

취반시 탈기수의 이용과 효과

차 환 수
농산물이용연구부

서 언

膜式脫氣裝置는 기체투과성, 액체불투과성 막의 한 쪽에 물을 흘려보내고, 반대쪽을 진공의 상태로 유지시켜 물속의 용존기체를 통과막을 통하여 분리시키는 것이다. (그림 1)

표면적이 큰 中空絲막을 사용함으로써 종래의 가열탈기수와 충전탑식 진공탈기장치에 비해, 소형화할수 있을 뿐만 아니라 간단히 취수꼭지를 돌려서 탈기수(DO<0.5ppm)를 얻을 수 있다. 또한 장치에서 유해물질의 용출이 없고, 런닝 코스트는 진공펌프의 전기요금과 프레필터의 교환만으로 충분하다.

膜式脫氣裝置로 제조한 탈기수를 식품의 가공용으로 사용하면 다음과 같은 특성, 효과를 얻을 수 있다.

- (1) 물의 침투성이 뛰어나기 때문에, 단시간에 균일한 침지(浸漬), 맛 들이기(味付)가 가능하다.
- (2) 수중의 산소가 거의 제거되었기 때문에(탈기수 : 0.5ppm, 보통물 : 8 ~ 10ppm) 가공중과 보존중의 성분산화를 막을 수 있다.
- (3) 수중의 질소, 탄산가스도 제거되기 때문에, 가열시의 기포발생에 의한 모양의 변화를 방지할 수 있다.

이상의 효과, 특성은 많은 식품분야에 응용되어,

보존성과 안전성이 우수한 고품질의 신상품을 탄생시키고 있다. (표 1)

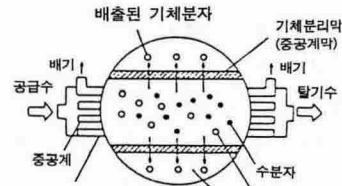
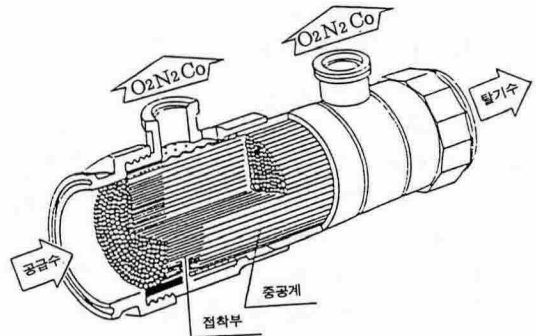


그림 1. 中空系 module 脫氣 mechanism

다음에서는 탈기 장치의 도입사례 중에서 시장이 확대되고 있는 張, 中粒米에 대한 취반 기술의 확립이 조급한 과제가 되고 있는 미반류를 들어, 탈기수의 사용법과 효과에 대해 소개하고자 한다.

표 1. 막식탈기장치의 식품업계 납품 사례

사용용도	주된 사용 효과
1) 두부, 두유제조	• 침지 시간 단축(20℃에서 약 30분), 풋내, 콩의 멩그러짐 방지. 종전보다 저온에서 침지함으로 인한 수율개선.
2) 끈약제조	• 종래 제품에 비해 부드럽고 탄력성이 강해진다.
3) 당침한 밤, 콩자반 제조	• 삶을 때 부쉬짐을 감소시켜 수율을 개선(중량증가, 침지에 따른 얼룩, 삶음에 의한 얼룩을 방지)
4) 한천과자, 우무	• 밤이 든 한천 과자에서 발효에 의한 불량품의 발생이 없다. 투명도가 높은 한천을 만들 수 있다.
5) 절 입	• 상온에서 무 속의 가스를 빨 수 있다. 조리수 제조시에 조미료가 빨리 용해된다.
6) 포장수	• 식품을 포장하여 가열 살균하는 경우, 발생하는 기포가 적고, 모양새가 좋다.
7) 앙금제조	• 팔을 삶을 때 뚫은 맛이 잘 우러나고, 삶을 때 으깨지지 않는다.
8) 조리수	• 가쓰오, 다시마의 국물이 잘 우러나고, 차의 맛이 좋다.
9) 다시 제조, 스프	• 저온에서도 다시마가 잘 우러나고, 뚫은 맛도 나오지 않는다. 국물을 낸 뒤 다시마의 멩그러짐이 적고, 수율이 향상된다.
10) 생선 알의 착색	• 연어알과 명란젓 등의 착색에 필요한 시간이 단축된다.
11) 어패, 해초줄임제조	• 끓일 때 부쉬짐이 적고, 간이 잘 배인다.
12) 떡제조	• 보존성이 좋다. 점성이 좋아진다. 수분의 증발이 늦고, 잘 굳지 않는다.
13) 쌀밥제조	• 제품의 보존성이 좋다(보습성이 좋다). 일반제품보다 하얀 쌀밥이 된다. 풍미의 열화가 적다. 이 효과는 묵은 쌀에서 현저하게 나타난다.

1. 쌀밥제조와 과제

미반류의 제조란, 밥을 짓는 일로서, 통상 수분 14 ~ 15%의 정백미(수율 약 90%)에 물을 넣어 가열하고, 수분 65%내외의 쌀밥을 만드는 일이다.

보통 미반 제조는 (그림 2)대로 행해진다.

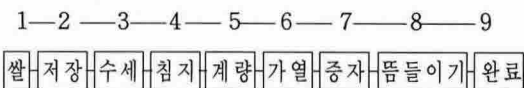


그림 2. 쌀밥제조과정

여기에 온도와 시간이 합쳐진 것으로, 조작 자체는 일반 가정의 밥짓는 방식을 생각하기 쉽다. 그러나, 품질이 높은 쌀밥(초밥, 주먹밥, 도시락용)을 목표로 한 대량의 취사 기술은 의외로 어렵고, 연구가 필요하며, 그 자체만으로도 제조공장의 노하우이다. 여기서는 기본이 되는 쌀의 질을 잘 알고, 쌀의 호화 과정과 원리, 예를들면 각 조작과정에서 일어나는 미립의 과학적, 물리적 변화와 미반의 성상과의 관계 등에 대한 지식을 필요로 한다.

또한 취반기기의 특징과 공장내 환경 등에 대해

서 이해해 두는 것도, 고품질의 미반제조에 빠뜨릴 수 없는 조건이다.

더우기, 미반의 수요가 증대하는 가운데 앞으로 점점 요구되는 문제로는 현재의 설비 또는 신규 증설을 포함한 생산성의 향상과 생산비용의 절감일 것이다. 예를들면 쌀 씻기와 침지 공정에 사용 물의 양 많아지면 배수처리 비용도 당연히 늘어나게 된다. 또한 조작 시간이 야간 또는 새벽인 점도 개선해갈 필요가 있다.

그래서 취반 기구의 소형화와 사용수량의 절감, 제조시간의 단축 등 에너지절약형의 취반기구와 기술풍입이 급선무가 될 것이다.

탈기수의 취반에의 이용은 이러한 과제에 다소 부응하는 것으로, 다음은 (1) 쌀밥의 품질 향상과 (2) 생산성의 향상, 비용절감에 주목하여 탈기수의 이용법과 효과에 대해 소개하고자 한다.

2. 탈기수에 의한 쌀밥의 품질개선

미반제조에서 탈기수를 사용하는 것은 물을 사용하는 공정 전체로, 즉 “씻기”, “담그기” “밥물”에의 사용 3가지 공정이다. 취사요령의 제1포인트는 물의 가감이라고 말해지지만, 그것은 “씻기”, “가수, 침지”의 양 조작에 의해 행해진다.

씻기는 쌀에 묻어있는 겨와 먼지를 다량의 물 속에서 교반해서 물에 씻어 내는 것이지만 씻기와 동시에 쌀의 중량의 약 10%의 물이 흡수된다. 그리고 미립내의 전분입자의 호화에 필요한 수분을 균등하게 분포시키는 것을 목적으로, 가열 전에 침지 조작을 행한다. 다시 말하면, 가열시의 열전도를 용이하게 하기 위한 필수 조작으로, 내부까지 흡수 시키지 않고 가열하면 미립의 표층부에 호층이 생기고, 이 호층에 의해 내부에의 열전도는 방해받아 밥의 표면은 질고, 내부는 딱딱한 밥, 소위 삼층밥이 되기 쉽상이다.

그림 3의 “씻기” “가수, 침지”의 장치중에 일어나는 쌀의 흡수 상태를 나타낸 것이다. 침지에 의한 정백미의 흡수량은 수은, 쌀의 품질 등에 의해

달라지지만, 일반적으로 침지 후 30분 정도까지는 급속하게 흡수하고, 이후에는 완만해져서 2시간 정도면 평형 상태가 된다. 따라서 침지하는 시간은 적어도 30분은 필요하고, 2시간이면 충분하다고 할 수 있다. 흡수 종료 후의 쌀 흡수량은 10 ~ 30 %이다.

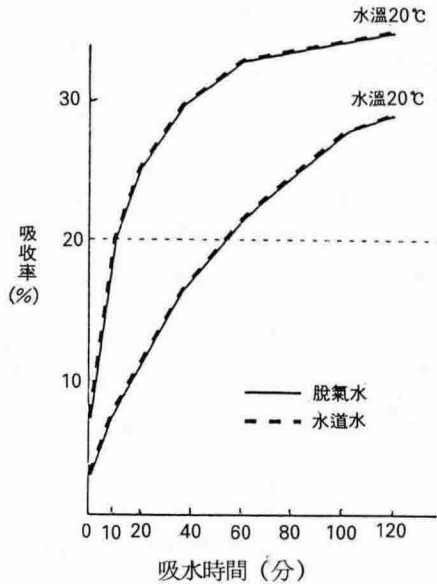


그림 3. 米粒内の 吸水 (遠心分離法에 의해 부착된 水分을 除去하고 重量을 測定)

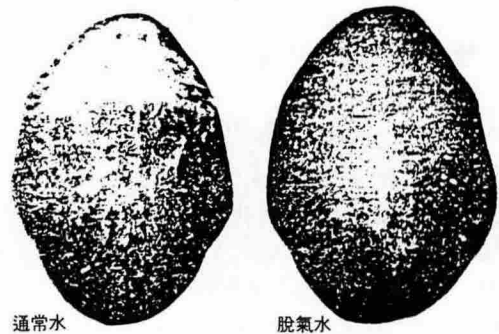


사진 米粒中の 水分分布 (25°C, 1時間浸漬後, 斷面을 赤色号1에 染色. 질은 部分은 물이 浸透한 것임)

흡수 속도는 탈기수와 수도물과의 차이는 없지만, 입자 내부의 수분 분포는 차이가 현저하게 나타난다.

사진은 탈기수와 수도물로 침지한 미립의 단면을 염색한 것이다. 짙은 부분은 물이 침투한 것을 나타내고 있다. 사진을 통해 탈기수에 침지한 쪽이 쌀의 내부까지 균일하게 침투되고 있음을 알 수 있다.

보통, 미립 내부의 흡수는 배아를 제거한 부분 등 조직이 부드러운 곳에서 시작하여 점차 팽창하여, 균열이 생기면서 뒤쪽의 중심부로 침투해 간다.

이들 입자 내의 부위에 따른 물 침투의 난이(難易)는, 주로 미립 내의 조직 구조와 성분 조성에 의존하지만, 기타 미립 내부에 존재하는 기체 성분도 침투에 관여하고 있다.

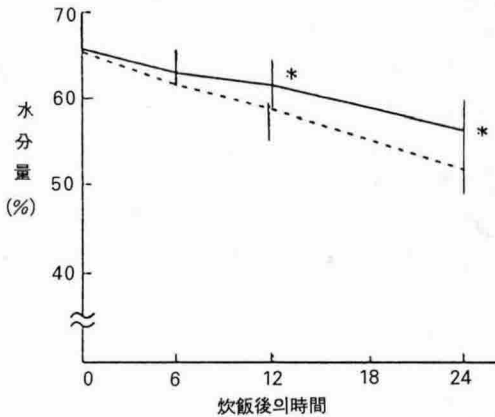


그림 4. 脫氣水(—)와 水道水(---)에 의해 炊飯한 米飯의 水分量

* 有意水準 5%에서 有意

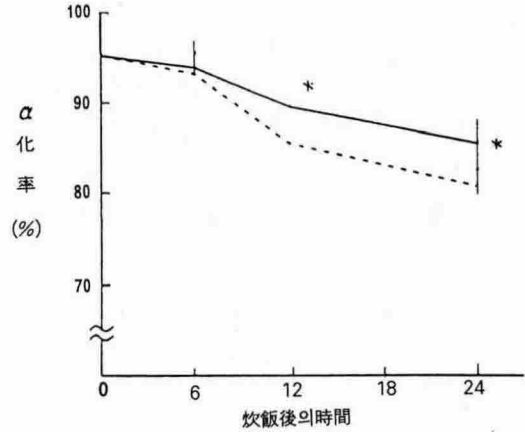


그림 5. 脫氣水(—)와 水道水(---)에 의해 炊飯한 米飯의 α 化率

* 有意水準 5%에서 有意

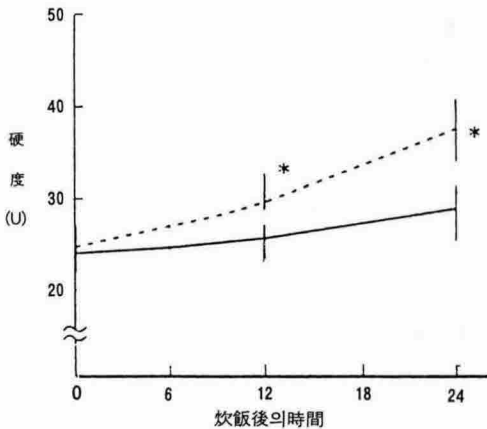


그림 6. 脫氣水(—)와 水道水(---)에 의해 炊飯한 米飯의 硬度

* 有意水準 5%에서 有意

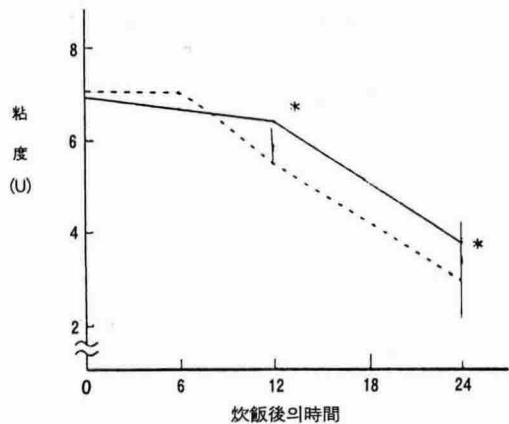


그림 7. 脫氣水(—)와 水道水(---)에 의해 炊飯한 米飯의 粘度

* 有意水準 5%에서 有意

사진에서 볼 수 있듯이 탈기수의 쪽이 균일하게 흡수되는 것은 탈기수가 미립 내부의 기체 성분을 용해시키기 때문에, 조직 성분과 물과의 수화반응이 진행되기 쉬워짐을 알 수 있다.

어쨌든, 미립 내에 물을 균일하게 침투시키는 것은 가열시 열전도를 용이하게 하고, 그 결과 호화를 충분히 할 수 있게 하는 것으로, 탈기수를 사용하면 α 화율이 높고, 보습성이 좋고, 점탄성이 뛰어난 쌀밥을 지을 수 있게 된다. 이것은 실제 현장의 취반 라인에 탈기수를 이용한 실험에서 확인되고 있다. 지금부터는 그 결과의 개요를 설명하고자 하며, 취반 라인에서의 실험법은 표 2에 나타냈다.

표 2. 現場炊飯라인을 利用한 脫氣水와 水道水の 炊飯法

方法	洗 米 (5 分間)	浸 漬 (30分間)	炊 飯 水 (加熱20分間)
1	脫氣水	脫氣水	脫氣水
2	水道水	水道水	水道水

脫氣水DO = 0.4 ~ 0.5ppm

水道水DO = 8 ~ 10ppm

또한 쌀씻기, 침지, 밥물 등에 탈기수 또는 수도물을 이용해서 취반한 쌀밥의 수분량, α 화율, 경도, 점도 및 그것들의 시간 경과에 따른 변화를 그림 4 ~ 그림 7에 나타냈다.

그림 4 ~ 그림 7에서, 수분량, α 화율, 경도, 점도 등은 모두 취반 직후는 탈기수와 수도물과의 차이를 알 수 없지만 시간의 경과와 함께 차이가 분명해 지고, 탈기수의 쪽이 수분, α 화율, 경도, 점도가 유지됨을 알 수 있다. 따라서 탈기수로 쌀밥을 지으면 적어도 24시간 가량 쌀밥의 좋은 상태를 유지시킬 수 있다.

탈기수를 이용한 또다른 장점은 맛과 모양에 있는데, 탈기수를 이용하면 쌀밥의 좋은 맛을 내는 환원당의 양이 많아지고 (그림 8), 색깔도 하얗게 된다. (표 3)

이유는 수증의 산소에 의한 전분, 단백질, 지질 등의 산화가 억제됨에 의한 것이다.

표 3. 脫氣水와 水道水에 의해 炊飯한 米飯의 色

	炊飯直後			24時間後		
	Y %	x	y	Y (%)	x	y
脫氣水	33.3	50.3	52.1	33.2	54.0	56.1
水道水	33.3	51.8	54.0	33.1	54.9	59.8

또한, 밥물의 양을 보면(표 4) 탈기수를 사용한 쪽이 적게 드는데, 이유는 탈기수를 사용하면 미립에 흡수한 수증 공기량이 적기때문에 가열시 발포에 의한 세포파괴가 억제되기 때문이다. 즉, 삶을 때 부쉬짐에 의한 전분유출량이 증가하고, 밥물의 양은 증가하는 한편 미반 자체의 찰기가 없어지는 현상이 일어나는데, 이럴 때 탈기수를 사용하면 그그러짐을 방지할 수 있고, 밥물은 적게들면서 점성이 있는 쌀밥을 만들 수 있다.

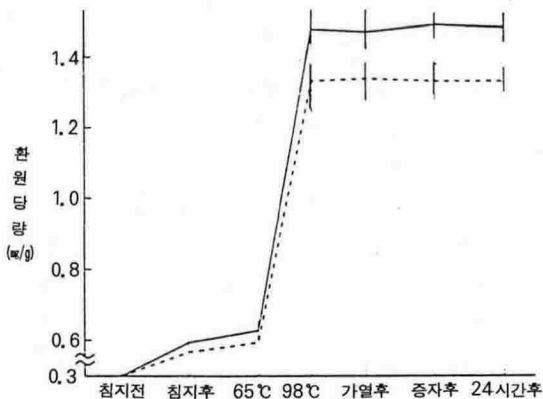


그림 8. 脫氣水(—)와 水道水(···)에 의해 炊飯한 米飯의 還元糖量

표 4. 脫氣水와 水道水에 의해 炊飯한 米飯의 밥 물량

	밥물량mg/米飯乾重g	
	6時間後	24時間後
脫氣水	5.30	3.54
水道水	6.25	5.03

보통의 경우에는 밥을 짓자마자 먹는 경우보다 수 시간이 지난 후에 먹게 되는 경우가 많은데 탈기수를 사용한 경우에는 보존성이 뛰어나고, 유통에 있어서도 효과를 보게 된다. 또한 6~10시간 정도의 제조 시간대의 변경이 가능해 짐을 나타낸다.

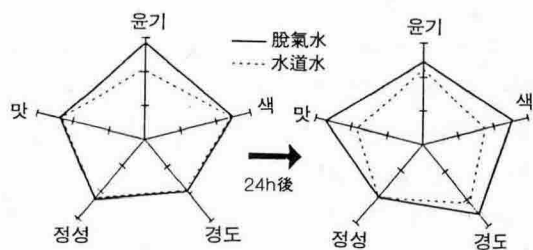
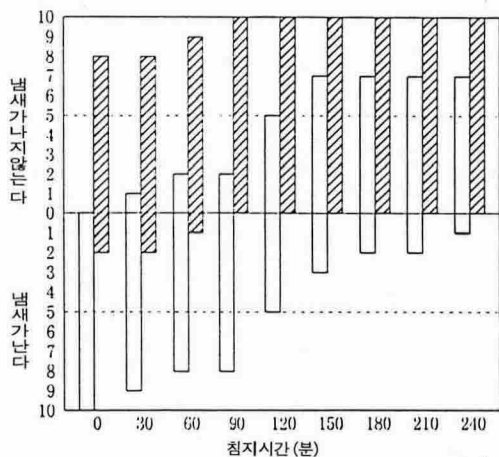


그림 9. 脫氣水와 水道水로 炊飯한 米飯의 官能檢査

(그림 9)를 통해서도 확인 할 수 있다. 취반 직후에는 광택, 색, 경도, 점성, 맛 등 차이가 거의 없지만 시간이 지나면서 이러한 차이를 발견 할 수 있고, 특히 경도, 색, 맛에 있어서 탈기수를 사용한 쪽이 좋은 결과를 나타내고 있다. 또한 수입 쌀(타이)의 취반에 있어서는 특유의 냄새가 있기 때문에, 통상 수도물에 장시간 침지시켜서 냄새 성분을 용출시키고, 냄새의 발생을 억제하고 있다(그림 10). 그러나 탈기수로는 침지시간을 거의 필요로 하지 않으면서 산소에 의한 불포화 지방산의 산화 억제 작용에 의해 산화취의 발생을 억제할 수 있고, 침지 시간을 연장할 필요가 없다.

어쨌든, 탈기수를 이용해서 미반을 제조하면 미립에의 수분 침투가 좋아지고, 성분의 산화와 미립의 파괴를 억제할 수 있기 때문에, (1) 보습성과 점탄성이 우수함, 유키있는 미반이 되고, (2) 풍미의 열화가 적고 하얗게 밥을 지을 수 있고, 색의 변화가 적은 미반을 지을 수 있는 등 품질향상을 기대할 수 있다.

外國産米의 炊飯에 대한 脫氣水의 效果



【条 件】

- 京都府日本晴 70% + 태국산 Indica米 30% 普通水使用 (水溫 9℃)
- ▨ 同 上 脫氣水使用 (水溫 9℃) (DO 0.8pm)

그림 10. 脫氣水와 水道水로 炊飯한 米의 냄새에 대한 官能檢査

이러한 화학적, 물리적 검사의 결과는 관능 검사

3. 탈기수에 의한 쌀밥의 생산성 향상과 생산비 절감

탈기수를 세정, 침지, 밥물로 이용하게 되면 품질 향상의 효과가 있음을 알 수 있었는데, 생산성 향상과 비용절감의 면에서는 가능한 한 세정, 침지에의 사용은 생략할 수 있다. 그리고, 사용 물의 양을 적게하고, 동시에 취반 라인의 간소화로 인하여, 제조시간의 단축과 조업시간의 변경도 피할 수 있다. 여기서 세정과 침지 공정에 수도물을 사용 또는 이런 공정을 생략해서 취반한 경우, 종래의 방법(세정, 침지, 가수)과 비교해서 어느 정도 차이가 있는가에 대해 검토한 결과를 설명하고자 한다.

표 5는 탈기수와 수도물에 의한 취반시험법을 나타내고 있다. 즉, 방법 1~3은 세정, 침지, 밥물 사용을 탈기수 또는 수도물을 사용한 경우의 조합이다. 방법 4, 5는 침지 공정을 생략하고, 세정과 밥물에 탈기수 또는 수도물을 사용하여 취반한 것이다.

표 5. 脫氣水와 水道水에 의한 炊飯試驗法

方法	洗米 (5分間)	浸漬 (30分間)	炊飯水 (加熱20分間)
1	○	○	○
2	●	●	●
3	○	●	●
4	○	—	○
5	●	—	●

● : 脫氣水 (DO = 0.4 ~ 0.5ppm)

○ : 水道水 (DO = 8 ~ 10ppm)

— : 省略

모든 조작에 탈기수를 사용하면 수도물 사용에 비해 수분, 경도, α 화율이 유지됨과 동시에, 가수량을 증가시켜도 품질이 저하하지 않기 때문에 결과적으로 수율이 향상한다. 지금까지 탈기 장치물 도입하고 있는 대형 취반 라인에서는 쌀의 종류에 따라 수율은 다소 변동하지만 국산쌀이든 수입쌀이든 2 ~ 4%(연평균 3%)의 증가가 인정되고 있다.

표 6에서 세정 조작에 수도물을 사용하고, 다른 공정에 탈기수를 사용하면(방법 3)수도물만 사용한 경우(방법 1)에 비해 보수성이 뛰어난 쌀밥을 만들 수 있었다.

표 6. 脫氣水와 水道水에 의한 炊飯과 水分, 硬度, 還元糖, α 化率

方法	水分 (%)		硬度 (%)		還元糖	밥 물	α 化率 (%)
	6h後	24h後	6h後	24h後	6h後	6h後	24h後
1	60.5	52.3	35.2	38.5	1.38	1.49	77.0
2	63.1	54.2	34.0	33.6	1.73	1.29	84.3
3	62.2	54.1	33.5	35.0	1.70	1.37	80.2
4	60.0	49.5	37.0	40.9	1.40	1.40	72.5
5	60.8	52.9	35.5	36.3	1.65	1.10	76.5

還元糖量, 밥물량 : 페놀硫酸法(글루코스換算)

 α 化率 : β 아밀라제法

또한, 침지 공정을 생략한 경우(방법 4, 5), 수도물을 사용하면 α 화율이 낮고, 24시간 후 딱딱해져서 품질의 열화가 분명히 나타나지만, 탈기수를 세정과 밥물에 사용하면, 모든 공정에 수도물을 사용(방법 1)한 경우에 비해 24시간 후의 경도는 낮게 유지되고 있음을 알 수 있다.

이상의 결과에서, 미반의 품질 향상에는 세정, 침지, 밥물 사용 등 모든 공정에 탈기수를 사용하면 가장 좋겠지만, 취반 기기와 물의 사용량 절감을 고려하여, 침지와 밥물 사용을 탈기수로 사용해도, 효과를 볼 수 있다.

또한, 생산성의 향상과 생산 비용 절감의 면에서 보면, 침지 공정을 생략하고, 세정과 밥물 사용에 탈기수를 사용한다면, 침지용 그릇이 불필요하게 되고, 사용수량과 배수 처리 양이 감소하고, 제조 시간이 단축되므로, 그에 따른 제조 시간대의 변경도 가능하다.

결 론

탈기수의 미반 제조에의 이용과 효과에 대해 서술하였는데, 지금까지의 사용법과 효과, 특성에 대해 요약하면 다음과 같다.

〈탈기수 사용의 효과〉

- (1) 보습성, 점탄성을 유지할 수 있어 윤기나는 쌀밥을 만들 수 있다.
- (2) 쌀밥의 모양 변화가 없고, 좋은 맛 성분이 유지된다.
- (3) 풍미의 열화가 없고, 하얗게 밥을 지을 수 있고, 색 변화가 없다.

〈품질향상을 위한 탈기수의 이용법〉

- (A) 洗米, 침지, 밥물에 탈기수를 이용한다.
- (B) 洗米를 수도물로 하고, 침지와 밥물을 탈기수로 이용한다.
- (C) 洗米와 밥물에 탈기수를 이용하고, 침지공정을 생략한다.

단, 품질적으로는 (A)의 방법이 가장 좋고, 다음으로(B)법, (C)법은 (A), (B)에 비해서는 떨어지지만 다음과 같은 이유에서 앞으로 보급이 예상된다.

- a. 취사 시간의 단축(응급 취사시)과 증산이 가능하다.
- b. 사용 물의 양이 종래 방법의 약 반 정도이고, 배수처리 비용이 적다.

- c. 취사라인을 간소화 또는 소형화 할 수 있고, 설비 투자와 설비 면적을 줄일 수 있다.
- d. 가수량을 증가시켜도 품질이 저하되지 않기 때문에 결과적으로 최종 중량이 증가하고, 수율이 향상된다.

외식 산업의 보급 확대와 학교급식의 미반 도입에 의해, 대량 취반 시설의 수요가 점차 확대되어 가는 가운데, 미반의 품질 향상은 무엇보다도 생산성의 향상과 생산 비용의 절감이 필수로 되고있다.

취반용 탈기수 제조장치는 이러한 필요에 충분히 대응할 수 있다.

또한, 취반 메이커 등의 기술 협력에 의해, 지금은 탈기장치를 적용한 신형 취반기도 생산되고, 탈수기수의 효과, 특성을 최대한으로 발휘시킨 사례도 있다. 앞으로, 탈기수를 통상수로 대신하는 기능수로서 뿐만 아니라 주변 기기와의 조합도 연구해서 탈기수의 식품 가공에의 이용 범위를 확대할 것을 기대해 본다.

(출처 : 食品と科學, 36(9), 1994)