



과제구분	지역특화	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명		연구분야	수행기간	연구실	책임자
지역특화작목 신수요 창출 기술 개발		농식품 자원	'17~'25	농업기술원 작물연구과	신복음
고구마를 이용한 저가당 디저트류 개발		농식품 자원	'24	농업기술원 작물연구과	이정진
색인용어	고구마, 디저트, 발효, 가공식품				

ABSTRACT

This study aimed to develop fermentation conditions and appropriate addition ratios of ingredients to improve the texture and reduce the amount of added sugar when making desserts using sweet potato, which is mainly produced in Yeosu City.

When fermented at 25° C for 24 hours with 3% inoculation of rice Nuruk, the content of sugar, total sugar, and reducing sugar was the highest, and the cookies had excellent taste, aroma, texture, and overall preference, and the color of the cookies became darker as the amount of rice Nuruk inoculation increased.

Two types of cookies and pudding were prepared using sweet potato fermented with rice Nuruk as the main ingredient. The gluten-free cookies prepared with sweet potato flour as an additional ingredient had increased sugar content, total sugar, and reducing sugar, and had excellent appearance, taste, and overall preference. The butter cookies prepared by adding wheat flour, butter, and baking powder had excellent appearance, flavor, and overall preference, and the pudding had increased sugar content, total sugar, reducing sugar, and protein, and decreased viscosity and fat content.

Key words: Sweet Potato, Rice Nuruk, Desserts, Fermentation

1. 연구목표

중앙아메리카가 원산지인 고구마는 1763년에 도입된 이래 쌀, 보리 등의 곡류와 함께 주요 식량자원으로 이용되고 있으며 재배가 쉽고 단위면적당 수확량이 많아 우리나라 전역에서 재배되고 있는 경제성 높은 작물이다(Ha 등, 2019).

고구마의 주성분은 탄수화물로 단맛 성분인 자당, 포도당, 과당 등을 함유하고 있고 감자에 비해 열량이 두 배 가까이 높은 고칼로리 식품이다(Rural Development Administration, 2014). 고구마는 그대로 식용하거나, 전분, 분말, 음료, 물엿, 바이오에탄올 원료 등 다양한 용도로 활용되고 있으며(Park 등, 2011), 식이섬유와 칼륨, 칼슘, 철 등의 무기질과 비타민 C 또한 다량 함유하고 있어 영양학적으로 우수한 식품으로 평가되고 있다(National Institute of Agricultural Sciences, 2016). 또한 안토시아닌, 베타카로틴, 폴리페놀, 토코페롤 등과 같은 항산화 성분들을 함유하고 있으며, 항암작용, 심혈관계 질환 예방에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Woolfe JA, 1992). 경제성장으로 인한 식생활의 다양한 변화로 고구마의 재배면적과 소비가 감소되어 왔으나, 최근 식생활 수준이 향상되고 기능성 건강식품에 대한 소비자의 관심 증가와 함께 고구마의 식이섬유, 베타카로틴 등 기능성이 알려지면서 건강식품으로 새로이 인식되고 있다(Song 등, 2005).

경기도의 고구마 생산면적은 2023년 기준 2,285ha로 전국의 12.4%, 생산량은 3.2만톤으로 전국의 10.7%(통계청, 2024)이며, 경기도내 고구마의 주 생산지는 여주시로 2022년 재배면적은 792ha, 생산량은 1.3만톤이다(여주시, 2024). 여주시에서 주로 재배되는 분질 고구마(밤고구마)는 식이섬유, 항산화물질, 비타민 등이 풍부하지만 딱딱한 식감으로 소비가 감소하고 있어 고구마의 소비 확대를 위해 가공품 개발이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 여주 밤고구마의 식감 개선과 가공품 제조시 설탕 첨가량 감소를 위해 발효조건과 부재료의 적정 첨가비율 등 쿠키와 푸딩 등의 디저트 제조방법을 개발하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시험재료

본 실험에 사용한 고구마는 경기도 여주시에서 생산된 분질고구마(밤고구마)를 구입하여 사용하였다. 고구마는 껍질을 제거한 다음 찹기(UTHSN2, 마하찹기, Korea)에서 30분간 찢 다음 으깬 상태로 냉동보관하며 실험에 사용하였다. 발효에 사용된 균주는 시중에서 유통되는 유산균 분말(복합유산균 21종; ㈜신비바이오, Pocheon, Korea), 건조효모(*Saccharomyces cerevisiae*, Saf-instant yeast red, Societe Industrielle Lesaffre, France), 쌀누룩 분말(Rice Nuruk enzyme powder; 누룩공방 배나무실(주), Goyang, Korea)을 사용하였다. 고구마 가루는 맑은들(주)(Hongcheon, Korea) 생산품으로 100% 국내산 고구마를 건조하여 수분함량 10% 이하, 입도 60 mesh 이하로 제조된 것을 사용하였다.

나. 고구마 발효조건 구명

발효균주, 발효온도, 발효시간을 설정하기 위하여 해동시킨 고구마에 유산균, 효모, 쌀누룩 1%를 접종한 다음 25, 30 ℃ 항온기(IS-2100RS, 제이오텍, Korea)에서 24, 48시간 발효시켰으며 균주의 접종량을 설정하기 위하여 0, 1, 3, 5% 쌀누룩을 접종하여 발효 전과 후의 고구마 특성과 이를 이용하여 제조한 쿠키의 특성과 기호도를 조사하였다.

다. 고구마 디저트 제조

1) 글루텐 프리 쿠키

쌀누룩 발효 고구마 70%, 고구마 가루 10%, 우유 5%, 버터 5%, 설탕 10%를 혼합후 반죽기로 반죽한 다음 동일한 크기로 빻은 다음 150/220℃(아래/위) 오븐에서 25분간 구운 후 상온으로 식혀 일반성분, 물성, 기호도를 조사하였다.

2) 버터 쿠키

버터 20%, 슈거파우더 16.7%, 노른자 3.3%를 섞어 설탕이 다 녹으면 쌀누룩 발효 고구마 26.7%, 박력분 22.7%, 고구마 가루 10%, 베이킹파우더 0.7%를 넣어 반죽한 다음 길고 둥글게 뭉쳐 랩으로 싸 다음 냉동실에 넣어 10분간 휴지시켰다. 냉동실에서 꺼내 랩을 제거한 후 1cm 간격으로 잘라 종이호일을 깔 오븐팬에 올려 150/170℃(아래/위) 오븐에서 30분간 구운 후 상온으로 식혀 일반성분, 물성, 기호도를 조사하였다.

3) 푸딩

쌀누룩 발효 고구마 50%, 우유 22.4%, 생크림 22.4%, 설탕 5%, 소금 0.2%를 도자기 그릇에 담은 후 오븐팬에 올려 150/220℃(아래/위) 오븐에서 15분간 구운 후 상온으로 식혀 일반성분, 물성, 기호도를 조사하였다.

라. 주요 조사 항목 및 측정방법

1) 일반성분

수분함량은 시료 5 g을 취하여 105 ℃에 3시간 정치 후 건조 전, 후의 무게를 측정하여 값을 산출하였다. pH와 당도는 시료에 10배의 증류수를 가하여 믹서기로 완전히 분쇄 후 필터로 여과하여 여액을 pH meter(G20 compact titrator, Mettler Toledo, Switzerland)와 굴절당도계(ATAGO, RX-5000α)를 사용하여 측정하였다. 산도는 동일한 여액 10 mL에 증류수 90 mL를 가한 후 균질화시켜 0.01 N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정한 후 그 소비량을 측정하여 산도를 acetic acid의 상당량(%)으로 환산하였다. 총당은 페놀-황산법, 환원당은 DNS법, 조단백질은 micro- Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법 및 조회분은 회화법으로 분석하였다(AOAC, 1995). 제품 표면의 색상은

Color difference meter(CR-410, Konica Minolta, Japan)를 이용하여 Hunter's value 값인 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값으로 나타내었다. 물성은 texture analyzer(TA-XTplusC, Stable Micro Systems, UK)를 이용하여 쿠키를 2×2 cm 크기로 절단한 후 Mini Kramer Shear Cell probe를 이용하여 조직감을 측정하였다.

2) 유리당, 유기산 함량

시료의 유리당, 유기산 분석을 위해 시료의 상등액을 취해 3차 증류수로 희석한 후 0.2 µm membrane filter(Whatman, Clifton, NJ, USA)를 이용해 여과하였고, HPLC(Agilent Technologies Series 1260, USA)를 이용해 분석하였다.

마. 기호도 조사

훈련된 관능요원 10명을 대상으로 제품의 품질특성에 영향을 미치는 외관, 식감, 맛 그리고 전체적 기호도를 9점 척도법으로 측정하였고, 매우 좋음(9점)에서 매우 나쁨(1점)까지 기호도가 높을수록 높은 점수를 주도록 하였다. 통계처리는 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test로 각각의 변수에 대한 결과를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 고구마 발효 조건 설정

1) 발효균주 선발

여주 밤고구마를 이용한 디저트류 개발시 고구마의 쫄쫄한 식감을 완화하고 당분 첨가량을 줄이기 위하여 발효법을 적용해 보았다. 유산균, 효모, 쌀누룩으로 발효시킨 고구마의 특성은 표 1과 같다. pH는 발효 전 5.8에서 발효 후 유산균은 3.3-3.4, 효모는 4.2, 쌀누룩은 3.6~4.0으로 낮아졌으며 유산균과 효모는 발효 24시간과 48시간의 차이가 없었으나 쌀누룩은 48시간 후까지도 감소하였다. 산도는 pH와 반대로 발효 전 0.2%에서 유산균 1.5~2.1%, 효모 0.8~1.4%, 쌀누룩 1.2~1.7%로 높아졌으며 유산균과 쌀누룩 발효에서는 발효 48시간까지 증가하였고, 효모는 반대의 경향을 보였다. pH가 낮아지고 산도가 높아지는 이유는 발효과정에서 생성된 유기산의 영향인 것으로 판단된다. 발효 후 당도는 쌀누룩에서는 발효전보다 2.0~3.8 brix 높아졌으나 유산균과 효모에서는 오히려 낮아졌으며 3가지 균주 모두 발효 48시간 후보다 발효 24시간에서 더 높았다. 총당과 환원당은 유산균과 쌀누룩에서는 발효 24시간까지는 높거나 비슷하다가 48시간 후에는 감소하였고, 효모는 반대의 경향을 보였다. 발효된 고구마를 이용하여 쿠키를 제조한 다음 기호도 조사를 한 결과, 쌀누룩으로 발효하여 제조한 쿠키의 기호도가 우수하였다(표 2). 쌀누룩으로 24시간 발효시켰을 때 당도, 총당, 환원당의 함량이 가장 높아 디저트

제조시 당 첨가량을 줄일수 있을 것으로 판단되었고, 기호도도 우수하여 고구마 디저트 제조시 발효균주로는 쌀누룩, 발효시간은 24시간이 가장 적합한 것으로 판단되었다.

표 1. 발효 후 고구마의 특성 변화

균주	발효시간 (시간)	pH	산도 (%)	당도 (Brix)	총당 (g/kg)	환원당 (g/kg)
대조(발효전)		5.8 ± 0.0^a	0.2 ± 0.0^g	17.3 ± 0.3^c	346.6 ± 1.5^d	72.5 ± 0.5^c
유산균	24	3.3 ± 0.0^f	1.5 ± 0.0^c	17.1 ± 0.1^c	359.4 ± 4.4^c	71.2 ± 0.0^d
	48	3.4 ± 0.2^e	2.1 ± 0.0^a	9.2 ± 0.2^d	160.2 ± 0.5^f	18.4 ± 0.3^e
효 모	24	4.2 ± 0.0^b	1.4 ± 0.0^d	8.6 ± 0.2^e	125.8 ± 0.2^g	4.4 ± 0.2^g
	48	4.2 ± 0.0^b	0.8 ± 0.0^f	8.0 ± 0.1^f	314.4 ± 1.2^e	8.3 ± 0.1^f
쌀누룩	24	4.0 ± 0.0^c	1.2 ± 0.0^e	21.1 ± 0.2^a	413.2 ± 1.2^a	124.9 ± 0.7^a
	48	3.6 ± 0.0^d	1.7 ± 0.0^b	19.3 ± 0.1^b	371.9 ± 1.7^b	83.2 ± 0.2^b

표 2. 발효된 고구마로 제조한 쿠키의 기호도

균주	발효시간 (시간)	기호도(9점 척도법)				
		외관	맛	향	식감	종합기호도
대조(발효전)		4.1 ± 1.2^{ns}	4.6 ± 1.4^b	4.4 ± 1.0^b	4.3 ± 1.3^{bc}	4.6 ± 0.9^b
유산균	24	4.7 ± 1.4	3.4 ± 1.0^c	3.1 ± 0.7^c	3.7 ± 0.5^c	3.5 ± 0.9^c
	48	4.6 ± 1.3	3.3 ± 0.8^c	3.1 ± 0.7^c	3.6 ± 0.8^c	3.6 ± 0.6^c
효 모	24	5.4 ± 1.0	4.3 ± 1.0^{bc}	4.3 ± 1.1^b	4.6 ± 1.1^{bc}	4.4 ± 0.9^{bc}
	48	5.4 ± 1.0	4.3 ± 1.0^{bc}	4.1 ± 1.2^b	4.6 ± 1.1^{bc}	4.2 ± 1.0^{bc}
쌀누룩	24	4.3 ± 0.8	6.0 ± 0.6^a	5.6 ± 0.5^a	5.4 ± 0.5^a	6.1 ± 0.4^a
	48	4.3 ± 0.8	5.7 ± 0.5^a	5.6 ± 0.5^a	5.3 ± 0.5^a	5.7 ± 0.5^a

※ 쿠키 제조 조건: 고구마/고구마전분/우유/버터/설탕=65%/15/5/10/5, 150/220℃ 오븐, 30분

2) 발효 온도 및 시간 설정

선발된 쌀누룩의 발효 온도와 시간을 설정하기 위하여 쌀누룩 1%를 접종하여 25℃, 30℃에서 24시간, 48시간 발효시킨 고구마의 일반적인 특성은 표 3과 같다. pH와 산도는 처리간 큰 차이가 없었으며 당도는 발효전 15.5 brix에서 발효 온도와 시간이 증가할수록 16.7~23.5 brix, 18.6~23.6 brix로 증가하였다. 총당은 발효 온도가 증가할수록 139.5 g/kg에서 138.7, 120.8 g/kg로 점차 감소하였고 25℃에서 48시간 발효시켰을 때 155.4 g/kg로 가장 높았다. 환원당은 발효온도와 발효시간이 증가할수록 증가하였고, 30℃에서 48시간 발효시켰을 때 178.7 g/kg로 가장 높았다.

표 3. 찐누룩 발효 후 고구마 특성의 변화

발효온도 (℃)	발효시간 (시간)	pH	산도 (%)	당도 (Brix)	총당 (g/kg)	환원당 (g/kg)
대조(발효전)		5.6±0.0 ^{ns}	0.23±0.00 ^b	15.5±0.1 ^b	139.5±0.7 ^b	84.0±1.4 ^e
25	24	4.1±3.5	0.21±0.00 ^b	16.7±0.2 ^b	138.7±0.2 ^c	97.6±0.4 ^d
	48	5.2±0.0	0.27±0.00 ^a	23.5±0.2 ^a	155.4±0.2 ^a	118.9±0.1 ^b
30	24	6.0±0.0	0.21±0.00 ^b	18.6±0.2 ^b	120.8±0.5 ^e	114.2±0.7 ^c
	48	6.0±0.0	0.22±0.01 ^b	23.6±0.2 ^a	137.2±0.2 ^d	178.7±0.8 ^a

발효 온도와 발효 시간이 증가할수록 유리당의 총량은 증가하는 경향이었으며 30 ℃에서 48시간 발효시켰을 때 197.6 g/kg로 가장 높았다. 발효 온도와 발효 시간이 증가할수록 glucose와 maltose의 함량은 증가하였고, sucrose의 함량은 감소하였다(표 4).

표 4. 찐누룩 발효 후 고구마의 유리당 변화

(단위: g/kg)

발효온도 (℃)	발효시간 (시간)	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Lactose	계
대조(발효전)		6.8±0.1 ^c	28.5±2.1 ^c	38.8±3.1 ^a	76.3±5.2 ^b	2.6±0.3	153.0±0.8 ^b
25	24	9.1±1.1 ^b	41.5±1.9 ^b	22.2±0.6 ^b	115.7±26.8 ^{ab}	-	188.5±27.8 ^{ab}
	48	10.9±0.8 ^a	45.1±3.5 ^{ab}	2.3±1.0 ^c	111.0±23.9 ^{ab}	-	169.4±20.9 ^{ab}
30	24	6.8±0.6 ^c	43.6±2.0 ^b	4.9±2.4 ^c	128.7±29.6 ^b	-	184.0±32.8 ^{ab}
	48	4.5±1.3 ^d	48.6±2.2 ^a	4.8±5.6 ^c	139.7±7.3 ^a	-	197.6±15.1 ^a

유기산의 총량은 발효전 9419.0 mg/kg이 발효 24시간 후 12798.8 mg/kg, 12537.4 mg/kg로 증가하다가 48시간 발효 후에는 11746.9mg/kg, 11867.6 mg/kg로 다시 감소하였다. 발효 후 citric acid의 함량은 감소하였고 succinic acid와 lactic acid가 새로 생성되었다(표 5). 발효온도 25 ℃에서 가장 많이 검출된 유기산은 acetic acid로 발효전 4738.8 mg/kg에서 발효 24시간 후에는 7373.1 mg/kg까지 증가하다가 발효 48시간 후에는 5954.9 mg/kg로 감소하였다. 정 등(2008)의 감귤과즙을 이용한 발효음료 개발 연구에서 총 유기산의 함량이 발효 5일째 가장 높아졌다가 이후 감소하는 경향을 보였고 가장 많이 검출된 유기산은 acetic acid였다는 보고와 Lee 등(2003)의 *Gluconacetobacter persimmonis*를 이용한 농축 사과배지 발효 연구에서는 succinic acid와 acetic acid가 크게 증가하는 것으로 보고와 유사한 결과를 보였다.

표 5. 쌀누룩 발효 후 고구마의 유기산 변화

(단위: mg/kg)

발효 온도 (°C)	발효 시간 (시간)	Citric acid	Malic acid	Succinic acid	Lactic acid	Acetic acid	계
대조(발효전)		2765.6±81.6 ^a	1915.6±50.2 ^b	0.0±0.0 ^e	0.0±0.0 ^e	4737.8±76.2 ^c	9419.0±207.8 ^c
25	24	2390.7±5.6 ^b	2239.6±139.4 ^a	456.9±10.1 ^d	339.4±5.9 ^d	7372.1±41.0 ^a	12798.8±164.1 ^a
	48	1508.1±55.8 ^c	1089.0±27.8 ^c	2556.4±20.2 ^c	638.6±20.5 ^c	5954.9±312.0 ^b	11746.9±311.9 ^b
30	24	668.2±14.1 ^d	931.0±32.2 ^d	5218.6±264.8 ^a	2771.0±129.1 ^b	2948.6±216.4 ^e	12537.4±563.9 ^a
	48	327.6±7.8 ^e	861.1±22.6 ^d	4447.6±47.1 ^b	3276.3±69.6 ^a	2954.9±341.9 ^d	11867.6±317.8 ^b

쌀누룩으로 발효한 고구마로 제조한 쿠키의 특성은 표 6과 같다. pH와 수분함량은 발효 전후 큰 차이가 없었으나 산도는 발효한 고구마에서 감소하였다. 당도, 총당, 환원당, 경도 모두 발효한 고구마로 만든 쿠키에서 대체로 높았다. 이는 쿠키의 주재료로 첨가된 발효한 고구마의 당도, 총당, 환원당이 대조(찐고구마)보다 높았기 때문인 것으로 판단된다(표 3).

표 6. 쌀누룩으로 발효한 고구마로 제조한 쿠키의 특성

발효 온도 (°C)	발효 시간 (시간)	pH	산도 (%)	수분함량 (%)	당도 (Brix)	총당 (g/kg)	환원당 (g/kg)	경도 (kg-sec)
대조(찐고구마)		5.6±0.0 ^b	0.56±0.00 ^a	28.5±2.0 ^{ns}	41.3±0.2 ^d	227.6±0.5 ^b	117.3±0.5 ^e	3.8±0.5 ^d
25	24	5.8±0.0 ^a	0.33±0.00 ^c	28.1±5.4	44.2±0.3 ^c	303.8±11.8 ^a	158.0±0.2 ^c	6.0±0.7 ^c
	48	5.6±0.0 ^b	0.35±0.00 ^c	30.7±1.5	45.7±0.2 ^a	309.5±11.5 ^a	170.9±0.4 ^b	8.0±0.1 ^b
30	24	5.8±0.0 ^a	0.32±0.00 ^c	30.9±2.9	45.2±0.2 ^b	301.7±17.6 ^a	183.9±0.8 ^a	14.9±0.7 ^a
	48	5.2±0.0 ^c	0.49±0.00 ^b	30.8±3.4	31.2±0.2 ^e	229.2±1.3 ^b	142.0±0.1 ^d	7.2±0.9 ^b

※ 쿠키 제조 조건: 고구마/고구마가루/우유/버터/설탕=70%/10/5/10/5, 150/220℃ 오븐, 25분

발효한 고구마로 쿠키 제조시 명도가 낮아지고 적색도가 높아져 좀 더 어두운 색을 띠었으며 기호도는 25℃에서 24시간 발효한 고구마로 만든 처리에서 맛이 우수하였다(표 7). 박 등(2005)은 구기자를 첨가한 쿠키의 품질특성 연구에서 일정한 조건에서 쿠키의 색은 주로 당의 영향이 크며 환원당에 의한 Maillard 반응, 열에 불안정한 당에 의한 카라멜화 반응에 의해 갈변화가 되어 쿠키의 색에 영향을 준 것으로 보인다고 보고하였다. 발효된 고구마로 만든 쿠키의 색이 더 어두운 것도 이와 비슷한 사유라고 판단된다.

표 7. 쌀누룩으로 발효한 고구마로 제조한 쿠키의 색도 및 기호도

발효 온도 (℃)	발효 시간 (시간)	색도			기호도(9점 척도법)				
		L	a	b	외관	맛	향	식감	종합 기호도
대조(찐고구마)		62.3±0.0 ^a	5.9±0.0 ^d	31.5±0.0 ^b	5.3±1.4 ^{ns}	5.0±0.9 ^a	4.8±0.7 ^{ns}	4.5±1.1 ^{ns}	4.9±0.8 ^{ab}
25	24	55.1±0.4 ^{bc}	6.5±0.0 ^c	29.1±0.3 ^c	5.1±0.6	4.9±0.8 ^a	4.3±1.4	4.5±1.2	5.1±1.0 ^a
	48	52.9±0.3 ^d	6.6±0.1 ^c	28.8±0.2 ^c	5.1±0.6	4.5±1.6 ^{ab}	4.0±1.2	4.3±1.2	4.8±1.4 ^{ab}
30	24	54.6±0.3 ^c	7.8±0.2 ^b	31.5±0.4 ^b	5.2±0.7	4.1±1.0 ^{ab}	3.6±0.9	4.0±1.1	4.2±1.0 ^{ab}
	48	55.3±0.3 ^b	8.1±0.1 ^a	32.1±0.2 ^a	5.3±0.5	3.4±1.2 ^b	3.6±1.5	3.6±0.9	3.6±1.3 ^b

3) 쌀누룩의 접종량 설정

쌀누룩 접종량 3%에서 당도 28.4 brix, 총당 174.4 g/kg, 환원당 147.5 g/kg로 가장 높았으며 접종량이 증가할수록 조단백질의 함량이 1.03%에서 1.85%로 증가하였다(표 8). 쌀누룩의 접종량 3%까지는 접종량이 증가할수록 당도가 증가하였는데 김 등(2012)과 조 등(2024)이 쌀누룩을 이용하여 제조한 고추장의 품질 특성 연구에서 쌀누룩의 첨가 비율이 증가할수록 고추장의 당도가 증가하였다는 보고와 비슷한 결과를 얻었다.

표 8. 쌀누룩 접종량에 따른 발효후 고구마의 특성

접종량 (%)	pH	산도 (%)	당도 (Brix)	총당 (g/kg)	환원당 (g/kg)	조지방 (%)	조단백 (%)
0	6.0±0.0 ^b	0.56±0.00 ^a	17.2±0.1 ^d	76.5±0.4 ^d	66.1±0.5 ^d	0.03±0.01 ^{ns}	1.03±0.13 ^b
1	6.3±0.0 ^a	0.21±0.00 ^c	25.3±0.1 ^c	140.2±0.1 ^c	131.1±0.5 ^c	0.06±0.03	1.28±0.14 ^b
3	5.8±0.0 ^c	0.21±0.00 ^c	28.4±0.2 ^a	174.4±0.6 ^a	147.5±0.4 ^a	0.08±0.02	1.41±0.11 ^{ab}
5	5.7±0.0 ^d	0.34±0.00 ^b	26.6±0.2 ^b	150.0±0.3 ^b	142.4±0.3 ^b	0.06±0.01	1.85±0.51 ^a

쌀누룩 접종량을 달리하여 발효한 고구마로 제조한 쿠키의 특성은(표 9) 발효한 고구마의 특성(표 8)과 마찬가지로 쌀누룩 접종량 3%에서 당도, 총당, 환원당의 함량이 가장 높았다. 쌀누룩의 접종량이 증가할수록 쿠키의 색이 진해졌으며, 쌀누룩을 3% 접종시 쿠키의 맛과 종합기호도가 우수하였다(표 10).

표 9. 쌀누룩 접종량에 따른 쿠키의 특성

접종량 (%)	pH	산도 (%)	수분함량 (%)	당도 (Brix)	총당 (g/kg)	환원당 (g/kg)	경도 (kg-sec)
0	5.6±0.0 ^b	0.53±0.00 ^c	28.1±2.2 ^{ns}	39.3±0.1 ^d	213.1±0.7 ^c	102.2±0.2 ^d	8.1±1.2 ^b
1	5.7±0.0 ^a	0.45±0.00 ^c	27.0±0.5	46.4±0.1 ^b	226.6±1.3 ^b	139.8±0.2 ^c	6.0±1.8 ^b
3	5.3±0.0 ^d	0.77±0.00 ^a	28.0±2.3	47.0±0.2 ^a	303.1±5.7 ^a	177.2±0.2 ^a	8.3±0.8 ^b
5	5.5±0.0 ^c	0.58±0.00 ^b	25.9±1.1	45.9±0.1 ^c	230.8±0.5 ^b	149.0±0.1 ^b	11.1±1.7 ^a



표 10. 쌀누룩 접종량에 따른 쿠키의 색도 및 기호도

접종량 (%)	색도			기호도(9점 척도법)				
	L	a	b	외관	맛	향	식감	종합기호도
0	58.5±0.1 ^a	6.2±0.0 ^c	31.0±0.2 ^c	4.7±1.0 ^b	4.8±1.0 ^c	5.3±0.5 ^{ns}	5.0±1.1 ^{ns}	5.0±0.6 ^b
1	53.7±0.2 ^d	8.4±0.0 ^b	31.9±0.1 ^b	5.7±0.8 ^{ab}	6.5±1.4 ^{ab}	5.8±1.2	6.0±1.4	6.5±0.8 ^a
3	58.1±0.2 ^b	8.3±0.0 ^b	34.0±0.1 ^a	6.7±1.0 ^a	6.8±0.8 ^a	6.0±1.1	6.2±1.0	6.7±0.9 ^a
5	55.5±0.1 ^c	9.5±0.1 ^a	34.0±0.1 ^a	6.3±1.2 ^a	5.2±1.1 ^{bc}	5.7±0.8	5.3±1.2	5.5±1.0 ^b

나. 제형별 고구마 디저트의 특성

1) 고형식: 글루텐 프리 쿠키

밀가루 대신 고구마 가루를 이용하여 제조한 쿠키의 특성은 표 11과 같다. 발효하지 않은 고구마로 만든 쿠키와 비교했을 때 쌀누룩으로 발효한 고구마로 제조한 쿠키의 pH는 0.6, 당도 4.4 brix, 총당 62.2 g/kg, 환원당 63.4 g/kg, 조지방 1.4% 더 높았다. 색도는 명도가 낮고 적색도와 황색도 높아져 어두운 색을 띠었으며 종합기호도가 5.9로 우수하였다(표 12, 그림 1).

표 11. 글루텐 프리 쿠키의 특성

처리 방법	pH	산도 (%)	수분함량 (%)	당도 (Brix)	총당 (g/kg)	환원당 (g/kg)	경도 (kg·sec)	일반성분(%)			
								조지방	조단백	조회분	조섬유
대조	6.3±0.0 ^b	0.3±0.0 ^a	30.7±0.8 ^a	27.2±0.2 ^b	143.4±0.2 ^b	76.0±0.4 ^b	12.4±1.5 ^b	4.7±0.2 ^b	2.2±0.2 ^b	1.4±0.0 ^b	4.8±0.4 ^b
발효	6.9±0.0 ^a	0.2±0.0 ^b	27.6±1.2 ^b	31.6±0.1 ^a	205.6±0.6 ^a	139.4±0.6 ^a	14.8±1.8	6.1±0.2 ^a	2.6±0.1	1.4±0.0	5.3±0.22

표 12. 글루텐 프리 쿠키의 색도 및 기호도

처리 방법	색도			기호도(9점 척도법)				
	L	a	b	외관	맛	향	식감	종합기호도
대조	59.6±0.0 ^a	5.1±0.1 ^b	30.8±0.1 ^b	4.9±1.1 ^{ns}	4.6±0.9 ^{ns}	4.7±1.1 ^{ns}	4.7±0.8 ^{ns}	4.9±0.7 ^b
발효	51.3±0.1 ^b	9.7±0.1 ^a	32.4±0.1 ^a	5.9±0.9	5.6±1.0	5.0±1.2	5.3±0.8	5.9±0.7 ^a



그림 1. 글루텐 프리 쿠키

2) 고행식: 버터 쿠키(사브레)

버터쿠키의 특성도 글루텐 프리 쿠키와 마찬가지로 찐누룩으로 발효한 고구마로 만든 쿠키에서 pH, 당도, 총당, 환원당의 함량이 더 높았고(표 13), 색이 진하였으며 기호도는 외관, 맛에서 우수하였다(표 14, 그림 2).

표 13. 버터 쿠키의 특성

처리 방법	pH	산도 (%)	수분함량 (%)	당도 (Brix)	총당 (g/kg)	환원당 (g/kg)	경도 (kg·sec)	일반성분(%)			
								조지방	조단백	조회분	조섬유
T1	6.2±0.0 ^b	0.2±0.0 ^{ns}	8.9±1.6 ^a	28.8±0.2 ^b	122.9±0.5 ^b	26.8±1.4 ^b	2.8±0.2 ^{ns}	21.1±0.3 ^{ns}	47±0.2 ^{ns}	0.8±0.0 ^b	12.4±0.5 ^a
T2	6.8±0.0 ^a	0.2±0.0	5.2±0.6 ^b	33.1±0.1 ^a	125.0±0.2 ^a	37.9±0.1 ^a	4.2±0.9	21.4±0.5	55.0±0.1	1.2±0.0 ^a	7.4±1.6 ^b

표 14. 버터 쿠키의 색도 및 기호도

처리 방법	색도			기호도(9점 척도법)				
	L	a	b	외관	맛	향	식감	종합기호도
T1	74.2±0.0 ^a	3.9±0.0 ^b	31.0±0.0 ^b	4.4±1.0 ^b	4.1±0.7 ^b	4.1±1.2 ^{ns}	4.0±1.5 ^{ns}	4.4±0.9 ^{ns}
T2	69.6±0.1 ^b	7.2±0.0 ^a	34.7±0.1 ^a	6.7±0.5 ^a	5.3±1.0 ^a	4.4±1.1	5.0±1.4	5.3±1.0

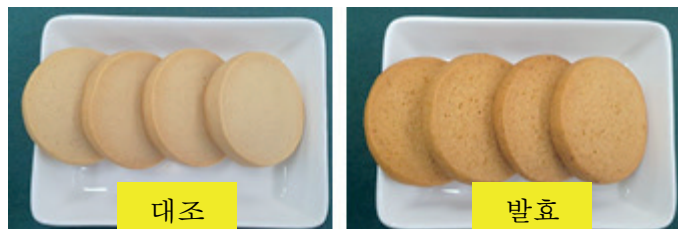


그림 2. 버터 쿠키

3) 유동식: 푸딩

푸딩의 특성도 고행식 쿠키와 마찬가지로 찐누룩으로 발효한 고구마로 만든 푸딩에서 pH, 당도, 총당, 환원당의 함량이 더 높았고, 물성인 점조성은 6.9 kg·sec로 더 낮았다(표 15). 푸딩의 색도 진하였으며 기호도도 다소 우수하였으나 통계적 유의성은 없었다(표 16, 그림 3).

표 15. 푸딩의 특성

처리 방법	pH	산도 (%)	수분 함량 (%)	당도 (Brix)	총당 (g/kg)	환원당 (g/kg)	점조성 (kg·sec)	일반성분(%)			
								조지방	조단백	조회분	조섬유
대조	7.0±0.0 ^b	0.12±0.00 ^b	59.7±1.3 ^{ns}	13.2±0.2 ^b	356.0±1.5 ^b	94.1±3.5 ^{ns}	15.0±0.8 ^a	10.2±0.5 ^a	1.9±0.1 ^b	1.0±0.0 ^{ns}	10.0±0.5 ^a
발효	7.5±0.0 ^a	0.06±0.00 ^b	58.4±2.5	21.5±0.1 ^a	444.9±2.1 ^a	101.7±4.6	6.9±0.9 ^b	6.9±0.5 ^b	2.5±0.1 ^a	1.0±0.1	4.9±0.2 ^b

표 16. 푸딩의 색도 및 기호도

처리 방법	색도			기호도(9점 척도법)				
	L	a	b	외관	맛	향	식감	종합기호도
대조	85.4±0.1 ^a	-4.8±0.0 ^b	33.4±0.1 ^a	6.3±0.8 ^{ns}	6.0±0.0 ^{ns}	5.1±0.4 ^{ns}	5.4±0.8 ^{ns}	6.1±0.4 ^{ns}
발효	81.1±0.1 ^b	-1.0±0.0 ^a	26.5±0.0 ^b	5.4±0.7	6.3±0.9	5.1±1.1	5.7±1.0	6.5±0.8

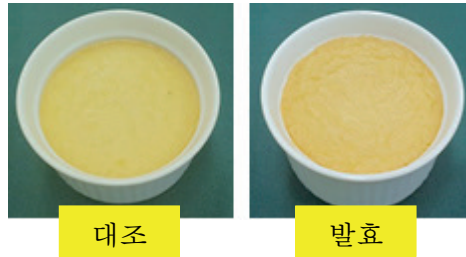


그림 3. 푸딩

4. 적요

여주에서 주로 재배되는 분질고구마(밤고구마)는 식이섬유, 항산화물질, 비타민 등이 풍부하지만 딱딱한 식감으로 소비가 감소하고 있어 고구마의 소비 확대를 위해 가공품 개발이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 여주 밤고구마의 식감 개선과 가공품 제조시 설탕 첨가량 감소를 위해 발효조건과 부재료의 적정 첨가비율 등 디저트 제조방법을 개발하고자 하였다.

가. 고구마 발효 조건 설정

- 1) 유산균, 효모, 쌀누룩으로 고구마를 발효시켰을 때 쌀누룩을 접종하여 24시간 발효시킨 처리에서 당도, 총당, 환원당의 함량이 가장 높았으며 이를 이용해 제조한 쿠키의 기호도도 우수하였다.
- 2) 쌀누룩 발효시 발효시간과 온도가 높아질수록 당도, 총당, 환원당, 총유리당 함량이 증가하였고, 총 유기산 함량은 24시간 발효에서 높았다. 발효된 고구마로 제조한 쿠키의 기호도는 25℃에서 24시간 발효시 맛, 식감, 종합기호도가 우수하였다.
- 3) 쌀누룩 접종량 3%에서 당도, 총당, 환원당의 함량이 가장 높았고 쌀누룩의 접종량이 증가할수록 쿠키의 색이 진해졌으며, 쌀누룩을 3% 접종시 쿠키의 맛, 향, 식감, 종합기호도가 우수하였다.

나. 제형별 고구마 디저트의 특성

- 1) 쌀누룩 발효 고구마를 주재료로 하여 고품인 쿠키 2종과 유동식 1종의 디저트류를 제조하였다. 고구마 가루를 부재료로 제조한 글루텐 프리 쿠키는 당도, 총당, 환원당의 함량이 증가하였으며, 외관, 맛, 종합기호도가 우수하였다.
- 2) 박력분과 버터, 베이킹파우더를 첨가하여 제조한 버터 쿠키도 외관, 맛, 종합기호도가 우수하였고 발효 고구마를 사용하여 유동식(푸딩) 제조시 당도, 총당, 환원당, 단백질의 함량이 증가하였고 점조성과 지방의 함량은 감소하였다.

5. 인용문헌

- 농작물생산조사. 2024. 통계청
제63회 통계연보. 2024. 여주시청
- Cho EY & Yoon HH. 2024. Quality Characteristics of Gochujung Manufactured using Rice Nuruk(*Aspergillus oryzae*) Powder. Culinary Science & Hospitality Research. 30(5): 34-42
- Ha GJ, Kim HY, Ha IJ, Cho SR, Moon JY, Seo GI. 2019. Quality and antioxidant properties of fermented sweet potato using lactic acid bacteria. Korean J. Food Nutr. 32(5):494-503
- Lee OS, Jang SY, Jeong YJ. 2003. Effect of ethanol on the production of cellulose and acetic acid by *Gluconacetobacter persimmonis* KJ145. J Korean Soc Food Sci Nutr 32: 181- 184.
- Lee SS, Kim KS, Eom AH, Sung CK, Hong IP. 2002. Pro- duction of Korean traditional rice-wines made from cultures of single fungal isolates under laboratory conditions. Korean J. Mycology. 30: 61-65
- National Institute of Agricultural Sciences. 2016. Korean Food Composition Table. 9th ed. Rural Development Administration
- Park BH, Cho HS, Park SY. 2005. A study on the antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with *Lyciifructus* powder. Korean J. Food Cookery Sci. 21:94-102
- Park SJ, Kim JM, Kim JE, Jeong SH, Park KH, Shin MS. 2011. Characteristics of sweet potato powders from eight Korean varieties. Korean J. Food Cookery Sci. 27:19-29
- Rural Development Administration. 2014. Important of sweet potato. <http://www.nongsaro.go.kr>
- Song J, Chung MN, Kim JT, Chi HY, Son JR. 2005. Quality characteristics and antioxidative activities in various cultivars of sweet potato. Korean J. Crop Sci. 50:141-146
- Woolfe JA. 1992. Sweet Potato: An Untapped Food Resource. Cambridge University Press



6. 연구결과 활용제목

○ 산업재산권: 쌀누룩 발효 고구마를 이용한 글루텐 프리 쿠키 제조방법

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
						'24
고구마를 이용한 저가당 디저트류 개발	책임자	작물연구과	농업연구사	이정진	세부과제 총괄	○
	공동연구자	작물연구과	농업연구사	신복음	향기성분 등 분석	○
		〃	〃	안예향	일반성분 등 분석	○
		〃	농업연구관	이용선	사업화추진	○
		〃	〃	이영순	사업화추진	○