소비자를 유혹하는 밥맛의 결정요인은

벼 수확 후 품질관리 기술입니다.

◘ 수확 적기 및 방법

- 벼 수확 적기는 외관상으로 벼 이삭의 알맹이가 약 90% 이상 황색으로 변했을 때 이다.
- 수확이 빠르면 청미(푸른쌀), 미숙립(덜 여문쌀)이 증가하고, 늦게 수확하면 동할립(금간쌀), 기형립, 피해립 증가로 완전미율이 떨어진다.
- 이삭 팬 후 극조생종은 45일, 조생종은 45~50일, 중생종은 50~55일, 중만생종 및 만식재배는 55~60일 정도가 수확 적기이다.

벼 품종의 숙기별 수확 적기

품 종	이삭 팬 시기	이삭 팬 후 일수
극조생종	7월 하순~8월 상순	45일
조 생 종	8월 상순	45~50일
중 생 종	8월 중순	50~55일
중만생종 또는 만식	8월 하순	55~60일

※ 출수 후 수확기 적산온도 : 1,100~1,200℃

- 수확을 위한 적당한 콤바인 탈곡통의 회전수는 1분에 500회 정도이다.
  그러나 채종용은 300~350회 정도로 탈곡해야 상처가 없고 발아율이 높아진다.
  이를 콤바인 진행 속도로 환산하면 1시간에 8km 정도의 속도다.

식량과학원 작물육종과 백만기 063-238-5214

건조

벼 건조과정 중 품질관련 요인

- 벼 건조 시 건조공기의 송풍량이 많고, 건조 온도가 높으며, 습도가 낮을수록 건조 시간을 단축시킬 수 있다. 그러나 처리가 지나칠 경우 오히려 금간쌀 발생 증가로 도정 시 싸라기가 많아져 쌀 품질이 떨어진다.
- 고온 건조는 쌀 단백질 응고 및 전분의 노화로 밥의 끈기가 낮아져 밥맛을 떨어뜨리고, 생명력이 상실되어 볍씨의 발아율도 떨어뜨린다.
- 벼 건조 시 금간쌀 발생을 억제시키기 위해서는 초기 수분함량이 높을수록 송풍온도를 낮게 하고, 공기 중 절대습도가 낮으면 송풍 속도도 낮게 해 주어야 한다.
- 순환식건조기로 벼를 건조할 때 건조온도는 종자용의 경우 40℃이하, 일반적인 식용의 경우 45~50℃ (외부기온이 높을 때 40℃이하)이다.

벼 건조 영향인자

건조 시 고려할 점

- 외기온도가 높고 습도가 낮은 오전 10시부터 오후 5시 이전에 수확하는 것이 유리하다.
- 외기온도가 10~15℃로 낮은 야간보다 18~21℃로 높은 주간에 건조하는 것이 연료를 약 19% 절감할 수 있어 경제적이다.
- 고온 및 급속 건조하면 쌀알에 금이 생기거나 깨지는 비율이 높아져 도정할 때 싸라기로 될 우려가 높다.

건조방법

- 건조방법으로는 태양열을 이용한 천일건조와 고온의 공기를 건조기 내부로 불어 넣어 건조하는 기계건조로 구분한다.

벼 건조방법에 따른 건조일수 및 건조 벼의 특성(농진청 2003)

건조방법	건조일수(일)	동할립률(%)	도정률(%)	완전립률(%)
천일(콘크리트)	5	16	71.7	75.3
천일(볏짚위망사)	3	10	72.3	85.3
건조(개량곳간)	14	8	71.7	94.2
건조(다목적건조저장시설)	15	7	72.0	94.5

- 수확기 벼의 수분함량은 보통 22~25%이다. 이처럼 높은 수분함량은 15%가 되도록 말려야 한다. 14% 이하가 되면 저장에는 좋으나 밥맛이 크게 떨어지고, 17% 이상으로 건조하면 도정효율이 높아지고 식미도 좋으나 변질되기 쉽다.
- 수분함량이 20% 이상 높은 벼는 변질되기 쉬워 장기간 방치하면 위험하므로 8시간 이내에 건조해야 하며, 특히 외부 기온이 높은 시기에 벼의 수분이 26% 이상일 경우 4~5시간 이내에 건조해야 한다.
- 수분함량이 낮은 벼는 고온으로 건조해도 밥맛 저하가 그리 심하지 않으나 수분함량이 높은 벼를 고온건조하면 밥맛이 크게 떨어지기 쉽다.

비닐하우스 내 건조

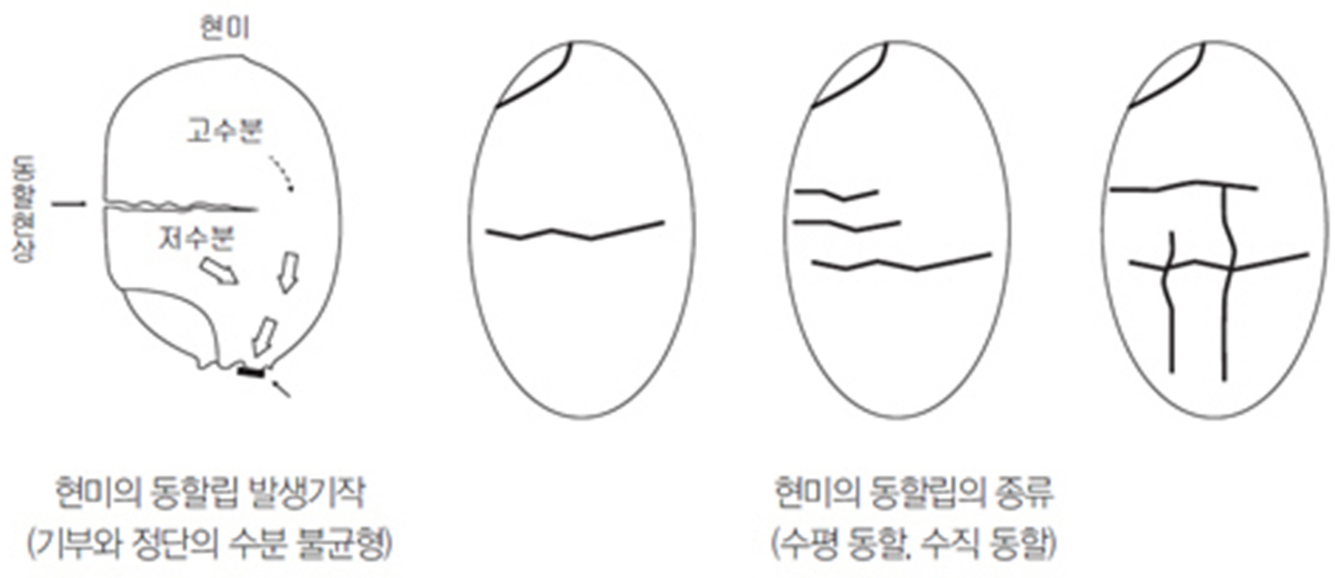
열풍순환식 건조기

연속식 건조기

벼 건조방법의 종류

건조과정의 동할미(금간쌀) 발생 방지

- 수확 후 건조는 벼 알맹이 내부 증기압(수분이 증발하는 데 필요한 기압)이 외부 증기압보다 클 때 일어난다.
  - 고온 건조한 조건에서 바람이 불 때 빨래가 잘 마르는 것과 같다.
- 지나친 고온처리, 건조 속도가 빠를 경우 벼 알맹이 표면과 중심부 사이, 혹은 한 개의 벼 알맹이에서 배아부분의 기부(Bottom)와 정반대 부분인 정단(Top) 사이의 수분 불균형에 의해서도 동할립이 생긴다.
- 벼 알맹이의 표면과 내부의 수분차이(수분경사도, 수분구배-Gradient)를 낮추거나, 균형을 맞추는 템프링(Tempering) 과정을 거친다.



현미의 동할립 발생기작
(기부와 정단의 수분 불균형)

현미의 동할립의 종류
(수평 동할, 수직 동할)

동할미 발생기작 및 종류

저장

벼 저장 중 품질관련 요인

- 벼 저장성을 높이기 위하여 경제적인 적정 수분함량은 15% 이하로 유지하고, 저장고 내의 온도는 15℃ 이하, 습도는 70% 이하로 유지시켜 주어야 안전하다.
- 자연조건에서는 저장 곡물은 자체에서 이화학적 변화가 일어날 뿐만 아니라 미생물, 해충, 쥐 등의 피해를 입게 된다. 이러한 양적 손실률은 일반농가에서 4~5% 정도 된다.
- 벼 생명력의 지표인 발아율은 시간의 경과와 함께 저하된다. 벼의 저장기간이 3년 이상이면 활력이 떨어져 발아율은 현저히 낮아진다.

수확 후 저장 중 쌀의 물리화학적 변화

구분	저장기간			
	1년	2년	3년	4년
지방산도(KOHmg/100g)	12.4	23.6	30.8	41.1
환원당(%)	0.31	0.41	0.57	0.68
발아율(%)	97	93	85	32
밥 맛	3.0	2.7	2.5	2.0

※ 출처: 벼 생력재배. 2000. p260

저장 방법 (상온, 저온, 준 저온, 밀적 밀폐식)

상온 저장

- 벼를 외부 환경조건인 상대습도가 조절되지 않는 상태에서 저장하는 방법을 상온저장이라 한다.
- 이 방법은 가장 일반적이고 경제적이지만 고온에서는 곡물의 품질이 저하될 가능성이 높다.

저온 저장

- 벼를 수분함량 15%, 실내온도 10~15℃, 상대습도 70~80% 정도에서 저장하는 방법이다. 저장기간 중 호흡을 억제시켜 벼 또는 쌀이 지니고 있는 성분을 소모시키지 않고 품질을 그대로 유지시킨다.
- 저장 중 호흡에 의한 중량손실 방지로 감모량을 상온저장(25℃)보다 10% 내외로 낮출 수 있으며, 저온은 미생물 및 해충 발생도 억제하고 곡물 내의 물리적·화학적 변화를 방지한다.
- 초기 설비 투자비용이 비싸고 운전비용이 많이 소요되는 단점이 있는 반면 품질유지에 가장 적합한 방법이다.

준 저온저장

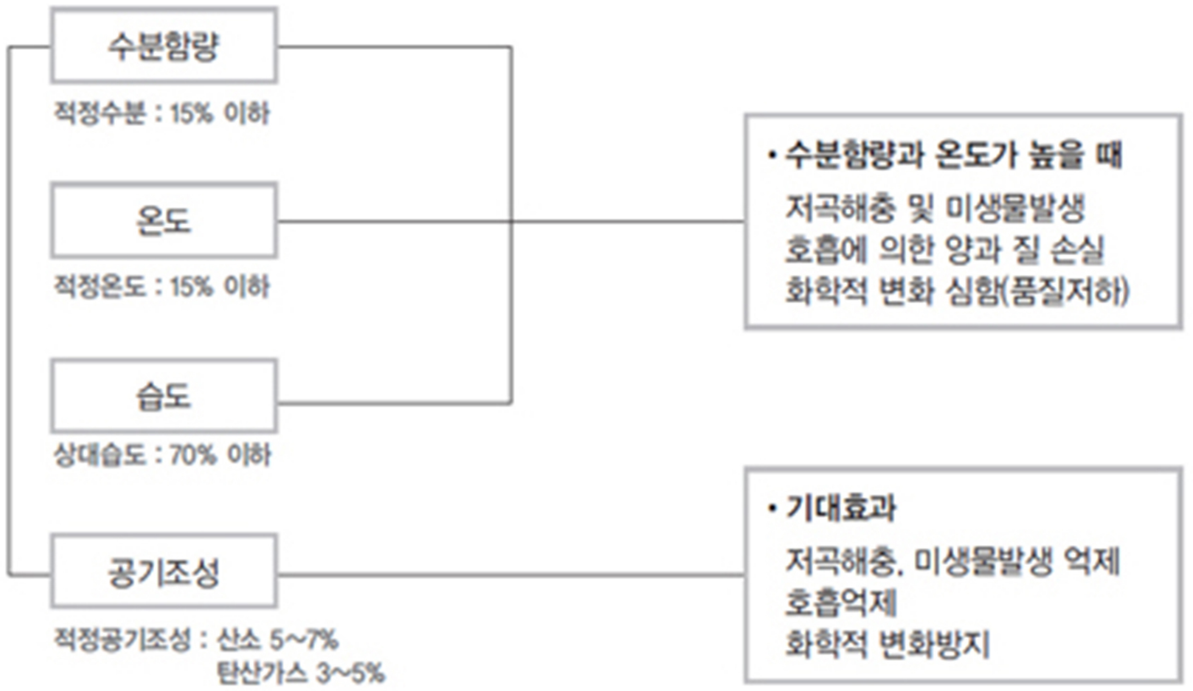
- 준 저온저장은 함수율 15.5~16.5% 벼를 20℃ 이하에서 저장하는 방법으로 기존의 사일로나 사각 빈에 곡물냉각장치를 부착하여 곡물을 냉각시켜 저장하는 방법이다.
- 초기 설치비나 운전비용을 절감하고 벼의 품질을 유지시키기 위해 겨울철 -5~-10℃ 이하의 외부 기온을 이용하여 저장 건조 빈 내부의 벼를 냉각하여 저장성을 향상시킬 수 있는 겨울 통풍냉각저장 방법도 보급되고 있다.

밀적 밀폐식 저장

- 밀폐식 저장은 일반적인 통풍저장 방법과는 달리 벼의 저장 생리면에 기초를 둔 저장방법이다. 벼를 포장용기나 저장창고에 넣고 완전 밀폐하여 일정기간이 지나면 벼의 호흡작용에 의하여 O2가 소비되어 O2 농도가 낮아지고, CO2가 배출됨에 따라 CO2 농도가 높아지게 되어 호흡작용이 억제된다. 또한 CO2에 의해 해충 및 유해 미생물의 발생을 억제할 수 있어 저장 중 감모방지에 큰 효과가 있는 방법이다.
- 과거 저온시설이 부족했을 때 대체용으로 이루어진 방법이다. 최근에 이러한 방법이 변형되어 소포장 브랜드 쌀의 유통기간 연장을 위해 이용되고 있다.

저장기술

- 수확당시 품질을 유지하는 장기 안전저장을 위해서는 벼의 수분함량을 15% 정도로 건조하고, 저장온도를 15℃ 이하로 하며, 상대습도를 70% 정도로 유지하면서 공기조성은 산소 5~7%, 이산화탄소 3~5%로 조절하는 것이 좋다.
- 현미 저장 시 통상 수분함량이 20% 이상일 때에는 10℃ 미만에서 저장하는 것이 적당하나, 수분함량이 16% 미만일 때는 15℃ 정도에서 저장하는 것이 바람직하다.
- 저장 후 3개월 정도에 도정할 벼는 16% 내외까지 건조한 후에 충분히 냉각하여 보관하고, 3개월 이상 저장할 벼는 저장 중에 통풍하여 함수율을 15% 수준까지 서서히 낮추어 주어야 한다. 통풍이 어려운 톤백 등에 저장 할 경우는 저장 초기에 함수율을 15%까지 낮추어 저장해야 한다.



벼의 저장에 미치는 영향

- 해뜨기 전 빈 지붕 안쪽과 벽체내부에 응축수나 서리가 있는지 가끔 점검한다. 응축수나 서리는 수분이동이 일어나고 있다는 증거이며, 이때는 저장고 상부의 송풍기로 습기를 빼주고 내부 벼를 혼합시켜 준다.

해충 방제

- 벼 저장 중에 해충이나 곰팡이가 발생하는 경우에는 훈증제인 에피흄 정제를 사용하여 방제한다.
- 창고 전체를 훈증할 때는 출입문, 창문, 환기창을 모두 두꺼운 종이나 비닐테이프를 이용하여 밀봉하고, 창고 내 일부만 훈증할 때는 곡물더미를 비닐이나 합성수지로 완전히 덮어 훈증한다.
- 훈증이 끝나면 창문을 열고 4~5시간 지난 후 창고에 남아있는 가스를 배출한 다음에 들어가 남아있는 훈증약제를 제거한다.

도정

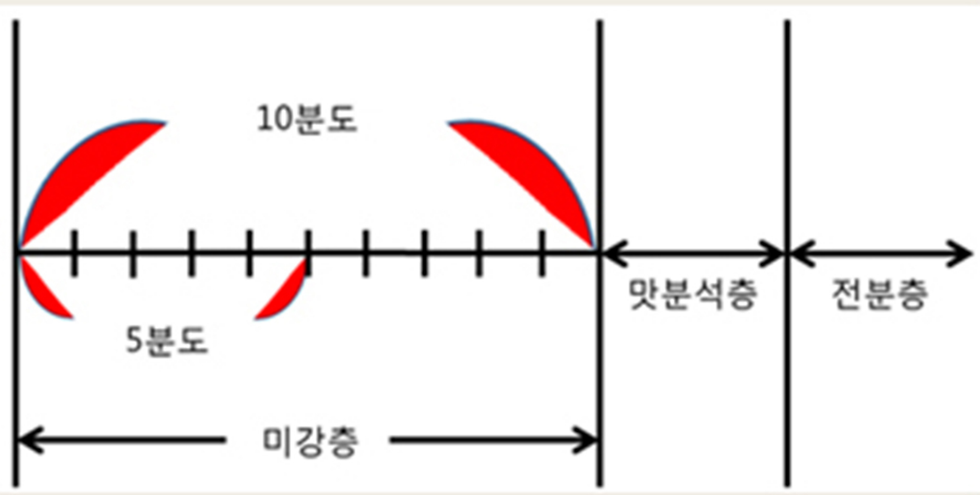
도정도, 현백률 및 분도와 관계

- 도정도란 현미의 쌀겨층 즉 과피, 종피 및 호분층이 깎여진 정도이고, 쌀겨층과 배를 제거하여 전분 저장조직만 남아 있는 것이 쌀이다.
- 쌀의 도정 정도를 분도나 현백률로 표시하는데 현미를 100%로 간주 할 경우 쌀겨 층 5~6%, 배 2~3%, 배유 92%로 구성되어 있어 쌀겨 층과 배를 제거한 이론적인 현백률은 92%이다. 이때를 10분도라고 하며, 산술식은 100-(0.8×10)에 의해서 92.0%가 되며, 도정도로 표기하면 8%가 된다. 즉 10분도는 쌀겨 층과 배가 완전히 제거된 이론적인 쌀을 의미한다.
- 도정도, 현백률 및 분도의 상호 관계를 보면, 도정도= 100-현백률, 현백률=(현미무게/벼무게)×100, 분도= (100-현백률)/80)×100이다.

도정도, 현백률 및 분도와 관계

도정도	현백률(%)	분도
0.0	100.0	현미
4.8	96.0	5
5.6	94.4	7
8.0	90.4	10
9.6	88.8	12

- 이론적인 분도는 완전한 현미를 기준으로 했을 때이며, 실제 RPC 현장에서의 쌀은 약 12분도로 도정이 이루어지고 있다. 이는 현미의 완전미율이 100%가 아니라 약 80% 내외로 불완전미율에 의해 분도가 달라지기 때문이다. 즉 불완전미가 많으면 도정을 많이 해야 일반적인 쌀이 되기 때문이다.



분도의 개념

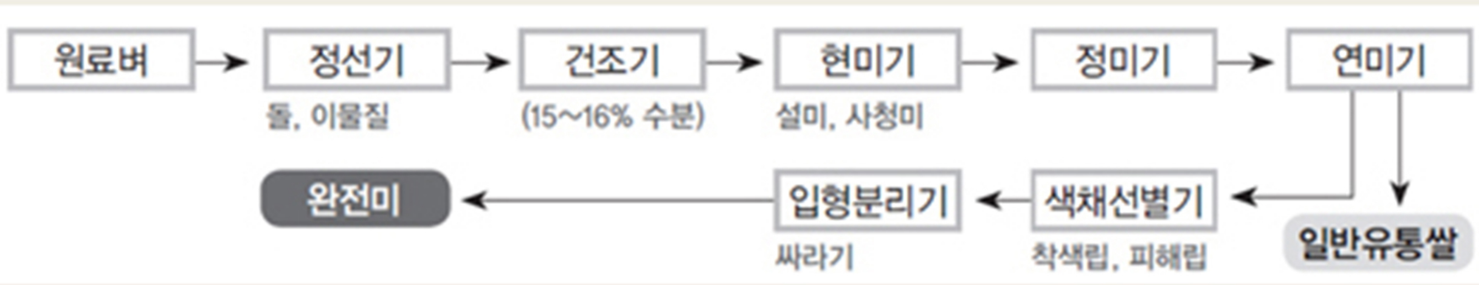
도정방법

- 벼의 수분 함량별 도정특성 시험결과에 의하면 현백률과 완전립률을 고려할 때 도정시 수분함량이 16% 정도일 때 가장 좋았다.
- 벼 도정에서 품질관련 부분은 제현공정, 정미공정, 연미공정, 선별공정 등으로 나눌 수 있다.
  - 제현공정에서는 동할립과 표면손상립이 발생하기도 하고, 정미공정에서는 연삭식, 마찰식 도정 기종의 기존 배열, 유량, 압력, 도정 횟수가 도정수율에 크게 영향을 준다.
- 농촌진흥청 국립식량과학원 RPC에서 수행한 벼 도정방법 개선연구 결과에 따르면 마찰식 2~3회보다는 마찰 5회로 정미하면 현백률은 89.3%에서 91.1%로, 완전립률은 81.9%에서 85%로 올릴 수 있었으며 또한, 연삭 1회에 마찰 3회로 정미하는 것보다 연삭 4회와 마찰 2회로 도정하면 현백률은 91.1%에서 91.7%로 완전립률은 83.5%에서 87.1%로 크게 높일 수 있었다.

도정의 종류

완전미 도정

- 완전미란 쌀의 외관상 완전한 낟알 또는 완전한 낟알 평균길이의 3/4 이상의 형태를 가지고 있는 것 중 분상질립, 피해립, 열손립 등 불완전미를 제외한 것을 말한다.
- 완전미를 생산하기 위해서는 기존의 미곡종합처리장 시설에 착색립이나 병해충 등에 의한 피해립을 분리할 수 있는 색채선별기와 깨진 싸라기를 분리할 수 있는 입형 분리기의 설치가 필요하다.



완전미 가공공정

청결미 도정

- 청결미 도정이란 수확한 벼를 일반도정 방법으로 95% 정도 도정한 후 습식연미기를 사용 물을 0.5% 첨가하면서 나머지 5% 정도의 쌀겨부분을 제거한 다음 정상적인 쌀만을 색채선별기로 선별하여 생산하는 방법이다.
- 이렇게 생산된 청결미는 물에 씻지 않고 밥을 지을 수 있으며 쌀겨층이 제거되어 저장성도 일반도정 쌀보다 좋다.