요가 있는데 인공건조의 경우에는 높은 상대습도에서 벼를 건조됨이 없이 일정시간 유지시켜 내부 수분이 평형상태에 도달되도록 하는 템퍼링(tempering)과정을 거치게 된다.

순환식 건조기로 벼를 건조할 때 열풍 건조온도는 종자용의 경우 40℃이하, 일반 소비용의 경우 45~50℃, 곡온은 35℃이하 (외기온이 높을 때 40℃이하), 1시간당 수분 건감율(乾減率)은 0.8% 정도가 적당하다. 또한 30분마다 수분을 측정하여 수분변화를 감시하고 건조기의 통풍 부분과 템퍼링 부분의 용적비, 순환속도 등에 유의하

표 1. 순환식 건조기의 열풍 온도별 건조 소요일수 및 건조벼의 특성

열풍온도(℃)	건조시간(시간)	등할립율(%)	도정율(%)	쇄립율(%)	발아율(%)
40	10.0	3	75.9	8.6	98
45	6.0	5	75.8	8.7	97
50	5.0	8	75.6	9.9	86
55	4.5	13	75.4	14.8	82
60	4.0	19	74.1	28.1	75
65	3.3	28	73.2	24.7	60
70	3.0	38	68.1	33.6	30

\* 수확시 벼 수분함량 24%를 15%까지 건조할 때의 기준

여 벼가 충분한 템퍼링시간을 확보할 수 있도록 노력하여야 한다. 특히 반입량이 적은 상태로 운전할 때에는 템퍼링 시간이 부족하기 때문에 열풍 온도를 낮추든가 또는 송풍량을 적게 해서 순환속도를 늦춰야 한다.

벼 건조시 동할립율을 억제시키기 위하여는 벼의 초기 수분함량이 높으면 높을수록 송풍온도를 낮게 할 필요가 있으며 또한 절대습도가 낮으면 송풍습도를 낮게 해야 한다.

표 2. 벼 건조온도별 동할립 발생 및 발아율

구 분	벼 건조온도(°C)						
	40	45	50	55	60	65	70
동할립율(%)	3	5	7	10	19	28	38
발아율(%)	98	93	86	82	75	60	30

#### 4. 벼의 저장기술

수확된 미곡은 건조 과정을 거쳐 저장되면서 생리작용은 계속하면서 비교적 안정한 휴면 상태에 있게 되는데 이 상태에서의 생명력을 잘 보존시키고 그 고유의 품질 그대로 변질없이 저장한다는 것은 생산에 못지 않게 중요하다. 그러나 자연조건하에서는 저장 곡물 자체에서 이화학적 변화가 일어날 뿐만 아니라, 미생물, 해충, 쥐 등의 피해를 입게 되는데 이의 양적 손실율이 4~5%정도 된다고 한다. 따라서 미곡의 저장조건 및 시설 등이 적절하면 저장 중의 성분변화는 물론 그 손실을 최대한도로 줄일 수 있어 저장 당초의 품질을 비교적 잘 보존 유지할 수 있다.

##### 가. 적정 저장조건

미곡저장 중 온도 및 습도가 높으면 저곡해충과 발생 및 미곡의 양적 및 질적 손실이 심할 뿐만 아니라 화학적 변화도 많이 일어나 품질이 떨어진다. 그러므로 저장성을 높이기 위하여 곡물의 수분함량을 15%이하로 유지하고 저장고내의 온도는 15°C이하, 습도는 70%이하 되게 하고, 그리고 공기조성은 산소 5~7%, 탄산가스 3~5%로 유지시켜주면 가장 안전하다.

##### 나. 저장방법

미곡은 조제형태에 따라 벼, 현미, 백미로 나누는데 벼는 생명력을 가지고 있고 단단한 왕겨층으로 덮여 있어 저장 중 물리화학적인 변화를 적게 받고 곰팡이나 해충의 피해로부터 현미나 백미보다 비교적 안전한 편이다. 현미는 벼보다 부피가 1/2정도 적어 창고 면적도 적게 필요하며 포장이나 유통과정에서 여러 비용이 절감될 수 있어 일본에서는 주로 현미로 저장하고 유통되고 있으며 저온저장 또는 준저온저장시설을 45%이상 이용하고 있다. 백미는 외부온도와 습도의 변화에 민감하게 반응하여 변질이 잘되고, 해충의 침해를 받기 쉽고, 밥맛도 떨어지기 쉬우므로 정부양곡에서는 2개월 이상 유통하지 않는 분량만큼만 도정 출하하고 있다.

## 5. 도정

미립은 왕겨층, 미강층, 배(씨눈), 배유(씨젓)으로 구성되어 있으며 현미기로 왕겨층을 제거한 것을 현미라 한다. 현미에서 배유이외의 미강층을 제거하는 것을 도정이라 하며 이 과정중에서 쌀과 부산물로서 왕겨, 미강, 쇄미 등이 발생한다. 도정은 여러가지 기계장치가 설치되어 복잡한 과정을 거치는데 일반적으로 원료(벼)→정선→제현→현미분리→현백→쇄미분리→제품순으로 이루어진다. 이러한 과정을 거쳐 생산되는 쌀은 여러 가지 인자의 영향에 따라 품질이 결정된다.

도정작용은 마찰, 찰리, 절삭, 충격 등에 의하여 이루어지는데 이 작용들은 거의 복합적으로 합성되어 종합적인 작용을 하게 된다. 이러한 원리에 의한 도정기는 크게 마찰식 도정과 연삭식 도정기로 분류하고 있다. 한편 도정공정별 미질에 미치는 요인은 원료품위, 도정시설, 도정방법 등에 의해 미질의 차이가 나타나기 때문에 고품질 쌀 생산을 위하여는 이들 요인의 적절한 관리가 필요하다.

최근 미국 종합처리장의 도정시설에서 고품질 쌀 생산을 위한 가공시스템으로서 표 3과 같은 기기설비를 하고 있다. 이러한 기기들은 원료벼의 온도 및 수분조절과 싸라기, 피헤립, 착색립 등의 불완전립을 제거하여 미질 및 쌀의 품위개선에 많은 역할을 담당하고 있다.

표 3. 고품질 쌀 생산을 위한 가공 시스템 구축

기계명	용도	비고
미질조절기	쌀 품질개선 및 수율향상 (온도 및 수분첨가조절)	• 밥맛향상 • 수율증대 • 싸라기 발생 억제
식미조절기	저수분을 적정수분으로 조절 (수분함량 15%이상으로 조절)	• 일정수분유지
그린엑티브	쌀 품질개선 및 수율향상 (쌀의 물성 안정화 및 활성화)	• 전기적 성질 이용 • 현미활성화 • 싸라기 발생 억제
색채 선별기	백미 속에 포함된 이물질 선별 (심복백, 착색립 등)	• 쌀 품위 향상
등급 선별기	백미 속의 싸라기 제거	• 완전미 생산

## 6. 결론

수입개방화에 대비하여 우리 쌀을 지키기 위해서는 고급화된 쌀을 소비자에게 공급 할 수 있는 방안이 수립 되어야 한다. 이를 위한 수확, 건조, 저장, 도정, 유통 등 수확 후 관리 기술체계 확립이 필요하며 이와 병행 완전미(Head Rice) 생산 기술 확립 및 RPC(미국종합처리장)에 동시설의 설비구축이 요구된다. 완전미를 생산하는 기술은 쌀의 외관품질과 밥맛을 향상시키고 국제경쟁력을 높이는 최적의 수단이기 때문이다. ㉞