

과제구분	기관고유	수행시기	전반기	
전략체계	2-6-3	기술분야 및 품목표준코드	H03 FR03FR35	
과제번호	LP004713012022			
과 제 명		수행기간	과제책임자	
과피를 포함하는 사과 이용성 확대를 위한 연구		'21~'22	사과이용연구소	홍정진
1) 껍질째 먹어도 이질감 없는 사과 품종 선발		'21~'22	사과이용연구소	구소희
2) 과피를 포함하는 사과 가공기술 개발 및 안전성 구명		'21~'22	사과이용연구소	홍정진
색인용어	껍질째 사과(whole apple), 과피, 품종, 이용기술			

과피를 포함하는 사과 가공기술 개발 및 안전성 구명

Development of apple processing technology and Improvement of safety with whole apple

Jeong Jin Hong*, So Hui Gu*, Hyun Su Kim*, Jin Hyang Son*, Ju Youl Oh* Jung Seon Lee*,
and Eun Ho Jeong*

*The Institute of Apple Utilization Research, Gyeongsangnam-Do Agricultural Research and Extension Services, Geochang 50124, Korea

ABSTRACT : Although apple peels have many useful ingredients, many consumers do not eat apples with the peel due to concerns about pesticide residues and rough texture, so a solution is needed. This study aimed to set conditions for the ultrasonic treatment of whole apples with peel and to develop utilization. Ultrasonic treatment was carried out on an ultrasound bath at 20~40kHz, 20~40°C, and 15~30min. That was investigated sensory evaluation, hardness, TPA(chewiness), dietary fiber contents, activation of cellulase, lipid acids contents of wax layer, contents of biological components(total phenol, flavonoid, ursolic acid), number of microorganisms, and pesticide residue contents. In sensory evaluation, treatment at 40 kHz and 40°C for 15 minutes were best among the treatment conditions. The chewiness of TPA and the fatty acid content of the peel were significantly lower in the ultrasonic treatment than control. And the total dietary fiber content and cellulase activity were significantly higher in the ultrasonic treatment. Total phenol and flavonoid contents were high in the ultrasonic treatment, while the ursolic acid content was high in the control. In the number of general bacteria and contents of pesticide residues, the ultrasonic treatment was significantly removed than the control. It is thought that the contents of fatty acid and ursolic acid were decreased because the wax layer in the apple peel was removed by ultrasonication. It seemed that it activated the cellulase, which breaks down the cell wall and liberates phenolic compounds from the matrix by ultrasonic cavitation. These

results suggested that ultrasonic treatment can improve rough texture and safety in apples with peel. In addition, we were developed homemade recipes such as energy bars and various desserts with whole apples. It was judged that providing various recipes as information to consumers could contribute to expanding whole apple consumption.

keyword : whole apple, ultrasonic treatment, energy bar, dessert, recipe

1. 연구목표

사과 껍질에는 식이섬유, 비타민 C, 폴리페놀, 플라보노이드, ursolic acid 등 다양한 유용성분이 많은 것으로 알려져 있으나 소비자들은 농약잔류 우려와 거친 식감의 이유로 먹지 않는 경우가 더 많으므로 이를 해결 할 수 있는 근거자료 제시와 다양한 조리 가공기술을 개발하고자 본 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

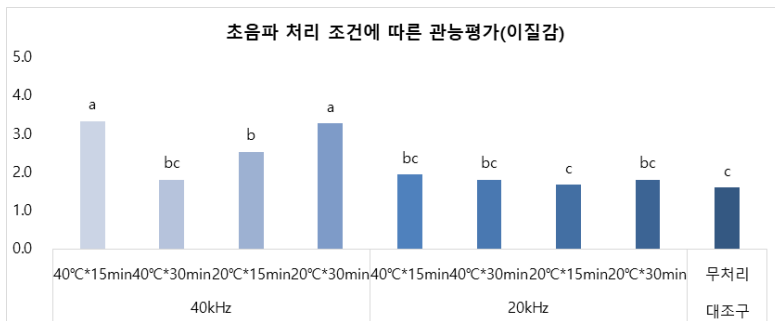
본 시험에 사용된 시료는 2020~2021년 사과이용연구소(거창군)에서 수확된 재배품종 '후지'로 4℃에 보관하면서 실험에 사용하였다. 과피를 포함하는 사과의 초음파 세척 조건을 설정하는 시험은 초음파의 진동수(20kHz, 40kHz), 온도(20℃, 40℃), 시간(15min, 30min) 별로 처리하여 관능평가, 물성, 과피 성분 및 유효성분 함량, 안전성 요인 등을 조사하였다. 껍질째 사과를 활용한 조리 가공기술은 에너지바 및 디저트 레시피를 개발하였고 각 메뉴별로 관능평가, 일반성분 및 식이섬유 함량, 저장기간에 따른 유해 미생물 변화를 조사하였다. 관능평가는 소비자 검사에 해당하는 Just-about-right(JAR) scale을 활용하여 일반인 15명을 대상으로 씹힘성 등 5점 척도법으로 실시하였다. 경도는 물성분석기를 이용하여 Probe 80.0mm으로 관통시험을 하였으며 TPA(Texture profile analysis)의 씹힘성(Chewiness) 값은 2번의 측정 후 점착성(Gumminess)×탄성(Springness)로 계산하였다. 총phenol 함량은 Folin-ciocalteu법을 응용하여 측정하였다. 시료 1mL를 증류수 4mL로 희석시키고 Folin-Ciocalteu 시약 0.5mL를 넣고 3분간 방치한 다음 sodium carbonate 포화용액 1mL와 증류수 3.5mL를 가하고 혼합하여 실온에서 1시간 동안 반응시켜 725nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 gallic acid를 사용하여 동일한 방법으로 작성된 검량선으로부터 총phenol 함량으로 환산하였다. 총flavonoid 함량은 시료 0.5mL를 취하여 10% aluminum nitrate 0.1mL, 1M potassium acetate 0.1mL를 혼합한 후, 80% 에탄올 4.3mL 가하여 혼합한 것을 상온에서 1시간 반응시킨 후 415nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 quercetin을 사용하여 동일한 방법으로 작성된 검량선으로부터 총flavonoid 함량으로 환산하였다. Ursolic acid 함량은 C18(5 μ m, 250×4.6mm) column으로 40℃에서 이동상용매 (MeOH:Water=83:17 containing 0.2% NH₄OAC, pH6.7)를 유속 1mL/20min으로 흘리면서 UV detector를 사용하여 210nm에서 측정하였다. 유해미생물수는 각 시료 10g을 90mL의 멸균생리 식염수와 함께 2분간 균질화시켜 10배 희석법으로 단계 희석하여 시료액 1mL를 일반세균 및 대장균균의 3M petrifilm 배지에 접종하여 35℃에서 각각 48시간, 24시간 배양후 생성된 colony 수를 측정하였다. 식이섬유 함량은 동결건조 한 다음 분쇄하여 45mesh를 통과시켜 시료로 사용하였고, 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유의 합으로 계산하였다. 불용성 식이섬유는 total dietary fiber assay kit를 이용하여 α -아밀라아제, 프로테아제, 아

밀로글루코시다아제 순서로 효소 처리한 후 glass fliter에 여과 건조하고 무게를 측정하여 계산, 수용성 식이섬유는 불용성 식이섬유와 같이 효소 처리 후 70℃의 증류수로 씻어낸 여액을 에탄올에 탈수시킨 후 glass fliter에 여과 건조하고 무게를 측정하여 계산하였다. 본 실험 결과에 대한 자료의 처리와 분석은 SPSS를 사용하여 각 처리간 비교는 one-way ANOVA를 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 다중범위검정(Duncan's multiple range test)에 의해 유의적인 차이를 검증하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

(시험 1) 껍질째 사과 활용을 위한 초음파 세척조건 설정

껍질째 사과 활용을 위한 초음파 세척조건을 설정하기 위해 초음파 진동수, 온도, 시간 별로 처리 후 관능평가를 실시 한 결과는 그림 1과 같다. 처리조건 중 40kHz에서 40℃, 15분 동안 처리했을 때 일반세척인 대조구에 비해 가장 이질감이 적은 것으로 조사되었다.

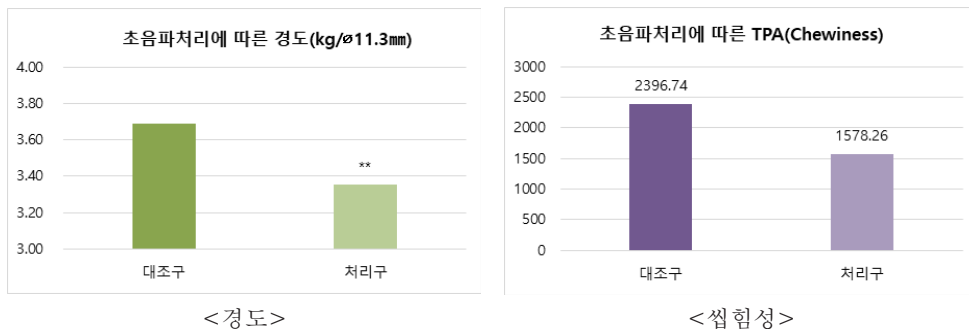


※5점 척도법: 5점 매우좋다, 3점 보통, 1점 매우나쁘다

^{a-c} Indicate significant difference Duncan's multiple comparison at $p < 0.05$.

그림 1. 초음파 처리조건에 따른 관능평가

40kHz에서 40℃, 15분동안 초음파 처리 후 물성변화를 측정한 결과 그림 2와 같이 경도(hardness) 및 씹힘성(chewiness)이 대조구에 비해 유의적으로 낮아진 것을 확인할 수 있었다.



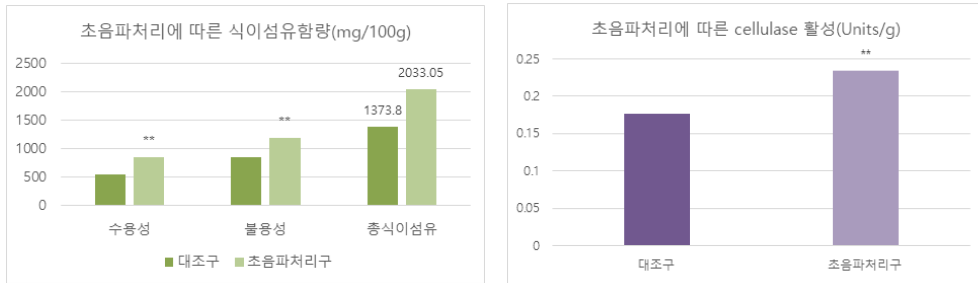
<경도>

<씹힘성>

그림 2. 초음파 처리에 따른 물성변화

그림 3은 초음파 처리가 세포벽 분해효소인 cellulase 활성 및 식이섬유 함량 변화에 미

치는 영향을 조사한 결과로, 초음파 처리 후 cellulase 효소 활성 및 식이섬유 함량은 대조구보다 모두 증가하였다. 이것은 공동현상(cavitation)에 의해 세포벽을 분해하는 cellulase 효소가 활성화 되어 식이섬유 함량도 증가된 것으로 보였다.

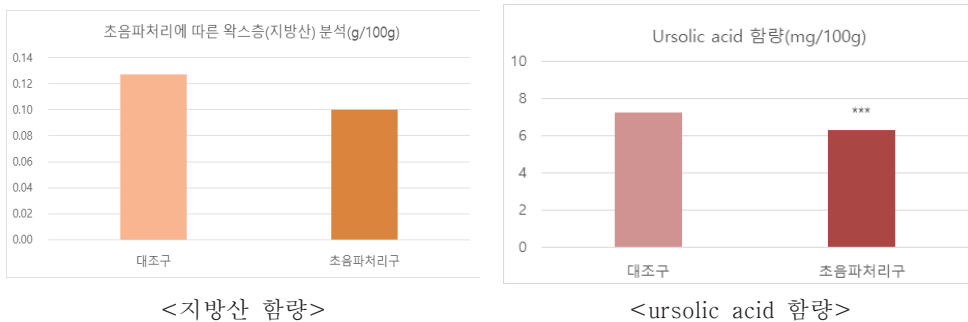


<식이섬유 함량>

<cellulase 효소활성>

그림 3. 초음파 처리에 따른 cellulase 효소활성 및 식이섬유 함량 변화

초음파 처리에 따른 과피의 왁스층 성분 변화를 조사한 결과 그림 4와 같이, 대조구에 비해 왁스층 지방산 함량은 유의적으로 감소하였고, ursolic acid 함량 또한 감소하였다. 이는 초음파 진동에 의해 사과 껍질에 있는 왁스층이 제거되면서 지방산 함량과 ursolic acid 함량도 낮아진 것으로 생각되었다.



<지방산 함량>

<ursolic acid 함량>

그림 4. 초음파 처리에 따른 과피(왁스층) 성분 변화

초음파 처리 후 총phenol 및 총flavonoid 함량 변화, polyphenol 및 flavonoid 조성 변화는 각각 그림 5와 6과 같다. 대조구에 비해 총phenol 및 총flavonoid 함량은 증가하였고, 특히 초음파 처리에 의해 항산화 유사 화합물인 resveratrol의 전구체, stilbene 유도체가 새로 생성되는 것을 확인할 수 있었다.

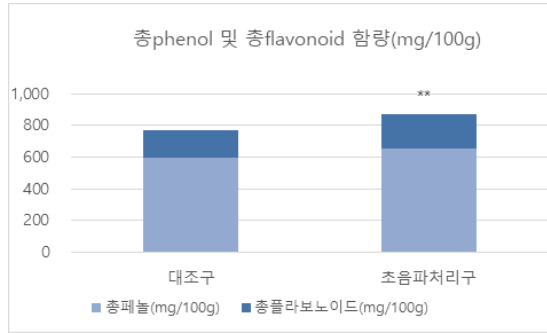


그림 5. 초음파 처리에 따른 총phenol 및 총flavonoid 함량 변화

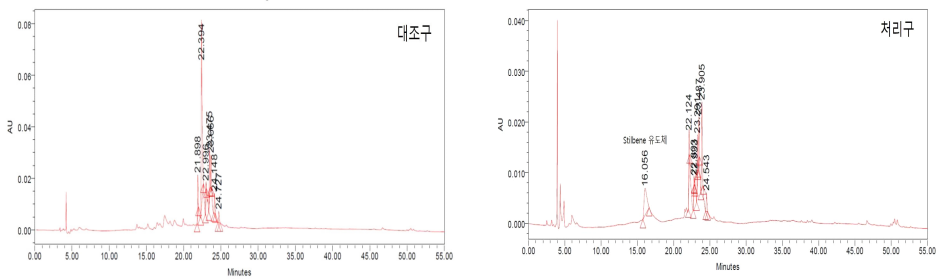
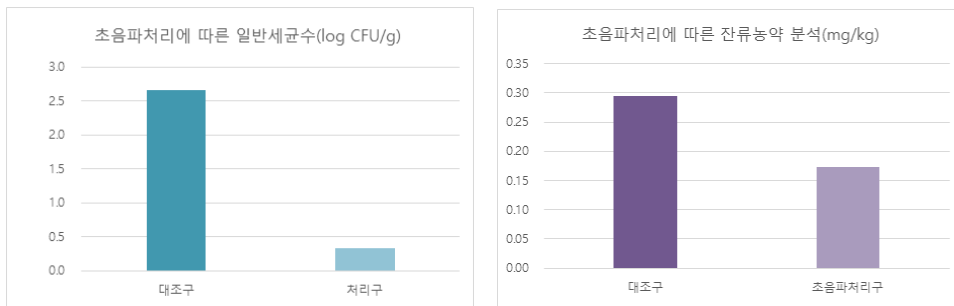


그림 6. 초음파 처리에 따른 polyphenol 및 flavonoid 조성 변화

그림 7은 초음파 처리에 따른 안전성 요인 변화를 조사한 결과로, 초음파 처리구는 일반 세척인 대조구에 비해 일반세균수 12%, 잔류농약 함량 60% 감소시켰다.



<일반세균수>

<농약잔류>

그림 7. 초음파 처리에 따른 안전성 요인 변화

표 1은 초음파 처리에 따른 이질감 및 안전성 요인간의 상관관계(r)를 조사한 결과로, TPA(씹힘성) 값은 과피의 ursolic acid 값과 1.000($p < 0.05$)로 강한 상관관계를 나타내었다. 따라서 이러한 결과를 종합해 볼 때 초음파처리가 과피의 왁스층을 제거하므로써 껍질째 사과를 이용하는데 거친 식감과 안전성 등을 개선할 수 있을 것으로 판단되었다.

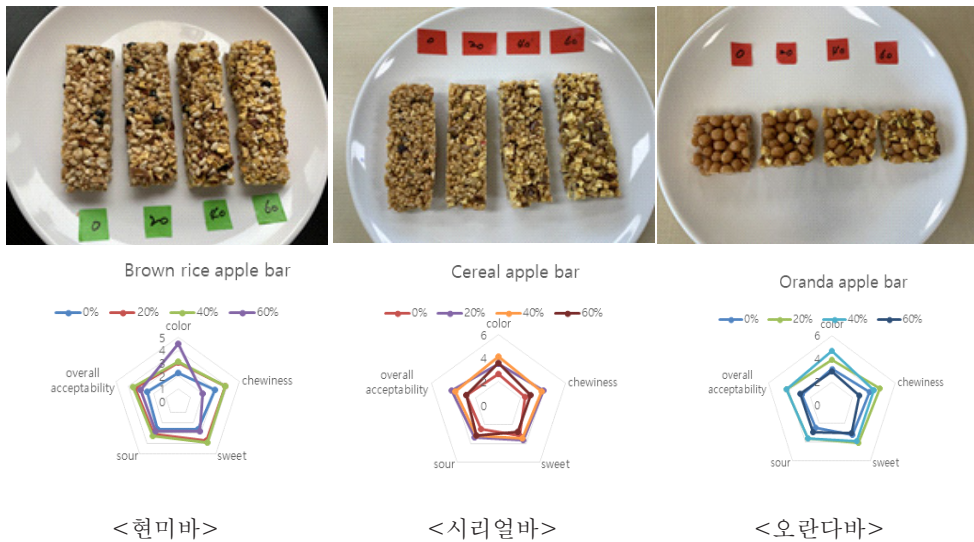
표1. 초음파처리에 따른 요인간의 상관관계(*r*)

Factor	TPA (chewiness)	Fatty acid	Dietary Fiber	Cellulase	Ursolic acid
TPA (chewiness)	1	.965	.954	.054	1.000*
Fatty acid		1	.996	-.338**	.933*
Dietary Fiber			1	-.248	.963*
Cellulase				1	.024
Ursolic acid					1

* Significant at $p < 0.05$, ** Significant at $p < 0.01$

(시험 2) 껌질째 사과 활용 에너지바 및 디저트 레시피 개발

껌질째 사과 에너지바 레시피 개발을 위해 배합비율별 관능평가를 실시한 결과 그림 8과 같이 현미 및 시리얼바는 껌질째 건조 사과다이스 40%를, 오란다바는 20%를 배합할 때 씹힘성 등 전반적인 기호도가 가장 적합한 것으로 나타났다.



※5점 척도법: 5점 매우좋다, 3점 보통, 1점 매우나쁘다

그림 8. 껌질째 사과 배합비율별 에너지바 관능평가

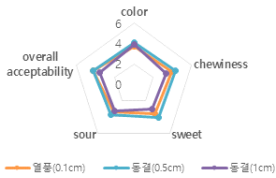
표 2는 에너지바 3종에 대한 일반성분 및 열량을 분석한 결과로, 껌질째 건조 사과다이스를 첨가한 에너지바의 총식이섬유 함량은 100g당 현미바가 8.5g으로 가장 높았고 시리얼바 4.0g, 오란다 2.6g이었다. 100g당 열량은 416.3~438.8kcal 범위로 나타났다.

표 2. 에너지바 3종 일반성분 및 식이섬유 함량

(단위: g/100g)

	수분	회분	탄수화물	단백질	지방	총식이섬유	열량 (kcal/100g)
현미 사과바	3.72	1.81	69.8	12.8	11.9	8.5	437.5
시리얼 사과바	4.55	1.08	81.9	4.66	7.79	4.0	416.3
오란다 사과바	7.68	1.05	70.2	6.19	14.8	2.6	438.8

껍질째 사과를 활용한 다양한 디저트 레시피 개발을 위해 두께별 디저트 관능평가를 실시한 결과 그림 9와 같다, 애플링 쿠키는 0.5cm, 애플샌드 케이크는 0.2cm, 사과 선은 16등분 했을 때 씹힘성 등 전반적인 기호도가 가장 적합한 것으로 조사되었다.



<애플링쿠키>



<애플샌드케이크>



<사과선>

그림 9. 껍질째 사과 두께별 디저트 관능평가

표 3은 디저트 3종에 대한 일반성분 및 열량을 분석한 결과로, 특히 애플링 쿠키의 총식이섬유 함량은 100g당 8.48g, 열량은 100g당 809.6kcal로 가장 높았는데 이것은 건조 중량이기 때문이다.

표 3. 껍질째 사과 이용 디저트 3종 일반성분 및 식이섬유 함량

(단위: g/100g)

구분	수분	회분	탄수화물	단백질	지방	총식이섬유	열량 (kcal/100g)	
애플링 쿠키	2.17	1.79	61.7	9.23	25.1	8.48	509.6	
애플 샌드 케이크	63.9	0.60	29.4	2.79	3.32	3.20	158.6	
사과 선	한식	76.2	1.48	13.7	3.73	4.95	2.03	114.3
	양식	76.8	1.61	14.8	3.50	3.34	1.55	103.3



표 3은 디저트 3종에 대한 일반성분 및 열량을 분석한 결과로, 특히 애플링 쿠키의 총식이섬유 함량은 100g당 8.48g, 열량은 100g당 809.6kcal로 가장 높았는데 이것은 건조 중량이기 때문이다. 저장기간 동안 껍질째 사과 활용 에너지바 및 디저트 유해 미생물수를 조사한 결과는 그림 10과 같다. 모두 저장기간 동안 대장균군은 전혀 검출되지 않았고, 일반세균수는 에너지바의 경우 저장 후 28일째 $10^1 \sim 10^2$ 정도였고, 디저트의 경우 저장 6일 이후에 검출되었으나 $10^1 \sim 10^4$ 정도로 유해수준은 아닌 것으로 조사되었다.

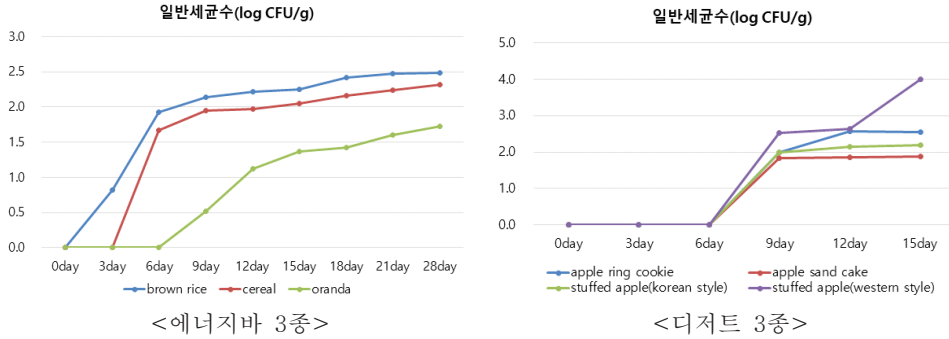






그림 10. 저장기간에 따른 껍질째 사과 에너지바 및 디저트 유해 미생물수

따라서 껍질째 사과를 활용한 다양한 레시피를 소비자, 농업인, 사과 가공 영업자에게 영농기술 정보로 표 4와 같이 제공함으로써 껍질째 사과 소비 확대에 기여할 수 있을 것으로 판단되었다.

표 4. 껍질째 사과를 활용한 에너지바 및 디저트 레시피

	<ol style="list-style-type: none"> ① 물10g(1/2T), 설탕14g(1T), 올리고당 30g을 냄비에 넣고 끓을 때까지 젓지 않기(오란다바는 버터 10g을 추가) ② 끓기 시작하면 약불로 줄이고 퍼핑현미(또는 시리얼) 20g, 견과류 40g, 껍질째 사과 다이스 40g을 넣기 (오란다바는 퍼핑콩 80g, 껍질째 사과 다이스 20g) ③ 실처럼 나올 때까지 계속 저으면서 원료 섞어주기 ④ 모양을 만들어서 냉장 또는 냉동해서 굳히기
<p><사과 에너지바></p>	<ol style="list-style-type: none"> ① 심을 빼고 두께 0.5cm로 슬라이스한 동결건조 칩(또는 열풍건조 사과칩 0.1cm)에 땅콩버터를 바르기 ② 견과류 토핑으로 올리기 ③ 커버춰 초콜릿을 녹여서 뿌리기
	<ol style="list-style-type: none"> ① 심을 빼고 두께 0.2cm로 슬라이스한 생과에 그릭요거트(또는 크림치즈) 바르고 견과류 뿌리기 ② 3~4겹 반복해서 쌓기 ③ 가운데 사과 잼(또는 페이스트)을 넣고 시나몬 파우더 뿌리기
<p><애플 샌드 케이크></p>	<ol style="list-style-type: none"> ① 사과를 16등분하여 세로방향으로 칼집 3군데 넣기 ② 10% 농도의 소금물에 20~30분 절이기 ③ 끓는물에 살짝(1분 이내) 데치기 ④ 준비한 소를 칼집 사이에 넣기 <ul style="list-style-type: none"> *한식-달걀지단, 표고버섯, 쇠고기 *양식-치즈, 햄, 감자샐러드 ⑤ 소스 뿌리기 <ul style="list-style-type: none"> *한식-끓인 단춧물(식초:설탕:물=1:1:1) 식혀서 붓기 *양식-머스터드 소스
	<p><사과 선-한식></p>
	<p><사과 선-양식></p>

4. 결과요약

(시험 1) 껍질째 사과 활용을 위한 초음파 세척조건 설정

- 가. 초음파 진동수, 온도, 시간별 처리조건 중 40kHz에서 40℃, 15분 동안 처리했을 때 관능검사 결과 대조구에 비해 가장 이질감이 적은 것으로 조사되었고, 물성시험을 실시한 결과 경도 및 씹힘성(chewiness)이 대조구에 비해 유의적으로 낮아졌음
- 나. 초음파 처리 후 식이섬유 함량과 cellulase 효소활성은 증가하였으나 과피(왁스층)의 지방산 함량은 감소하였고, ursolic acid 함량 또한 감소하였음
- 다. 초음파 처리 후 총phenol 및 총flavonoid 함량은 대조구에 비해 증가하였고, 특히 초음파 처리에 의해 stilbene 유도체가 새로 생성되었음
- 라. 초음파 처리구는 대조구(일반세척)에 비해 일반세균수는 12%, 잔류농약 함량은 60% 감소함
- 마. 초음파처리에 따른 요인간의 상관관계(r)를 조사한 결과, TPA(씹힘성) 값은 ursolic acid 값과 1.000($p < 0.05$)로 강한 상관관계를 나타냈음



바. 따라서 이러한 결과를 종합해 볼 때 초음파처리가 껍질째 사과를 이용하는데 거친 식감과 안전성 등을 개선할 수 있을 것으로 판단됨

(시험 2) 껍질째 사과 활용 에너지바 및 디저트 레시피 개발

가. 껍질째 사과 배합비율별 에너지바 관능평가 결과, 현미 및 시리얼바는 껍질째 건조 사과다이스 40%를, 오란다바는 20%를 배합할 때 씹힘성 등 전반적인 기호도가 가장 적합한 것으로 나타남

나. 껍질째 건조 사과다이스를 첨가한 에너지바는 모든 처리구에서 대조구보다 총phenol 함량이 높았으며, 총식이섬유 함량은 100g당 현미바가 8.5g으로 가장 높았고 시리얼바 4.0g, 오란다 2.6g이었음. 100g당 열량은 416.3~438.8kcal로 조사됨

다. 껍질째 사과 두께별 디저트 관능평가 결과, 애플링 쿠키는 0.5cm, 애플샌드 케이크는 0.2cm, 사과 선은 16등분 했을 때 씹힘성 등 전반적인 기호도가 가장 적합한 것으로 조사됨.

다. 껍질째 사과 활용 에너지바 및 디저트 모두 저장기간 동안 대장균군은 검출되지 않았고, 일반세균수는 에너지바의 경우 저장 후 28일째 $10^1 \sim 10^2$ 정도였고, 디저트의 경우 저장 6일 이후에 검출되었으나 $10^1 \sim 10^4$ 정도로 유해수준은 아닌 것으로 조사됨

마. 따라서 껍질째 사과를 활용한 다양한 레시피를 소비자, 농업인, 사과 가공 영업자에게 영농기술 정보를 제공함으로써 껍질째 사과 소비 확대에 기여할 수 있을 것으로 판단됨

5. 인용문헌

Anita R., Meena, Shweta. 2017. Ultrasonic processing and its use in food industry. International J. chemical studies. 5(6) 1961~1968

Han K.S., Pyo S.H., Lee E.J., Lee H.A. 2008. Standardization of the Recipe for the Large-Scale production of Korean Cooked Rice Varieties-Bibimbab, Bean Sprout Bab, and Fried Rice. Korean J. Food Cookery Sci. 24(5) 580~892

I.M. Simunek, A.R. Jambrak, S. Dobrovic. 2014. Rheological properties of ultrasound treated apple, cranberry, and blueberry juice and nectar. J. Food Sci Technol. 51(12) 3577~3593

Jeong S.H., Park H.J., Shin M.S., and Song J. Y. 2017. Effect of Ultrasonication Treatment on physical and Functional characteristics of Fruits and Vegetables for Juice Production. Korean J. Food Cook Sci. 33(4) 387~394

김현복, 김정복, 김선림. 2005. 뽕나무 계통별 오디의 레스베라트롤 함량 분석. Korean J. Seric. Sci. 47(2) 51~55

6. 연구결과 활용

연도 (연차)	활용구분	제 목
2021년도 (1년차)	영농기술정보	○껍질째 사과 이용을 위한 초음파 처리조건 및 안정성 정보
2022년도 (2년차)	영농기술정보	○껍질째 사과 활용 에너지바 레시피 및 영양성분 정보제공
2022년도 (2년차)	영농기술정보	○껍질째 사과 활용 디저트 레시피 정보제공

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
						'21	'22
2) 과피를 포함하는(whole) 사과 가공기술 개발 및 안전성 구명	책임자	사과이용연구소	농업연구사	홍정진	총괄수행	○	○
	공동연구자	사과이용연구소	농업연구관	정은호	업무조정	○	○
	공동연구자	사과이용연구소	농업연구사	오주열	자료검토	○	○
	공동연구자	사과이용연구소	농업연구사	김현수	자료검토	○	○
	공동연구자	사과이용연구소	농업연구사	손진향	자료검토	○	○
	공동연구자	사과이용연구소	농업연구사	구소희	자료검토	○	○
	공동연구자	사과이용연구소	공무직	이정선	시험조사	○	○