

과제구분	기본	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	연구실	책임자
소비트렌드 대응 쌀 가공식품 다양화 연구		농식품 자원	'23~'26	작물연구과	이용선
경기도 개발 쌀 품종의 품질유지 및 가공적성 연구		농식품 자원	'23~'25	작물연구과	이용선
색인용어	쌀, 취반방법, 가공적합성				

ABSTRACT

This study aimed to comprehensively evaluate the storage conditions, cooking method, and processing suitability of major rice cultivars developed in Gyeonggi-do, Korea; *Yeorihyang*, *Chamdream*, *Yeonjin*, and *Kkummaji*, in order to identify their quality characteristics and optimal utilization strategies. In the storage study of *Yeorihyang*, palatability significantly decreased with increasing storage temperature, showing a sharp decline at 25°C compared to 15°C. As a result of storing at 4°C and 20°C in the form of white rice, the period of maintaining the freshness (FD value) of 80 or higher was maintained for up to 8 weeks when stored at 4°C after storage of Jeongjo at 15°C. The 2-AP content of each storage temperature was high in 15°C storage, and in the case of 25°C storage, it was not analyzed after 3 months. In terms of cooking method, *Chamdream* exhibited the highest overall sensory preference, especially under non-pressure cooking conditions. *Yeorihyang* showed improved palatability after soaking followed by non-pressure cooking, whereas *Yeonjin* demonstrated higher preference under pressure cooking. As a result of examining the processing suitability of each rice cultivars, *Yeonjin* showed relatively high sensory evaluation results in all of sushi, Seolgi-tteok, and Garae-tteok, so it was judged as a variety with high possibility of use as processing rice. In particular, it showed high suitability in sushi and Seolgi-tteok. *Kkummaji* received excellent evaluation in terms of flavor and texture in Seolgi-tteok and Garae-tteok, and was found to be particularly suitable for tteokguk-tteok. On the other hand, *Chamdream* showed a moderate evaluation overall.

Key words : Rice, Cooking method, Processing suitability

1. 연구목표

쌀은 아시아에서 주요 열량 공급원으로 이용되는 대표적인 식량자원이며, 재배지역, 품종, 도정정도, 저장조건에 따라 품질 특성이 크게 달라진다(Lee *et al.*, 2014). 또한 수확 후 저장 중 호흡작용에 의해 각종 효소적 변화가 진행되며, 산화 및 저장양분의 분해가 계속되어 양적, 질적 손실을 초래하여 상품성을 잃게 될 수 있다. 따라서 쌀의 품질유지를 위해서는 수확 후 건조, 도정 및 저장 관리기술의 체계적인 확립이 필요하다.

최근 쌀 소비성향이 고급화, 다양화됨에 따라 향미와 같은 특수용도 쌀에 대한 관심이 증가하고 있다. 향미는 밥을 지을 때 팝콘 또는 누룽지와 유사한 향을 나타내는 것이 특징이며, 향미의 주요 방향성분은 2-acetyl-1-pyrroline(2-AP)로 알려져 있다(Grimm *et al.*, 2001). 향미의 저장조건에 따른 향기성분(2-AP) 변화는 벼 상태로 저장하는 것이 효과적이며, 저온(4℃)에 보관한 경우 향 유지가 가장 잘되었다고 보고하였다(Han *et al.*, 2021).

밥의 식감은 쌀의 90% 이상을 차지하고 있는 전분에 의해 좌우되며, 쌀 전분에서도 열수 가용성 전분과 아밀로스 함량이 많을수록 경도는 낮고 점착성은 높다고 알려져 있다(Kim, 2004). 또한 조직감에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 취반방법이며, 특히 침지조건, 가수량 및 가열조건과 밥의 저장방법이다. 여러 연구에 따르면 쌀밥은 저장 중에 식미가 크게 감소하며, 이와 같은 식미저하는 특히 저온에서 현저해져 실온 및 고온 저장한 쌀밥의 노화속도에 비해 1.5배 빠르다고 보고하였다(Kim & Pyun, 1982). 밥의 식미향상을 위해서는 유전적으로 밥맛이 우수한 좋은 품종을 선택하여 적절한 재배기술을 투입하는 것뿐만 아니라 쌀 전분의 특성과 취반 특성을 최적화할 수 있는 연구가 필요하다.

우리나라 사람들이 가장 선호하는 일본 음식은 초밥으로 알려져 있는데, 그 이유는 맛이 좋고 위생적이기 때문이라고 한다. 일본에서는 초밥, 카레라이스, 리조또와 같은 요리에 어울리는 쌀 품종을 별도로 개발하여 소비자들의 만족도를 높이는 방안을 연구하고 있으나, 우리나라에서는 초밥이나 밥 용도에 맞는 품종 개발 연구는 거의 없는 실정이다. 이는 시중에서 가장 많이 제조·판매되고 있는 가래떡이나 설기떡에서도 신 등(2014)의 쌀 품종별 떡볶이 떡의 품질에 관한 연구를 제외하고는 노화지연 및 부재료 첨가에 따른 품질특성에 관한 연구가 주를 이루고 있다(Yu & Han, 2004; Lee *et al.*, 2012; Kang *et al.*, 2012).

따라서 본 연구에서는 경기도에서 육성된 주요 쌀 품종을 대상으로 저장 조건, 취반 조건 및 가공 적성을 종합적으로 평가하여 품종별 품질 특성과 활용 가능성을 검토하였다. 향미 벼 품종인 「여리향」을 대상으로 정조 및 백미 형태의 저장에 따른 향기 성분 변화 및 품질 특성을 조사하여 향기 유지에 적합한 저장 조건을 구명하였다. 또한 경기도 주요 품종인 「참드림」, 「여리향」, 「연진」을 대상으로 취반 방법, 수침 시간 및 밥 보관 조건에 따른 밥의 특성과 조직감 변화를 분석하였다. 「연진」, 「참드림」, 「꿈마지」 품종을 이용하여 초밥, 설기떡 및 가래떡 제조 적성을 평가하고, 용도별 적합 품종을 선발하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시험재료

시험에 사용된 쌀은 경기도에서 육성된 향미 특성을 지닌 「여리향」과 「참드림」, 「연진」, 「꿈마지」 품종으로, 「여리향」과 「연진」은 연천의 농가에서 전년도에 생산된 쌀을, 「참드림」과 「꿈마지」, 대조로 사용된 「고시히카리」는 시중에서 구입하여 사용하였다. 저장 시험을 위한 「여리향」은 10월 하순 수확즉시 정조 상태로 구입하여 농업기술원 저온저장고에 보관하였으며, 「참드림」, 「연진」, 「꿈마지」, 「고시히카리」는 구입즉시 15℃ 저장고에 보관하며 사용하였다.

나. 저장형태 및 포장방법

「여리향」은 정조와 백미 상태로 구분하여 저장하였으며, 정조는 15℃와 25℃에 저장하였으며, 1개월 간격으로 시료를 채취하여 품질변화와 도정하여 백미로 4℃와 20℃에 2개월간 보관하며, 백미의 소비기한도 조사하였다. 이때 정조는 20kg씩 PP(Polypropylene) 마대 포장을 적용하였으며, 백미는 10kg 단위로 지대포장하여, 매일 개봉 후 상단을 접어 집게로 집어 가정내 소비 환경으로 보관 시험을 수행하였다. 또한 농가 창고(1.1~29.3℃)에 보관된 정조의 품질 변화를 조사하기 위해 연천의 농가에서 톨백으로 저장된 쌀을 매달 구입해서 시료로 사용하였다.

다. 취반 및 보관조건

쌀을 씻을 때는 첫 번째 물은 바로 버리고, 4회에 걸쳐 쌀을 깨지지 않게 재빨리 씻어주었다. 수온을 상온으로 맞추기 위해 큰 통에 미리 정수기 물을 받아 1일간 상온에 방치한 후 사용하였으며, 가수량은 쌀 무게 대비 1.0~1.5배에 해당하는 물을 저울로 잰 후 침지시간별로 바로 취사, 30분 후, 1~4시간으로 조절하였다. 취사 방식은 압력과 무압으로 조절이 가능한 전기밥솥(CRH-TWS0610, 쿠첸, Korea)을 사용하여 압력취사와 무압취사로 구분하였다. 취사가 완료되면 공기가 골고루 닿도록 밥을 섞어 여분의 수분을 날려 밥이 통통해지도록 하였다. 취반 후 보관기간에 따른 밥의 품질변화를 조사하기 위해 시료는 상온(25℃), 냉장(4℃), 냉동밥을 전자렌지 2분간 해동 후 25℃에 보관하였다.

라. 초밥 제조

경기도 품종 중 「참드림」, 「연진」, 「꿈마지」와 대조로 「고시히카리」에 대해 초밥 제조 후 품질을 비교하였다. 초밥용 밥 제조를 위해 쌀을 4회 수세하고, 체에 30분동안 받쳐 물이 빠지면서 쌀알에 여분의 물이 흡수되도록 하였다. 그리고 쌀 무게의 1.1배가 되도록 생수를 첨가하고 전기밥솥의 무압으로 취반한 후 15분간 뜸을 들였다.



취반한 밥양의 10%의 초밥 식초(카쿠카쿠 초대리소스)를 넣고 주걱으로 잘 섞어 양념이 밥에 골고루 배이도록 한 후 30분간 숙성을 시킨 후 45℃ 향온기에 보관하며 품질조사를 실시하였으며, 초밥 제조 전문가 4명에게 쌀과 설문지를 보내 가공적성을 검토받았다.

마. 떡 제조

「참드림」, 「연진」, 「꿈마지」를 사용해 설기떡과 가래떡을 제조하였으며, 가래떡은 실온에서 48시간 자연건조시킨 후 두께 0.3 cm로 절단하여 떡국떡으로 완성하였다. 떡국떡의 조리특성을 조사하기 위해 절단 후 물 10배를 넣고 1시간 불린 후 10분간 가열하여 조리특성을 검토하였다. 또한 외부 떡 전문가 3명에게 쌀과 설문지를 보내 가공적성을 검토받았다.

바. 품질분석 및 기호도 조사

수분은 105℃ 상압건조법에 의해 3회 반복한 평균값을 구하였으며, 색도는 색도색차계(CR-410, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 명도는 L값, 적색도는 a값, 황색도는 b값으로 나타내었다.

밥의 Texture 측정용 시료는 칭량된 10g의 밥을 시료 측정 컵에 성형하고 2분 동안 정치한 다음 puncture probe(25mm²)가 설치된 Tensipresser(My Boy II system, Taketomo Electric, Inc. Japan)에 장착하였다. 측정은 two-bite compression에 의해, 총 두께의 25% 압착으로 바깥층과 다시 90% 압착으로 밥 전체의 물성을 측정하였다. 측정속도는 2.0 mm/s, 측정 항목은 밥의 경도, 부착성, 찰기, 식미치를 측정하고, 시료 당 9회 반복 측정하여 평균값으로 표시하였다.

신선도는 쌀알 72립에 신선도 지시약을 이용한 발색 변화를 신선도측정기(RN-820, Kett co. Japan)로 분석하였으며, 결과값인 FD값(Fresh degree value)이 100~90이면 선도가 상당히 양호, 90~80은 선도 양호, 50이하는 변질미로 판정된다.

떡국떡의 조리특성 중 수분흡수율 측정은 떡국떡 20 g을 6배 중량의 끓는 물에서 3분간 가열한 후 체에 건져 상온에서 2시간 동안 방랭 후 떡 표면의 물기를 제거하고 무게를 측정하여 수식에 의해 값을 산출하였다. 고형물 용출량 측정은 수분흡수율을 구하기 위해 끓였던 조리수를 미리 건조시켜 무게를 달아둔 용기에 부어 105℃ 건조기에서 10시간 건조시킨 후 30분간 방랭하여 용기의 무게를 측정하고 수식에 의해 값을 산출하였다.

수분 흡수율(%) = (조리 후 떡의 무게 - 조리 전 떡의 무게) × 100 / 조리 전 떡의 무게

고형물 용출량(%) = (건조 후 용기 무게 - 건조 전 용기 무게) × 100 / 건조 전 용기의 무게

「여리향」의 주요 향기성분인 2-AP는 전자코(Heracles Neo, Alpha MOS, France)로 측정하였는데, 백미 시료 3g을 20ml sealing tube에 칭량하고 밀봉하여 60℃까지 승온시킨 다음 500rpm으로 30분간 headspace generation time을 진행시킨 후 sensor를 통과시켜 방향성 성분 비율을 측정하였다. 쌀 시료는 각 6반복으로 실험하여 각 성분의 정량적인 조성비율을 저항값으로 환산하여 수치화하였다.

노화도 측정을 위해 시료는 동결건조기를 이용하여 건조시키고, 100mesh를 통과시켰다. 10mg의 쌀 시료와 증류수의 무게(1:3, w/w)를 측정 후 알루미늄 시료팬에 넣고, 팬은 수분손실을 방지하기 위해 밀봉하여, 평형에 도달하도록 2시간 동안 실온에 방치하였다. 시차주사열량기(DSC 4000, PerkinElmer Inc., USA)에 의한 노화도는 Krong등(1989)의 방법에 따라 측정하였는데, 시료를 20℃에서 1분동안 등온적으로 유지한 후 20℃에서 120℃까지 10℃/min로 가열시켰다. 40℃에서 70℃ 사이에 나타나는 노화된 녹말 melting peak와 관련된 호화 엔탈피(ΔH , J/g)를 계산하였으며, DSC는 3배수로 측정하여 평균값을 제시하였다.

기호도 조사는 취반 후 밥알이 손상되지 않도록 주의하여 주걱으로 혼합한 후 밥의 온도가 $27 \pm 2^\circ\text{C}$ 정도가 되도록 한 후 실온에서 평가하였다. 외관(윤기, 모양), 밥냄새(향), 조직감, 밥맛, 전반적 품질에 대해 9점 척도법으로 측정하였는데, 매우 좋음(9)에서 매우 나쁨(1)까지 기호도가 높을수록 높은 점수를 주도록 하였다.

사. 통계분석

모든 데이터는 3회 반복 측정하였으며, 또한 얻어진 결과에 대해서는 SAS 프로그램(Statistical Analysis System, version 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test로 각각의 변수에 대한 결과를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

<시험 1> 「여리향」 향기 및 품질유지 방법 연구

가. 정조형태의 쌀 저장에 따른 품질변화

「여리향」을 정조형태로 저장고(15℃, 25℃)와 농가의 일반 저장창고에 보관하면서 쌀의 품질변화를 조사한 결과는 표 1과 같다. 저장 전 쌀의 수분함량은 15.28%이었으며 저장기간이 경과함에 따라 전반적으로 감소하는 경향을 보였다. 15℃ 저장에서는 저장 4개월 때 12.29%로 감소한 후 저장기간이 길어질수록 13% 내외 수준을 유지하였다. 일반 창고에서는 12.3~12.7% 수준으로 비교적 안정적으로 유지되었으며 저장 온도가 높은 25℃ 조건에서 수분 감소 폭이 가장 큰 것으로 나타났다.

저장 전 취반식미치는 83.5 였으며 저장조건에 따라 감소 양상이 다르게 나타났다. 15℃에서는 저장기간 동안 80~82 수준을 유지하다가 10개월 후 78.0으로 감소하여 비

교적 완만한 감소를 보였다. 반면 25°C에서는 저장기간이 경과할수록 지속적으로 감소하여 10개월 후 72.0까지 낮아져 식미 저하가 가장 크게 나타났다. 일반 창고에서는 초기에는 81.2를 유지하였으나 저장 6개월 이후 급격히 감소하여 장기저장 시 식미 저하가 발생하는 것으로 나타났다. 황색도(b값)는 저장기간이 경과할수록 대체로 증가하는 경향을 보여 저장 중 쌀의 황변 현상이 진행되는 것으로 판단되었으며, 특히 25°C 저장조건에서 b값 증가가 가장 크게 나타났다.

정조 형태로 저장한 쌀의 품질 변화는 저장온도에 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 15°C 저장에서는 수분, 취반식미치, 신선도가 비교적 안정적으로 유지되었으며 저장기간이 길어져도 품질 저하가 완만하였다. 반면 25°C 저장에서는 취반식미치와 신선도가 급격히 감소하고 황색도가 증가하여 품질 열화가 빠르게 진행되는 것으로 나타났다. 일반창고에서는 수분 변화는 비교적 안정적이었으나 저장기간이 길어질수록 식미와 신선도가 계속 감소하는 경향을 보였다. 따라서 정조 상태의 장기 저장 시에는 저온(15°C) 저장이 쌀 품질 유지에 유리할 것으로 판단되며, 이는 박(2023)의 벼를 상온저장하는 것은 취반미 식미저하에 원인이 됨으로 이를 방지하기 위하여 저온저장을 고려해야 한다는 보고와 일치한다.

표 1. 정조형태로 저장 중 쌀의 품질변화

보관 장소	저장기간 (도정시기)	수분 (%)	취반 식미치	신선도 (FD값)	색도		
					L	a	b
	저장 전	15.28 ^a	83.5 ^a	98.5 ^a	90.59 ^c	1.80 ^d	16.88 ⁱ
15°C	4개월(3월)	12.29 ^e	81.2 ^c	100.0 ^a	84.80 ^g	1.73 ^d	16.47 ^j
	6개월(5월)	13.34 ^c	80.5 ^c	100.0 ^a	92.66 ^b	1.75 ^d	18.58 ^g
	8개월(7월)	13.71 ^b	82.2 ^b	84.5 ^c	92.66 ^b	1.33 ^f	18.84 ^f
	10개월(9월)	13.63 ^b	78.0 ^d	85.0 ^c	90.94 ^c	1.38 ^f	18.77 ^f
25°C	4개월(3월)	10.33 ^f	80.3 ^c	99.5 ^a	83.63 ^h	1.95 ^c	17.07 ^h
	6개월(5월)	10.40 ^f	75.8 ^f	89.0 ^b	86.15 ^f	2.22 ^b	19.80 ^c
	8개월(7월)	12.38 ^e	74.8 ^g	69.0 ^d	90.81 ^c	1.55 ^e	20.07 ^b
	10개월(9월)	13.59 ^b	72.0 ^h	61.5 ^e	93.92 ^a	1.52 ^e	20.65 ^a
일반 저장 창고	4개월(3월)	12.32 ^e	81.2 ^c	100.0 ^a	80.84 ⁱ	2.34 ^a	16.92 ^{hi}
	6개월(5월)	12.74 ^d	74.7 ^g	99.5 ^a	89.75 ^d	1.98 ^c	19.55 ^d
	8개월(7월)	12.66 ^d	77.0 ^e	90.5 ^b	92.93 ^b	1.40 ^f	19.11 ^e
	10개월(9월)	12.67 ^d	74.7 ^g	84.5 ^c	87.69 ^e	1.34 ^f	19.24 ^e

* Means with different in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

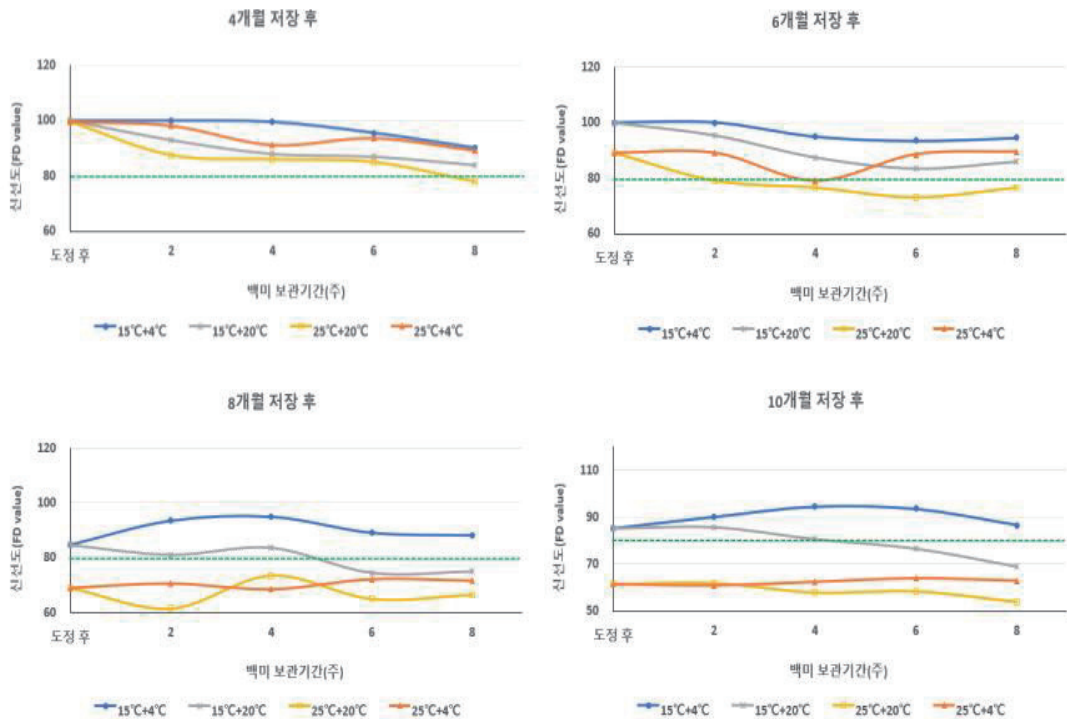


나. 도정 후 백미형태의 쌀 저장에 따른 품질변화

1) 신선도의 변화

「여리향」을 정조로 저장한 후 1개월마다 백미로 도정하여 4℃와 20℃에 보관하면서 신선도의 변화를 조사한 결과는 그림 1과 같다. 보관기간이 경과함에 따라 신선도(FD값)는 감소하는 경향을 보였는데, 정조로 4개월 저장 후 백미로 보관할 경우, 대부분의 처리에서 FD값이 90 내외를 유지하여 전반적으로 양호한 수준을 나타냈다. 정조 6개월 저장 후는 보관조건에 따른 차이가 더욱 뚜렷하게 나타났는데, 4℃ 보관에서는 신선도 감소 폭이 크지 않아 대부분 FD값이 90 수준을 유지하였으나, 20℃ 보관에서는 25℃ 정조 저장한 처리에서 FD값이 80 전후까지 감소하였다. 이는 보관 온도가 높을수록 품질 저하 속도가 빨라지는 경향을 나타내었으며, 정조 10개월 저장 후에서도 뚜렷한 차이를 보였다. 또한 일반 창고에서 정조로 저장한 후 20℃에서 백미로 보관한 경우, 저장 8개월까지는 8주까지 FD값이 80 이상의 양호한 선도를 유지하였으나, 10개월 저장 후는 약 6주까지 FD값 80 이상을 유지하는 것으로 나타났다.

따라서 FD값이 80 이상으로 선도가 양호한 시기는 15℃ 정조 저장 후 백미로 4℃에 보관할 경우 10개월 저장까지는 8주까지, 20℃에 보관할 경우 8개월 저장은 5주까지 품질유지가 가능하였다. 또한 일반 저장창고에 정조 저장 후 20℃에 백미로 보관할 경우 8개월 저장은 8주까지, 10개월 저장은 6주까지 품질유지가 가능하였다. 정조 상태로 저장 후 백미로 4℃ 보관이 장기간 신선도 유지에 효과적인 것으로 판단되었다.



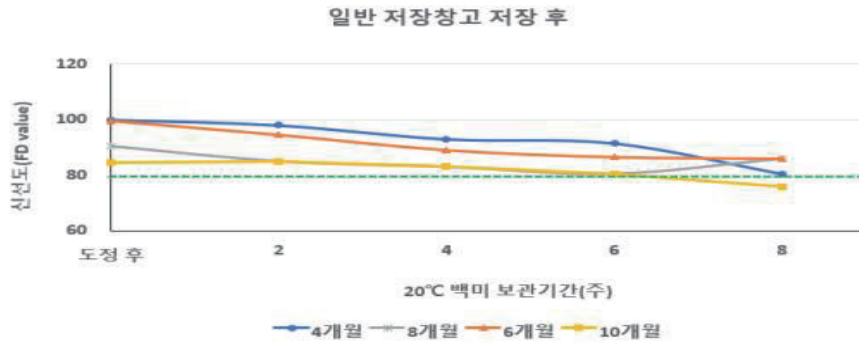


그림 1. 도정 후 백미 보관기간에 따른 신선도의 변화

2) 취반식미치의 변화

「여리향」을 정조로 저장하면서 백미로 도정하여 4℃와 20℃에 보관하면서 취반식미치의 변화를 조사한 결과는 그림 2와 같다. 저장기간이 경과함에 따라 전반적으로 도정 후의 식미치는 다소 감소하는 경향을 보였으며, 정조 저장 4개월 후 취반식미치는 대부분 처리에서 75 이상을 유지하였다. 정조 6개월 저장 후에는 보관조건 간 차이가 뚜렷해져, 4℃ 보관에서는 식미치가 비교적 안정적으로 유지된 반면, 25℃ 저장 후 20℃ 보관에서는 식미치가 70 수준까지 감소하였다. 이는 저장 온도가 높을수록 취반 품질 저하가 빠르게 진행될 가능성을 보여주었다. 8개월 저장에서도 유사한 경향이 관찰되었으며, 10개월 저장 후에는 처리간 차이가 크게 나타났다. 15℃ 정조 저장 후 4℃ 보관에서는 비교적 높은 식미치를 유지하였으며, 20℃ 보관시에도 8주까지 식미치 75 이상을 유지하였다. 그러나 정조형태로 25℃ 저장 후 백미로 도정한 경우 초기 식미치가 72.0으로 도정 후 20℃에 보관할 경우 2주후 70 이하 수준으로 감소하였다. 따라서 정조 형태로 15℃ 저장한 후 백미로 보관한 처리를 비교한 결과, 4℃에서 보관한 경우 저장 8개월까지 식미치 75 이상을 유지하였다. 동일하게 20℃에서 보관한 처리의 경우에는 저장 10개월까지 8주 동안 식미치 75 이상의 품질을 유지하는 것으로 나타났다. 반면 정조 형태로 25℃에서 저장한 처리는 저장기간이 증가함에 따라 식미치 감소가 상대적으로 빠르게 나타났다. 또한 일반 저장창고에서 정조 형태로 저장한 후 20℃에 백미로 보관한 경우, 약 4주까지 식미치 75 이상의 품질을 유지하는 것으로 나타났다.

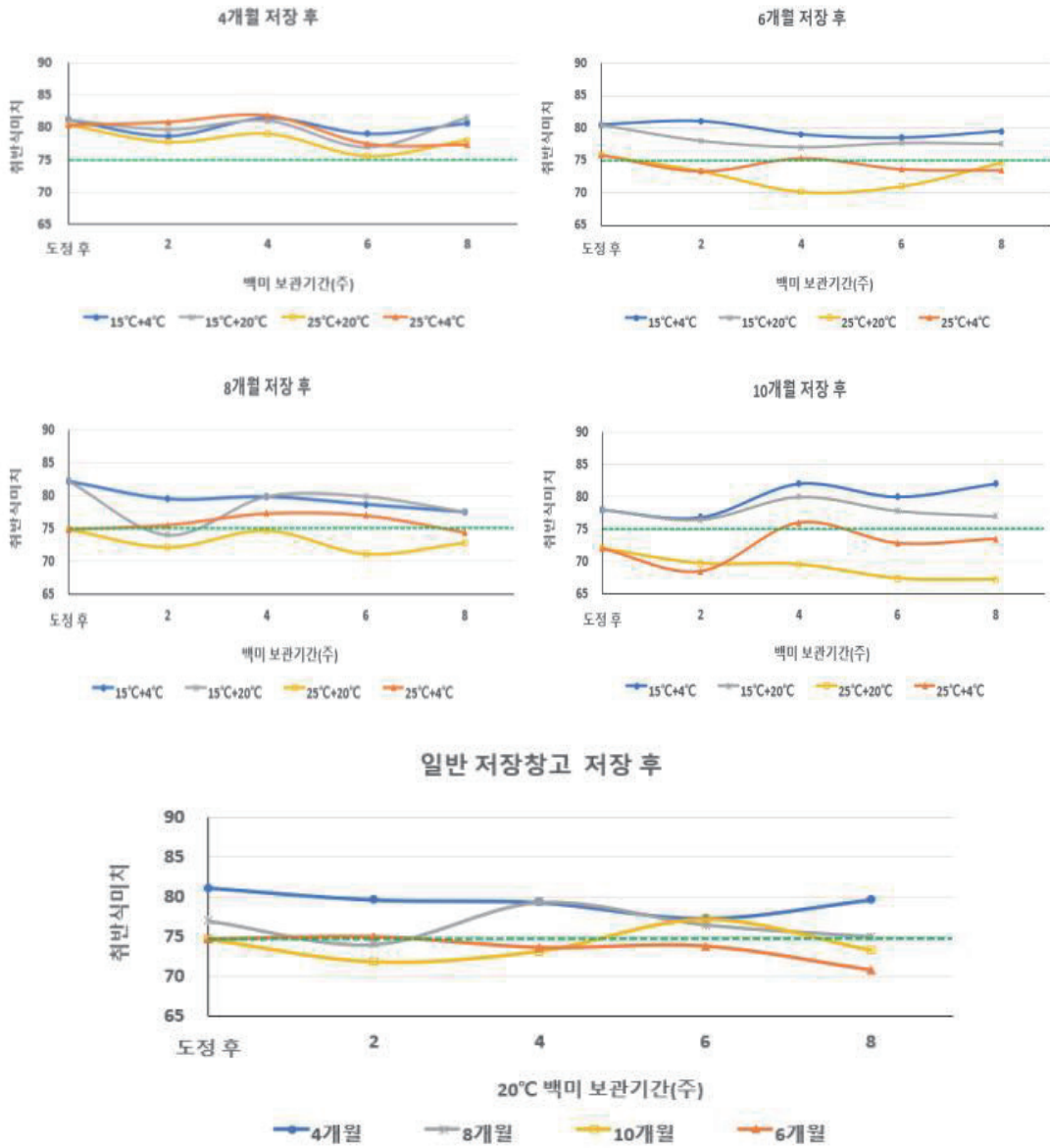


그림 2. 도정 후 백미 보관기간에 따른 취반식미치의 변화



3) 저장기간 중 2-AP(2-Acetyl-1-Pyrroline)의 변화

향미벼인 「여리향」을 정조로 저장하면서 저장온도 및 기간별 주요 향기성분인 2-AP를 전자코로 분석한 결과는 그림 3과 같다. 저장 초기에는 일반 저장창고에서 가장 높은 함량을 나타냈으나, 저장기간이 경과함에 따라 일반 저장창고의 함량은 낮아지고, 15°C 저장에서 함량이 더 높아졌다. 저장 초기(1개월)에는 일반 저장창고에서 2.0 ug/g 수준으로 높은 값을 나타냈으며, 15°C와 25°C 저장에서는 1.0-1.2 ug/g 수준으로 상대적으로 낮은 값을 보였다. 그러나 저장기간이 경과함에 따라 일반 저장창고의 2-AP 함량은 지속적으로 감소하는 경향을 나타냈다. 15°C 저장의 경우 저장 초기에는 비교적 낮은 수준을 보였으나, 저장기간이 경과하면서 2-AP 함량이 증가하는 경향을 나타냈다. 반면 25°C 저장에서는 저장기간이 경과함에 따라 2-AP 함량이 급격히 감소하는 경향을 보여, 저장 3개월 이후에는 2-AP가 검출되지 않아 고온 저장 조건에서는 향기 성분의 손실이 빠르게 진행되는 것으로 나타났다. 따라서, 정조 저장 시 향기 성분인 2-AP의 유지에는 저장 온도가 중요한 요인으로 작용하며, 15°C 저장이 향기 성분을 장기간 유지하기에 가장 효과적인 것으로 판단되었다.

향미벼의 향기 유지를 위한 정조형태의 적정 저장온도는 15°C이었으며, 15°C에 정조형태로 저장 후 백미 보관에 따른 향기성분의 변화는 그림 4와 같다. 보관 온도에 따른 차이는 크지 않았으나 보관 기간이 경과함에 따라 전반적으로 다소 감소하는 경향을 나타냈다. 4°C에 보관한 경우, 도정 후 2-AP 함량은 0.6-1.2 ug/g 수준을 나타냈으며, 보관 기간 동안 비슷한 함량을 나타냈다. 20°C에서 보관한 경우에서도 유사한 경향이 나타났는데, 보관기간이 경과함에 따라 전반적으로 감소하는 경향을 나타냈다. 보관온도 간에서 4°C 보관이 20°C보다 전반적으로 약간 높은 수준의 2-AP 함량을 유지하는 경향을 보였으나, 그 차이는 크지 않았다. 따라서 정조 형태로 15°C에 저장한 후 백미로 보관할 경우, 보관 온도에 따른 향기 성분 차이는 크지 않았음을 확인하였다.

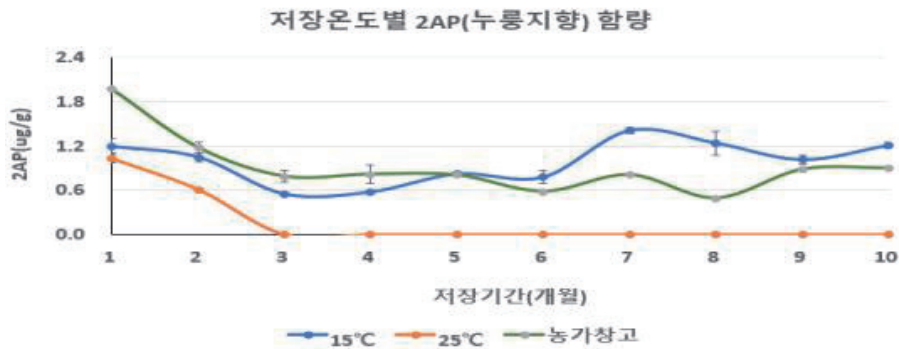


그림 3. 정조 저장온도별 2-AP(2-Acetyl-1-Pyrroline) 함량의 변화

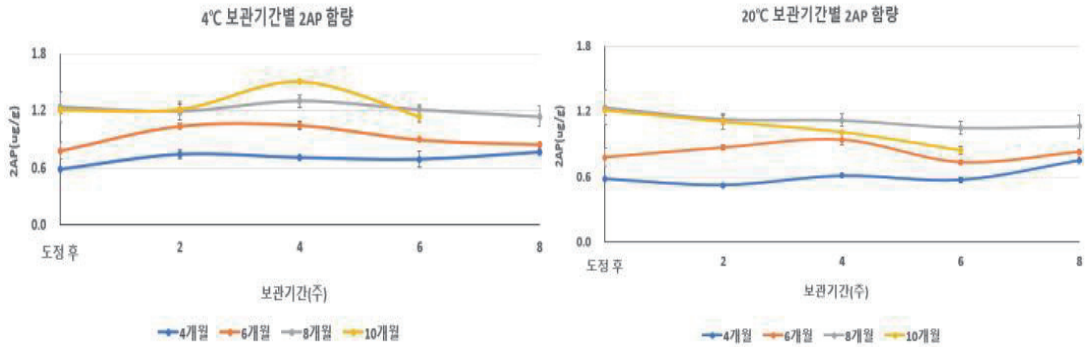


그림 4. 15°C 정조 저장 후 백미 보관방법별 2-AP 함량의 변화

<시험 2> 경기도 개발 쌀 품종의 취반 및 가공적성 연구

가. 침지시간에 따른 취사방식별 취반특성

경기도에서 개발된 주요 쌀 품종 중 「참드림」, 「여리향」, 「연진」에 대해 맛있게 밥을 짓는 방법을 구명하기 위해, 침지시간에 따른 밥의 특성과 기호도를 조사하였다. 우선 「참드림」 품종은 표 2와 같이, 수분함량은 취사방식 및 침지시간에 따른 유의적인 차이가 크지 않았으나, 식감 특성과 기호도에서는 침지시간에 따른 차이가 나타났다. 무압 취사에서 경도는 30분 침지에서 101.6 gf로 가장 높은 값을 나타냈으며, 침지시간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보여 4시간 침지에서는 70.0 gf까지 낮아졌다. 찰기는 30분과 1시간 침지에서 각각 72.8, 72.7 gf·s로 비교적 높은 값을 나타냈으나, 4시간 침지에서는 62.0 gf·s로 감소하였다. 기호도에서도 조직감, 밥맛 및 전반적 품질은 1시간 침지에서 각각 6.4, 6.8, 7.0으로 가장 높은 값을 나타내어 무압 취사에서는 1시간 침지가 가장 우수한 관능적 품질을 나타냈다.

한편 압력 취사의 경우 경도는 61.0~78.4 gf 범위로 무압 취사보다 낮았으며, 반대로 찰기는 78.1~89.8 gf·s로 무압 취사보다 높은 값을 나타냈다. 이는 취반과정에서 수반된 압력이 작용하여 전분 사이의 결합력을 약하게 하였기 때문이라는 이 등(2008)의 보고와 비슷한 결과라 생각된다. 기호도에서는 30분 침지 처리에서 조직감과 밥맛이 각각 6.1, 5.9로 비교적 높은 값을 나타냈으며, 전반적 품질도 6.3으로 높았다.

취사방식 간 비교에서는 압력 취사에서 경도는 낮고 찰기는 높은 경향을 보여 밥의 조직이 상대적으로 부드럽고 점성이 높은 특성을 나타냈다. 그러나 기호도 조사 결과에서는 무압 취사의 1시간 침지 처리에서 전반적 품질이 7.0으로 가장 높게 나타났다. 따라서, 「참드림」 품종의 취반 품질은 침지시간이 지나치게 길어질 경우 식감 및 기호도가 감소하는 경향을 보였으며, 무압 취사에서는 1시간, 압력 취사에서는 30분 침지가 가장 우수한 품질을 나타내는 것으로 판단되었다.



표 2. 「참드림」 품종의 침지시간에 따른 취반 후 밥의 특성 및 기호도

취사 방식	침지 시간	수분(%)	식감		기호도		
			경도(gf)	찰기(gf·s)	조직감	밥맛	전반적 품질
무압	0	55.2±1.1 ^{ns}	80.9±6.2 ^{bc}	70.1±8.2 ^{ns}	4.8±1.3 ^{bc}	4.8±0.8 ^b	4.6±0.5 ^c
	30분	55.3±0.7	101.6±3.5 ^a	72.8±9.5	5.6±1.1 ^{ab}	5.6±0.9 ^b	5.6±0.9 ^b
	1시간	55.2±1.3	89.6±3.4 ^b	72.7±7.0	6.4±1.1 ^a	6.8±0.8 ^a	7.0±1.0 ^a
	2시간	55.2±1.1	79.3±8.2 ^{bc}	68.6±7.9	5.8±0.4 ^{ab}	5.2±0.4 ^b	5.6±0.5 ^b
	4시간	56.7±0.8	70.0±8.3 ^c	62.0±0.3	3.8±0.4 ^c	3.6±0.9 ^c	3.9±0.2 ^c
압력	0	57.0±0.5 ^a	78.4±7.0 ^a	85.8±9.0 ^{ns}	4.6±0.9 ^{bc}	5.3±0.7 ^a	5.6±0.8 ^{ab}
	30분	57.8±1.3 ^a	68.1±1.7 ^{ab}	89.8±8.1	6.1±0.5 ^a	5.9±0.7 ^a	6.3±0.7 ^a
	1시간	57.7±1.2 ^a	61.0±3.8 ^b	83.7±7.7	5.0±1.0 ^{abc}	4.8±0.8 ^{ab}	4.8±0.8 ^{bc}
	2시간	53.5±1.2 ^b	74.7±12.4 ^a	82.9±17.5	5.6±0.9 ^{ab}	5.6±0.9 ^a	5.6±0.9 ^{ab}
	4시간	57.6±1.3 ^a	76.3±2.7 ^a	78.1±18.4	4.0±0.6 ^c	4.2±0.8 ^b	4.0±0.6 ^c

↓ 밥물은 쌀 무게의 1.2배

* Means with different in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

「여리향」 품종에 대한 침지시간에 따른 취반 후 밥의 특성과 기호도를 조사한 결과는 표 3과 같다. 밥의 물성을 보면, 무압 취사 시 경도는 40.2~56.9 gf 범위로 나타났다으며 침지시간이 길어질수록 전반적으로 증가하는 경향을 보였으며, 3시간 침지 처리에서 가장 높은 값을 나타냈고, 찰기도 3시간 침지에서 가장 높았다.

압력 취사의 경우 경도는 48.5~75.3 gf 범위로 나타나 무압 취사보다 전반적으로 높은 값을 보였으며, 특히 무침지 처리에서 가장 높은 경도를 나타냈다. 반면 찰기는 64.8~80.7 gf·s 범위로 무압 취사보다 높은 수준을 유지하였다. 압력 취사에서는 침지시간에 따른 물성 변화가 뚜렷하지 않았으며 처리 간 차이가 크지 않았다. 기호도 조사 결과, 무압 취사에서는 침지시간에 따라 차이가 나타나, 조직감, 밥맛, 전반적 품질은 30분과 1시간 침지 처리에서 상대적으로 높은 값을 나타냈다. 특히 밥맛과 전반적 품질은 30분 침지에서 가장 높은 값을 보여 「여리향」 품종의 경우 단시간 침지가 기호도 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

압력 취사에서는 전체적으로 기호도 점수가 3.4~4.9 범위로 나타나 무압 취사보다 낮은 경향을 보였다. 또한 침지시간에 따른 유의적인 차이는 크지 않았으며, 전반적으로 무압 취사 대비 기호도가 낮게 평가되었다. 이는 취반방법에 따른 쌀밥의 관능 결과 압력밥솥으로 취반한 밥은 생쌀 향미는 적게 나고, 부착성, 응집성, 내부 촉촉함은 높았다는 보고와 같이(Ha & Lee, 2005) 압력취사 시 「여리향」의 향기가 낮아

지고, 경도는 높아져 기호도의 조직감과 종합평가에서 낮게 평가된 것으로 판단된다. 따라서, 「여리향」 품종의 취반 품질은 무압 취사에서 30분~1시간 침지 처리 시 가장 우수한 기호도를 나타냈으며, 침지시간이 3시간 정도 길어질 경우 밥의 물성을 증가시키고 기호도를 저하시킬 것으로 판단되었다.

표 3. 「여리향」 품종의 침지시간에 따른 취반 후 밥의 특성 및 기호도

취사 방식	침지 시간	취반 후 무게 증가율 (%) ^b	식감		기호도			전반적 품질
			경도(gf)	찰기(gf·s)	밥 냄새 (향)	조직감	밥맛	
무압	0	74.6	40.2±2.1 ^b	56.4±7.4 ^{ns}	5.2±1.0 ^{ns}	5.2±1.0 ^{ns}	5.2±1.0 ^{ab}	5.2±0.8 ^{ab}
	30분	74.2	48.1±10.3 ^{ab}	55.6±8.2	5.3±0.8	5.8±0.4	6.3±0.5 ^a	6.2±0.4 ^a
	1시간	75.7	49.1±8.0 ^{ab}	54.5±6.9	5.5±0.8	5.7±0.8	6.0±1.3 ^{ab}	6.0±0.9 ^a
	2시간	74.1	48.4±10.3 ^{ab}	59.8±8.1	4.8±1.6	5.0±0.9	5.2±1.5 ^{ab}	5.2±1.2 ^{ab}
	3시간	75.4	56.9±19.2 ^a	63.4±10.3	4.7±1.0	4.7±1.4	4.5±1.4 ^b	4.7±1.4 ^b
압력	0	70.9	75.3±18.6 ^a	64.8±11.4 ^b	4.8±0.8 ^{ns}	4.8±0.9 ^{ns}	4.8±0.8 ^{ab}	4.6±1.0 ^{ns}
	30분	70.5	51.6±13.2 ^b	80.3±5.7 ^a	4.5±0.5	4.8±0.8	5.3±0.5 ^a	4.9±0.8
	1시간	75.7	54.2±7.7 ^b	79.3±8.8 ^a	3.8±1.2	4.1±0.9	4.3±1.4 ^{ab}	4.2±1.2
	2시간	74.9	54.7±11.6 ^b	76.3±5.4 ^a	3.7±1.2	4.0±1.1	3.8±1.5 ^{ab}	3.8±1.5
	3시간	77.1	48.5±5.0 ^b	80.7±4.1 ^a	3.8±1.3	3.8±1.3	3.7±1.5 ^b	3.4±1.5

↓ 밥물은 쌀 무게의 1.2배

↓ 취반 후 무게증가율 = 수침 전 쌀 무게 대비 밥 무게

* Means with different in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

「연진」 품종에 대한 침지시간에 따른 취반 후 밥의 특성을 조사한 결과는 표 4와 같이 밥의 물성 특성을 보면, 무압 취사 시 경도는 24.9~106.8 gf 범위로 나타났으며 침지시간 증가에 따라 크게 증가하는 경향을 보였다. 특히 2시간 침지 처리에서 가장 높은 경도를 나타내었으며, 찰기도 2시간 침지에서 가장 높은 값을 보였다.

압력 취사의 경우 경도는 66.7~143.4 gf 범위로 나타나 무압 취사보다 전반적으로 높은 값을 나타냈으며, 4시간 처리에서 가장 높은 값을 보였다. 찰기는 74.6~104.7 gf·s 범위로 나타났으며 1시간 침지 처리에서 가장 높은 값을 나타내었다. 전반적으로 압력 취사는 무압 취사보다 경도와 찰기가 모두 높은 경향을 보였다.

기호도 조사 결과, 무압 취사에서는 침지시간에 따라 기호도 차이가 나타났는데, 조



직감, 밥맛 및 전반적 품질은 1시간 침지 처리에서 모두 5.2로 가장 높은 점수를 나타냈다. 반면 무침지 처리에서는 조직감, 밥맛, 전반적 품질에서 각각 3.4, 3.2, 3.4로 가장 낮은 평가를 받아 침지 처리가 기호도 향상에 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 압력 취사에서는 30분 침지 처리에서 밥맛과 전반적 품질이 각각 5.8로 가장 높게 평가되었다. 또한 전반적인 기호도 수준은 무압 취사보다 다소 높은 경향을 나타냈다.

따라서, 「연진」 품종의 취반 품질은 무압 취사에서는 1시간 침지 처리에서 가장 우수한 기호도를 나타냈으며, 압력 취사에서는 30분 침지 처리에서 밥맛과 전반적 품질이 가장 우수한 것으로 나타났다. 또한 침지시간이 지나치게 길어질 경우 물성 변화로 인해 관능적 품질이 감소할 가능성이 있는 것으로 판단된다.

표 4. 「연진」 품종의 침지시간에 따른 취반 후 밥의 특성 및 기호도

취사 방식	침지 시간	수분(%)	식감		기호도		
			경도(gf)	찰기(gf-s)	조직감	밥맛	전반적 품질
무압	0	54.8±0.2 ^b	24.9±2.0 ^c	56.1±6.0 ^{ab}	3.4±0.9 ^b	3.2±1.1 ^b	3.4±0.9 ^b
	30분	55.6±0.7 ^{ab}	33.3±3.6 ^b	49.1±10.2 ^b	4.8±1.1 ^a	4.8±1.1 ^a	4.8±1.1 ^a
	1시간	55.2±0.5 ^b	37.6±0.8 ^b	61.8±3.1 ^{ab}	5.2±0.4 ^a	5.2±0.4 ^a	5.2±0.4 ^a
	2시간	56.8±0.3 ^a	106.8±9.2 ^a	69.7±7.3 ^a	4.8±0.8 ^a	4.8±0.8 ^a	4.6±0.5 ^a
	4시간	55.3±1.3 ^b	34.3±0.5 ^b	48.5±9.1 ^b	4.4±0.5 ^{ab}	4.2±0.4 ^{ab}	4.3±0.4 ^{ab}
압력	0	54.8±0.2 ^b	84.2±3.2 ^b	74.6±14.3 ^b	4.4±1.1 ^{ns}	4.2±1.3 ^b	4.5±1.0 ^{ns}
	30분	56.0±0.9 ^{ab}	75.6±0.9 ^{bc}	93.4±10.1 ^{ab}	5.6±0.9	5.8±0.8 ^a	5.8±0.8
	1시간	55.7±0.4 ^{ab}	66.7±3.7 ^c	104.7±9.2 ^a	4.9±0.5	5.3±0.8 ^{ab}	5.3±0.8
	2시간	57.1±1.0 ^a	72.2±13.8 ^{bc}	89.7±18.5 ^{ab}	5.2±0.8	5.2±0.8 ^{ab}	5.2±0.8
	4시간	55.4±1.0 ^b	143.4±2.9 ^a	94.3±15.1 ^{ab}	4.8±1.3	4.6±1.3 ^{ab}	5.1±1.2

↓ 밥물은 쌀 무게의 1.2배

* Means with different in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test

나. 가수량에 따른 취사방식별 취반특성

「참드림」, 「여리향」, 「연진」에 대한 가수량에 따른 취반 후 밥의 특성을 조사하였다. 「참드림」 품종의 취반 특성은 표 5와 같다. 가수량에 따라 식감 특성이 뚜렷하게 변화하였는데, 경도와 찰기는 가수량 증가에 따라 감소하는 경향을 보여 밥 조직이 부드러워지는 경향을 확인할 수 있었다. 기호도는 가수량에 따른 유의적 차이는 나타나

지 않았으나, 가수 1.2배에서 조직감, 밥맛 및 전반적 품질이 다소 높은 값을 나타내었다.

표 6의 「여리향」 품종에서는 가수량 증가에 따라 취반 후 수분함량이 증가하는 경향을 나타냈으며, 식감 특성에서 경도는 1.2배 가수 조건에서 가장 높은 값을 나타냈으며, 찰기는 1.5배 가수 조건에서 가장 높게 나타나 조직이 상대적으로 무른 특성을 보였다. 기호도에서는 가수량에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았으나, 1.0배 가수 조건에서 향기, 조직감, 전반적 품질에서 높은 기호도를 나타냈다.

「연진」 품종에서도(표 7), 가수량 증가에 따라 취반 후 수분함량이 증가하였으며, 식감 특성에서는 가수량 증가에 따라 경도가 감소하는 경향을 나타냈다. 1.0배에서 경도는 108.6 gf로 가장 높았으며, 1.5배에서는 35.0 gf로 크게 감소하였다. 기호도에서는 가수량에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았으나, 1.2배 가수 조건에서 조직감, 밥맛 및 전반적 품질이 다소 높은 값을 나타냈다. 이는 「연진」 품종의 경우 중간 수준의 가수량이 관능적 품질을 향상시키는 데 유리할 것으로 판단되었다. .

3품종 모두에서 가수량 증가에 따라 취반 후 밥의 수분함량은 증가하고 경도는 감소하는 경향을 보였다. 이는 이 등(2008)의 보고와 같이 가수량 증가에 따른 전분의 호화 및 수분 흡수 증가에 기인한 것으로 판단된다. 그러나 기호도 조사 결과에서는 가수량 증가에 따른 유의적 차이는 대부분 나타나지 않았으며, 품종에 따라 적합한 가수 조건이 다소 상이하였다. 「참드림」과 「연진」에서는 1.2배 가수 조건에서 비교적 높은 기호도를 나타낸 반면, 「여리향」에서는 1.0배 가수 조건에서 상대적으로 높은 기호도를 보였다. 따라서 품종 특성에 따라 적정 가수량이 달라지며, 이는 품종별 취반 조건 설정 시 고려되어야 할 중요한 요소로 판단된다.

표 5. 「참드림」 품종의 가수량에 따른 취반 후 밥의 특성 및 기호도

밥물의 양 (쌀 무게 대비)	수분(%)	식감		기호도		
		경도(gf)	찰기(gf·s)	조직감	밥맛	전반적 품질
1.0배	49.0±2.0 ^b	107.9±13.6 ^a	57.2±9.3 ^{ns}	5.8±1.2 ^{ns}	5.5±0.8 ^{ns}	5.7±1.2 ^{ns}
1.2배	56.5±0.8 ^a	67.0±4.3 ^b	55.7±6.3	6.0±0.6	5.5±0.6	6.0±0.6
1.5배	56.5±0.4 ^a	48.0±0.9 ^c	46.2±6.7	4.9±1.1	5.0±0.6	5.1±1.0

↓ 쌀의 수분(%) : 14.8±0.2, 취사방법 : 무압취사, 1시간 침지

* Means with different in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test



표 6. 「여리향」 품종의 가수량에 따른 취반 후 밥의 특성 및 기호도

밥물의 양 (쌀 무게 대비)	수분(%)	식감		기호도			전반적 품질
		경도(gf)	찰기(gf-s)	향기	조직감	밥맛	
1.0배	55.5±1.3 ^c	29.1±7.3 ^{ns}	82.7±17.1 ^{ns}	6.0±1.1 ^{ns}	6.7±0.5 ^a	6.5±0.6 ^a	6.5±0.6 ^a
1.2배	57.6±0.3 ^b	33.2±5.8	76.7±11.4	6.0±0.9	5.7±0.5 ^b	5.7±0.5 ^b	5.6±0.5 ^b
1.5배	63.7±0.9 ^a	28.7±9.2	92.4±7.7	6.1±0.8	4.5±0.8 ^c	4.8±0.8 ^c	4.7±0.5 ^c

↓ 쌀의 수분(%) : 14.5±0.1, 취사방법 : 무압취사, 30분 침지

* Means with different in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test

표 7. 「연진」 품종의 가수량에 따른 취반 후 밥의 특성 및 기호도

밥물의 양 (쌀 무게 대비)	수분(%)	식감		기호도			전반적 품질
		경도(gf)	찰기(gf-s)	조직감	밥맛		
1.0배	51.8±1.2 ^c	108.6±8.4 ^a	74.8±6.8 ^{ns}	6.0±0.9 ^{ns}	5.8±1.1 ^{ns}	5.7±1.2 ^{ns}	
1.2배	54.9±2.1 ^b	75.1±6.3 ^b	84.8±13.3	6.1±0.7	5.9±0.8	6.1±0.7	
1.5배	61.4±1.1 ^a	35.0±3.0 ^c	81.0±3.6	5.3±1.0	5.5±0.8	5.3±1.0	

↓ 쌀의 수분(%) : 14.5±0.1, 취사방법 : 압력취사, 30분 침지

* Means with different in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test

다. 보관온도에 따른 밥의 품질변화

「참드림」, 「여리향」, 「연진」 품종의 취반 후 밥을 25℃에서 보관하면서 시간이 경과함에 따른 품질변화를 조사한 결과는 그림 5와 같다. 밥의 수분함량은 품종에 관계없이 보관기간이 경과함에 따라 완만하게 감소하는 경향을 나타냈다. 품종별로는 「연진」이 초기에 상대적으로 높은 수분함량을 나타냈으나 보관기간이 경과함에 따라 다른 품종과 유사한 수준으로 감소하였다. 밥의 경도는 보관 초기에 감소하였다가 4시간 이후 증가하는 경향을 나타냈다. 종합기호도는 초기에는 비교적 높은 값을 유지하였으나 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 나타냈다. 「참드림」의 경우 보관 기간 중 계속 높은 기호도를 보였으며, 「연진」은 보관기간 중 기호도 변화 폭이 크게 나타났다. 전반적으로 3품종 모두 저장 8시간까지는 종합기호도 5



이상의 수준을 유지하여 소비 가능한 품질을 유지하는 것으로 나타났다.

밥의 노화 특성은 품종에 따라 차이를 보였는데, 「참드림」은 보관 중 경도와 노화엔탈피가 상대적으로 크게 증가하여 노화 진행이 빠른 경향을 나타냈다. 반면 「여리향」은 보관 기간 동안 낮은 경도와 낮은 노화엔탈피를 보여 노화가 비교적 완만하게 진행되는 것으로 나타났으며, 「연진」은 2품종의 중간적인 특성을 보였다. 25℃에 보관된 밥의 노화도는 초기 4시간까지는 노화도가 빨리 진행되다 그 이후 큰 변화가 없었던 것은 권 등(1999)이 보고한 노화도는 초기에는 시간에 비례하나 어느 정도의 시간이 경과하면 시간에 비례하지 않았다는 결과와 일치하였다. 따라서 「여리향」 품종은 상온(25℃) 저장 중 밥의 조직 변화가 비교적 완만하여 저장 안정성이 상대적으로 높은 품종일 가능성을 보여주었다.

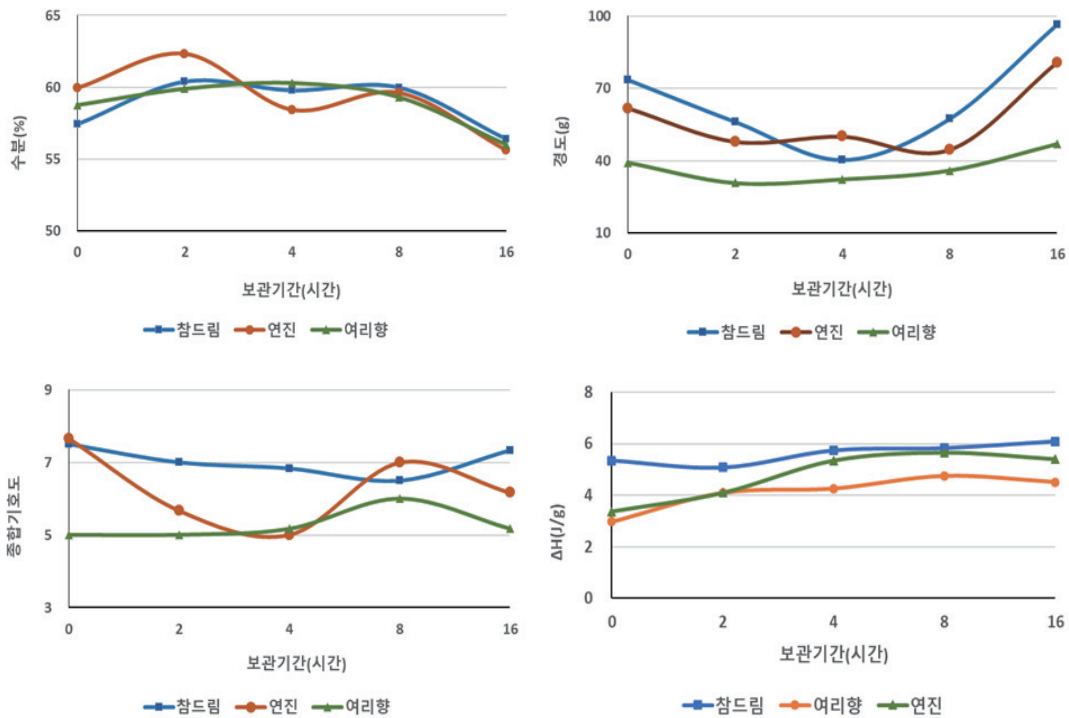


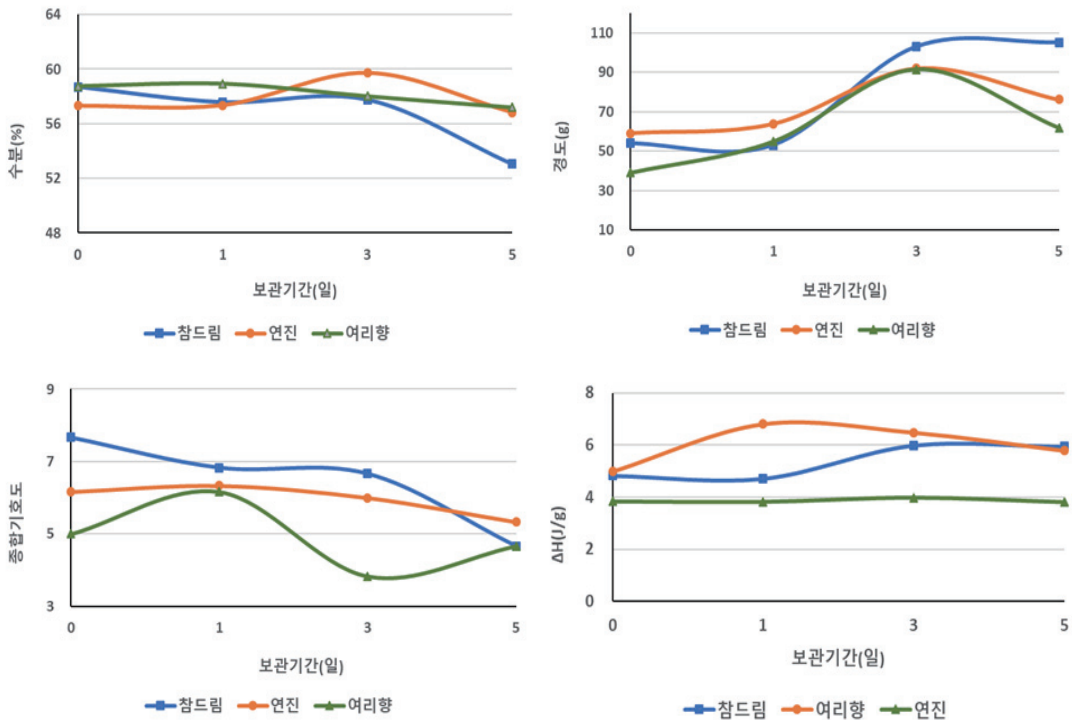
그림 5. 25℃ 보관에 따른 밥의 품질변화

「참드림」, 「여리향」, 「연진」 품종을 취반한 후 냉장(4℃)에서 보관하면서 시간에 따른 품질 변화를 조사한 결과는 그림 6과 같다. 수분함량의 경우 냉장 보관 3일까지 3품종 모두 큰 변화 없이 57.3~59.7% 범위를 유지하였으며, 경도는 보관기간이 경과함에 따라 전반적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 3품종 모두 보관 초기 39.1~54.0 g 수준에서 3일째 91.4~103.0 g 수준까지 크게 증가하였는데, 이러한 결과는 냉장 보관 중 전분 노화에 의해 밥의 조직이 경화되어 나타난 현상으로 판단된다.



종합기호도의 경우 보관 기간이 경과함에 따라 전반적으로 감소하는 경향을 보였다. 「참드림」은 초기 7.7에서 점차 감소하여, 5일째는 4.7로 급격히 낮아졌으며, 「연진」은 초기 6.2에서 완만한 감소 경향을 보이며 5일째 5.3을 유지하였다. 반면 「여리향」은 보관 1일째 6.2 였으나 급격히 감소하여 3일째 3.8까지 낮아졌다.

노화도(ΔH)의 경우 보관 기간에 따라 증가하는 경향을 보였는데, 「참드림」은 보관 초기 4.8에서 시작하여 3일째 6.0 수준까지 증가하였으며, 「여리향」은 초기 5.0에서 저장 1일째 6.8까지 증가한 후 점차 감소하였다. 「연진」은 초기 3.8에서 보관 기간 중 큰 변화 없이 비교적 낮은 값을 유지하였다.



』물성, 기호도 시료는 전자렌지 1분 돌린 후 조사함

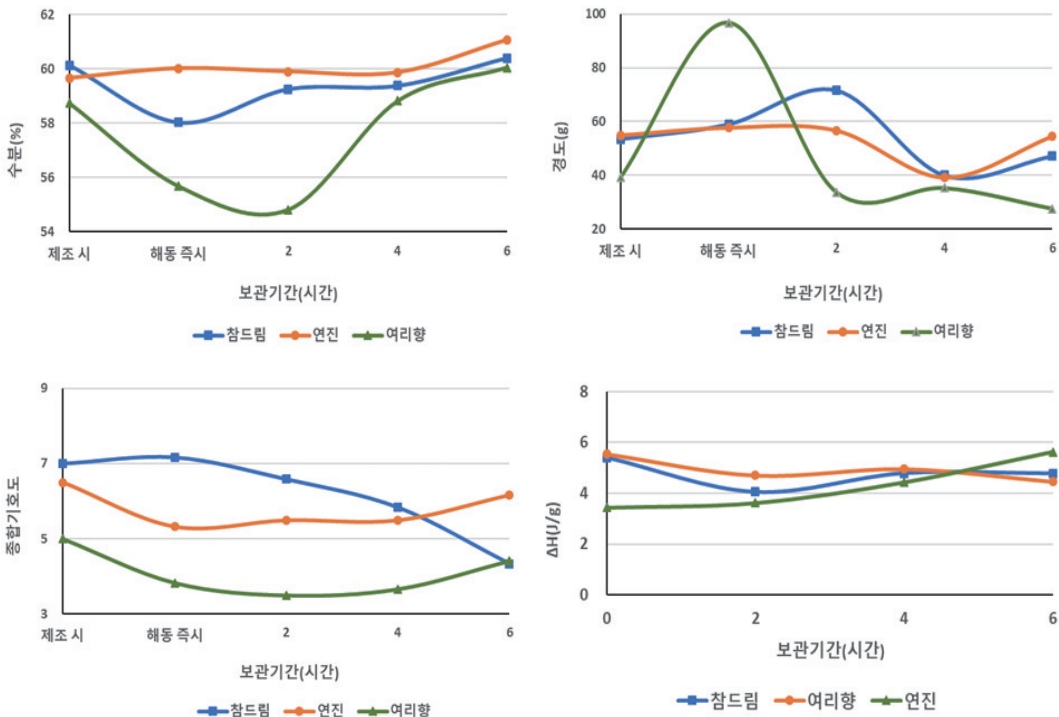
그림 6. 냉장(4°C) 보관에 따른 밥의 품질변화

「참드림」, 「연진」, 「여리향」 품종을 취반 후 냉동 보관한 다음 전자레인지에서 2분간 해동한 후 25°C에서 보관하면서 품질 변화를 조사한 결과는 그림 7과 같다. 수분함량의 경우 「참드림」과 「연진」은 해동 직후부터 보관 6시간까지 제조 직후와 유사한 수준인 58~61%를 유지하며 큰 변화를 나타내지 않았다. 반면 「여리향」은 해동 직후 55%로 다른 품종보다 낮은 수분함량을 나타냈으며, 보관 2시간까지 감소하였다가 이후 증가하여 보관 4시간 후에는 다른 품종과 유사한 수준으로 회복되는 경향을 보였다.



경도의 경우 「참드림」과 「연진」은 비슷한 양상을 나타내어 해동 직후 58 g 에서 보관 4시간 이후 40 g 으로 감소한 후 다시 증가하는 경향을 보였다. 「여리향」은 해동 직후 97 g 으로 가장 높은 경도를 나타냈으나 이후 급격히 감소하여 보관 2시간 후 33 g 까지 낮아졌으며 이후에도 비교적 낮은 경도를 유지하였다. 종합기호도의 경우 「참드림」은 해동 직후 7.2에서 보관 시간이 경과함에 따라 점차 감소하여 보관 6시간 후 4.3으로 낮아졌다. 「연진」은 해동 직후 5.3에서 이후 보관 동안 5.5~6.3 수준을 유지하는 경향을 나타냈다. 반면 「여리향」은 해동 후 3.2~4.1 수준으로 낮은 값을 유지하였다. 노화도(ΔH)의 경우 「참드림」과 「여리향」은 해동 직후 5.4~5.5 수준에서 시작하여 보관 시간이 경과함에 따라 다소 감소하는 경향을 보였다. 반면 「연진」은 초기 3.4으로 다른 품종보다 낮은 값을 나타냈으나 보관 시간이 경과함에 따라 점차 증가하여 보관 6시간 후 5.6으로 나타났다.

따라서, 냉동 후 전자레인지 해동한 밥은 상온 보관 중 경도 감소와 기호도 변화가 나타났는데, 「참드림」과 「연진」은 해동 후 4시간까지 안정적인 기호도를 유지한 반면, 「여리향」은 해동 직후 경도가 높고 기호도가 낮은 특성을 나타내어, 냉동밥 가공에 있어 품종별 적합성 차이가 존재하는 것으로 판단되었다.



┆ 전자렌지 2분 해동 후 25°C 보관하며 조사함

그림 7. 냉동밥 해동 후 25°C 보관 중 밥의 품질변화



<시험 3> 경기도 개발 쌀 품종의 용도 설정 연구

가. 쌀 품종별 초밥 용도 설정

「참드림」, 「연진」, 「꿈마지」를 이용하여 초밥을 제조하고, 「고시히카리」를 대조로 하여 초밥 제조 후 품질을 조사하고 외부 전문가들을 대상으로 설문한 결과는 표 8과 같다. 초밥의 수분함량은 55.7~57.2% 범위로 품종 간 큰 차이는 나타나지 않았으며, 색도 또한 품종 간 차이는 크지 않았다. 조직감 측정 결과 경도는 「꿈마지」가 67.4 gf로 높아 가장 단단한 특성을 나타냈으며, 「연진」이 47.8 gf로 가장 낮아 상대적으로 부드러운 특성을 보였다. 이러한 결과는 수분과 경도의 유의적인 부적 상관성을 보고한 논문과 비슷한 결과를 보여준다(Kim et al, 2023). 부착성은 「연진」이 49.0 gf·s로 높았으며, 「꿈마지」가 37.5 gf·s로 가장 낮았다.

외부 전문가 설문결과, 밥알 씹는감은 「참드림」, 「연진」, 「고시히카리」가 6.0 수준으로 유사한 평가를 받았으나, 초대리와의 조화에서는 「연진」이 6.3으로 가장 높은 값을 나타냈다. 종합 평가에서는 「연진」이 6.0으로 가장 높은 적합성을 나타냈으며, 「고시히카리」 5.3, 「참드림」 5.0 이었고, 「꿈마지」는 3.7로 가장 낮은 평가를 받았다.

이러한 결과는 「연진」 품종이 높은 부착성과 낮은 경도를 바탕으로 초대리와와의 조화와 씹는 감을 높여 초밥용 쌀로서 가장 적합한 특성을 나타낸 것으로 판단된다.

표 8. 품종별 초밥 제조 후 품질조사 및 전문가 설문 결과

구분	수분 (%)	색도			조직감		외부전문가 설문결과		
		L	a	b	경도 (gf)	부착성 (gf·s)	밥알 씹는감	초대리와 조화로움	종합평가 (적합성)
참드림	57.2	91.2	-3.0	8.3	53.2 ^b	42.0 ^{ab}	6.0±0.0 ^{ns}	6.0±0.0 ^{ab}	5.0±2.6 ^{ns}
연진	57.0	92.7	-2.9	9.2	47.8 ^c	49.0 ^a	6.0±1.0	6.3±0.6 ^a	6.0±1.0
꿈마지	56.7	91.8	-3.0	8.6	67.4 ^a	37.5 ^b	5.3±1.5	5.0±1.0 ^b	3.7±1.5
고시히카리	55.7	92.2	-2.8	8.9	57.6 ^b	42.5 ^{ab}	6.0±1.0	5.7±0.6 ^{ab}	5.3±0.6

↓ 취사방식: 가수량 1.1배, 무압취사

♪ 밥양의 10%의 초대리소스 혼합 후 30분간 숙성시킴

* Means with different in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test



나. 쌀 품종별 떡 용도 설정

설기떡의 수분함량은 36.9~38.9% 범위로 「연진」이 가장 높은 수분함량을 나타냈다. 조직감 측정 결과 경도는 「참드림」이 7.0 gf로 높았고 「연진」이 5.3 gf로 가장 낮아 상대적으로 부드러운 조직 특성을 나타냈다. 부착성은 「꿈마지」가 734.9 gf·s로 높았으며 「연진」이 가장 낮은 값을 보였다. 외부 전문가 설문 결과, 외관(기공의 고름), 부드러움, 고소한 맛, 종합평가에서 「연진」이 7.0으로 가장 높은 점수를 나타냈다. 반면 「꿈마지」는 고소한 맛에서 8.0으로 가장 높은 평가를 받았다. 설기떡에서, 「연진」은 부드러운 특성이 우수하여 품질이 양호한 것으로 평가되었으며, 「꿈마지」는 고소한 풍미와 부착성이 높아 쫄깃한 특성이 우수한 것으로 평가되었다.

가래떡의 수분함량은 38.5~41.6% 범위로 나타났으며 「연진」이 가장 높은 값을 나타냈다. 조직감 분석 결과 경도는 「꿈마지」가 10.0 kgf로 가장 높았으며 「연진」이 4.7 kgf로 낮았다. 떡국떡 조리특성에서 수분흡수율이 「참드림」이 7.3%로 높았으며, 고형물 용출량은 「연진」이 높게 나타나 잘 풀어질 것으로 판단되었다. 외부 전문가 설문 결과 조직감에서는 「연진」이 8.3으로 가장 높은 평가를 받았으며, 떡국떡 적합성에서는 「꿈마지」가 7.7로 높은 점수를 받았다. 종합평가는 「연진」과 「꿈마지」가 각각 7.0으로 높은 평가를 받았는데, 「연진」은 부드럽고 탄력적인 조직 특성으로 가래떡의 식감이 우수한 품종으로 평가되었으며, 「꿈마지」는 작업성과 떡국떡 적합성이 높은 품종으로 평가되었다.

표 9. 품종별 설기떡 제조 후 품질조사 및 전문가 설문 결과

품종	수분 (%)	색도			식감		외부전문가 설문결과			
		L	a	b	경도 (gf)	부착성 (gf·s)	외관(기공의 고름)	부드러움	고소한 맛	종합 평가
참드림	36.9	115.2	-1.8	12.0	7.0 ^a	521.2 ^{ab}	5.0±0.0	5.0±0.0	6.0±1.4	4.0±1.4
연진	38.9	112.4	-2.0	12.8	5.3 ^b	362.4 ^b	7.0±0.0	7.0±0.0	7.0±0.0	7.0±0.0
꿈마지	37.9	115.9	-1.8	12.3	6.4 ^{ab}	734.9 ^a	6.0±1.4	6.0±1.4	8.0±1.4	7.0±2.8

* Means with different in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test

표 10. 품종별 가래떡 제조 후 품질조사 및 전문가 설문 결과

품종	수분 (%)	식감		떡국떡 조리특성 [↓]		외부전문가 설문결과			
		경도 (kgf)	응집성 (kgf)	수분 흡수율 (%)	고형물 용출량 (%)	외관(표면 매끄러움)	조직감	떡국떡 적합성	종합 평가
참드림	38.5	72±0.5 ^b	22±1.1 ^{rs}	7.3±3.9 ^{rs}	2.1±0.0 ^b	6.3±1.2 ^{rs}	6.3±1.2 ^{rs}	5.7±1.2 ^b	5.7±1.2 ^{rs}
연진	41.6	47±0.3 ^a	29±1.6	2.1±1.7	2.3±0.1 ^a	6.3±1.2	8.3±1.2	7.0±0.0 ^b	7.0±0.0
꿈마지	39.2	100±2.1 ^a	33±2.3	5.8±2.8	2.0±0.1 ^c	7.7±1.2	6.3±1.2	7.7±1.2 ^a	7.0±0.0

↓ 떡국떡 조리특성: 떡국떡으로 절단 후 물 10배 넣고 1시간 불린 후 10분간 가열 후 조사

* Means with different in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test



4. 적 요

경기도에서 육성된 주요 쌀 품종인 향미벼인 「여리향」과 「참드림」, 「연진」, 「꿈마지」에 대해 저장조건, 취반 조건 및 가공 적성을 종합적으로 평가하여 품종별 품질 특성과 활용 가능성을 구명하고자 하였다.

<시험 1> 「여리향」 향기 및 품질유지 방법 연구

- 가. 정조형태로 15℃와 25℃, 농가창고에 저장한 결과 15℃ 저장에서는 수분, 취반식미치, 신선도가 비교적 안정적으로 유지되었으며 25℃ 저장에서는 취반식미치와 신선도가 급격히 감소하고 황색도가 증가하여 품질 열화가 빠르게 진행되었다. 일반창고에서는 저장기간이 경과할수록 식미와 신선도가 계속 감소하는 경향을 보였다.
- 나. 신선도(FD값) 80이상을 유지하는 시기는 15℃ 정조 저장 후 4℃에 보관할 경우 10개월 저장은 8주까지, 20℃에 백미로 보관할 경우 8개월 저장 후 5주까지 신선도가 유지되었다.
- 다. 식미치 75이상을 유지하는 기간은 15℃ 정조 저장 후 4℃에 백미로 보관할 경우 8개월 저장은 8주까지, 20℃에 백미로 보관할 경우 6개월 저장까지 8주간 품질을 유지하였다.
- 라. 정조 저장온도별 2-AP 함량은 15℃ 저장에서 함량이 높았으며, 25℃ 저장의 경우 3개월이후 분석되지 않았다. 15℃ 저장 후 백미로 보관 시 2-AP 함량은 보관온도에 따른 차이는 크지않았다.

<시험 2> 경기도 개발 쌀 품종의 취반 및 가공적성 연구

- 가. 「참드림」은 1시간 침지하여 무압취사한 밥의 기호도가 압력취사보다 대체로 높았다. 「여리향」은 30분~1시간 침지 후 무압으로 취사할 경우 압력취사보다 밥맛이 더 좋고 기호도가 높았다. 「연진」은 30분 침지한 밥에서 기호도가 높았으며, 무압보다 압력취사에서 기호도가 더 높았다.
- 나. 밥물의 양은 「참드림」과 「연진」은 1.2배에서, 「여리향」은 1.0배에서 기호도가 높았다.
- 다. 밥 보관기간은 25℃에서는 3품종 모두 8시간, 냉장 보관 시 「여리향」은 1일, 「참드림」은 3일, 「연진」은 5일까지, 냉동하여 전자렌지 해동 시 「연진」은 6시간, 「참드림」은 4시간까지 기호도가 유지되었다.

<시험 3> 경기도 개발 쌀 품종의 용도설정 연구

- 가. 「연진」은 초밥, 설기떡 및 가래떡 모두에서 비교적 높은 관능평가 결과를 나타

내어 가공용 쌀로서 활용 가능성이 높은 품종으로 판단되었다. 특히 초밥과 설기떡에서 높은 적합성을 보였다.

나. 「꿈마지」는 설기떡과 가래떡에서 풍미 및 조직감 측면에서 우수한 평가를 받았으며, 특히 떡국떡 적합성이 높은 것으로 나타났다.

다. 「참드림」은 전반적으로 중간 수준의 평가를 나타내어 특정 가공용도에 특화된 특성은 상대적으로 낮은 것으로 판단되었다.

5. 인용문헌

- 박현진. 2023. 수요자 참여형(SPP) 중만생 벼 품종의 저장기간별 품질 변이. 2022 농촌진흥청 국립식량과학원 최종보고서.
- Grimm C, Bergman C, Delgado JT, Bryant R. 2001. Screening for 2-acetyl-1-pyrroline in the headspace of rice using SPME/GC-MS. *J. Agric. Food Chem.* 49: 245-249.
- Ha JY, Lee JM. 2005. Physicochemical properties of cooked rice as affected by cooking methods and thawing conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 20(2): 253-260.
- Han HA, Choi SR, Song EJ, Song YE, Lee SY, Shin SH, Kim J, Kim HJ, Kim MK. 2021. Development of post-harvest management technology for maintain high quality on aroma rice ‘Sibrihyang’. *전북농업기술원 2021년 시험연구보고서* pp. 42-65.
- Kang HJ, Park JD, Lee HY, Kum JS. 2012. Quality characteristics of Topokkidduk added with soybean flour. *Korean J Food Preserv.* 19(5): 688-695.
- Kim HI. 2004. Comparison of Korean and Japanese rice cultivars in terms of physicochemical properties (II). The comparison of Korean and Japanese rice by amylose content and cooking characteristics. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 14: 145-155.
- Kim SG, Yoon JY, Ha SY, Jung KH, Lee CH, Chung SJ. 2023. Effect of rice varieties on the sensory characteristics of cooked rice. *J. Korean Soc. Food Cult.* 38(5): 326-335.
- Kim SK, Pyun YR. 1982. Staling rate of cooked rice stored at 21°C and 72°C. *Korean J Food Sci. Technol.* 14(1): 80-82.
- Krog N, Olesen SK, Toermaes H, Joensson T. 1989. Retrogradation of the starch fraction in wheat bread. *Cereal Foods World.* 34:281.
- Kweon MR, Han JS, Ahn SY. 1999. Effect of storage conditions on the sensory characteristics of cooked rice. *Korean J. Food Sci. Tech.* 31(1): 45-53.
- Lee JK, Jeong JH, Lim JK. 2012. Quality characteristics of Topokki dduk with respect to added whole soybean curd(chun-tofu) by different storage time. *Korean J Food Cook Sci.* 28(2): 111-121.
- Lee JS, Won YJ, Cho JH, Lee JH, Park HM, Lee JH, Yoon MR, Kwak JE, Chun AR. 2014.

Varietal difference of eating quality on different milling degree in *Japonica rice*. Korean J. Crop Sci. 59:47-53.

Lee SJ, Lee YC, Kim SK. 2008. Comparison of cooking properties between imported and domestic rices according to cooking method and added water ratio. Korean J. Food & Nutr. 21(4): 463-469.

Shin DS, Kim HY, Hong HC, Oh SG, Yoo SM. 2014. The effects on the quality of Tteokbokki tteok by different types cultivars of rice. Korean J. Food Cook. Sci. 30(3): 271-277.

Yu JH, Han GH. 2004. Quality characteristics of rice cake with different soaking and steaming time. Korean J. Soc Food Sci. 20(6): 630-636.

6. 연구결과 활용제목

- 영농활용
 - 「여리향」 쌀품위 유지를 위한 보관한계기간 설정(2024년)
 - 경기도 개발 쌀 품종의 취반 및 밥 보관방법(2025년)
 - 경기도 개발 쌀 품종의 초밥 및 떡 가공특성(2025년)

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
						23	24	25
경기도 개발 쌀 품종의 품질유지 및 가공적성 연구	책임자	작물연구과	농업연구관	이용선	연구총괄	○	○	○
	공동연구자	작물연구과	농업연구관	이정진	기호도 분석	○	○	-
	〃	〃	농업연구사	이대형	품질 분석	-	-	○
	〃	〃	〃	신복음	통계 분석	○	○	○
	〃	〃	〃	안예향	물성 분석	○	○	○
	〃	〃	〃	김영록	미질 분석	○	○	○
	〃	〃	농업연구관	이영순	사업추진	○	○	-
	〃	〃	〃	이수연	사업추진	-	-	○