 <http://dx.doi.org/10.20878/cshr.2018.24.1.015>

## 프로바이오틱스가 보강된 인스턴트커피의 품질 특성과 기호도에 미세분쇄 원두커피가 미치는 영향

임상호<sup>1</sup> · 한성희<sup>2</sup> · 고봉수<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>남양유업(주) 중앙연구소, <sup>2</sup>고려대학교 BK21Plus 보건과학사업단

### Effects of Microground Coffee on the Quality Characteristics and Acceptability of Instant Coffee supplemented with Probiotics

Sang Ho Lim<sup>1</sup>, Sung Hee Han<sup>2</sup> & Bong Soo Ko<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Research and Development Center, Namyang Dairy Products Corporation

<sup>2</sup>BK21Plus, College of Health Science, Korea University

#### KEYWORDS

Microground coffee,  
Instant coffee,  
Aroma,  
Probiotics,  
Quality.

#### ABSTRACT

In this study, effects of microground coffee on the quality characteristics and acceptability of instant coffee with probiotics were investigated. A central composite design with two factors (roasting degree and dose of microground coffee) was used and ranges of roasting degree and dose were 30~50 (L value) and 5~10% respectively. Aroma preference, sweetness intensity, bitterness intensity, acidity intensity, body intensity and overall acceptability were evaluated as sensory characteristics and quadratic regression models of all the properties were significant. Especially in aroma preference and overall acceptability, the higher roasting degree and dose of microground coffee, the more aroma preference and overall acceptability of the coffee increased. And this results accorded with the object of this study to increase aroma preference and overall acceptability by blending microground coffee with instant coffee. On the other hand, 129 of aroma compounds were detected in instant coffee with microground coffee but 2,5-dimethyl-pyrazine, ethyl-pyrazine and furfural were significant in quadratic regression models. The optimal conditions were predicted by response surface methodology and desirability function approach and the optimal conditions of roasting degree and dose of microground coffee were 30(L value), 8.4%(w/w) respectively to maximize 2 sensory characteristics (overall preference, aroma preference) and 3 aroma components (2,5-dimethyl-pyrazine, ethyl-pyrazine, furfural).

## 1. 서 론

향미(flavor)는 향기(aroma), 맛(taste), 조직감(texture)과 촉

각(mouthfeel)의 조합으로 표현될 수 있는 복합적인 감각이다 (Taylor & Roozen, 1996). 이 중에서 향기는 커피 향미의 가장 중요한 구성요소라고 할 수 있다. 인간의 후각은 10,000개보

\* 본 논문은 공동 제1저자 임상호의 박사학위논문을 바탕으로 추가 연구하여 작성한 것입니다.

\*\* 본 논문은 임상호와 한성희가 공동 제1저자입니다.

† Corresponding author: 고봉수, femto3@naver.com, 세종시 장군면 장기로 836-11, 남양유업 중앙연구소

다 더 많은 향을 구별해낼 수 있다고 추측되지만(Sunarharum, Williams, & Smyth, 2014), 미각은 오직 5개의 기본 맛만 구별해낼 수 있다(Rawson & Li, 2004). 따라서 커피의 향기 성분은 5개의 기본 맛으로는 표현할 수 없는 커피의 다양성을 설명할 수 있는 중요한 요소라 할 수 있다. 원두커피의 특징적인 색깔과 향기는 로스팅 공정에서 형성되는데(Buffo & Cardelli-Freire, 2004), 이 향기성분들은 커피의 품질을 결정하는 가장 중요한 결정요인이라 할 수 있다(Kumazawa & Masuda, 2003). 현재까지 커피에서 수백 개 이상의 향기성분들이 밝혀졌으며(Petisca, Pérez-Palacios, Farah, Pinho, & Ferreira, 2013), 이 커피 향기성분들은 탄화수소, 알코올, 알데하이드, 케톤, 카르복실산, 에스터, 피라진, 피롤, 피리딘, 기타 염기, 함 함유 화합물, 퓨란, 퓨라논, 페놀, 옥사졸 등으로 분류되었다. 양적으로는 퓨란과 피라진이 가장 많으나, 질적으로는 황 함유 화합물과 피라진을 커피의 향미에 가장 중요한 성분으로 보았다(Nijssen, Visscher, Maarse, Willemsens, & Boelens, 1996). 이렇듯이 실제로는 적은 수의 향기성분들이 커피의 향미와 향기에 중요한 역할을 하는 것이 확인되었고(Buffo & Cardelli-Freire, 2004), 원두커피에 대해서는 오직 20~30개의 개별 향기성분들이 커피의 향기를 규정한다고 보고되었다(Mayer & Grosch, 2001; Sanz, Maeztu, Zapelena, Bello, & Cid, 2002).

인스턴트 커피는 로스팅 후에 분쇄, 추출, 농축 및 건조되는데(Mussatto, Machado, Martins, & Teixeira, 2011), 인스턴트 커피 가공 공정 중 로스팅 시 생성된 향들이 종종 분해되거나 없어진다. 따라서, 이를 극복하기 위해 커피산업에서는 SCC(Spinning cone column) 등의 향 회수공정을 주요 수단으로 하여 부족한 향을 보강하고 있으나(Schuchmann, 2007), 원두커피의 향을 따라잡지는 못하고 있다. 인스턴트 커피는 짧은 시간에 쉽게 조리할 수 있다는 장점으로 전세계에 널리 알려졌으나(Talbot, 1997) 원두커피에 비해 향이 부족한 것이 단점으로 지적되고 있다. 최근에는 인스턴트 제조공정 시 커피의 향을 보강하기보다는, 원두커피를 인스턴트 커피에 직접 혼합하여 원두커피의 신선한 향을 보강하려는 시도를 하고 있다. 2009년 스타벅스는 미세분쇄 원두커피를 혼합한 인스턴트 커피를 Starbucks VIA 브랜드로 출시하여 미세분쇄 원두커피시장을 창출하였고, 뒤따라 네슬레에서는 Nescafé Azera Barista Style Instant Coffee를, 몬텔리제에서는 Kenco Millicano WholeBean Instant를 출시하여 새로운 슈퍼 프리미엄 시장을 확대하였다(Euromonitor International, 2015).

한편, 프로바이오틱스(probiotics)는 ‘충분한 양을 섭취하였을 때, 안전하고 건강에 도움이 되는 살아있는 균’이라고 정의되고 있다(Gorbach, 2002). 최근에는 커피의 대중성을 활용하여 인스턴트 커피를 기능성 소재인 Probiotics를 전달하는 운반체로 사용하기도 하였다(Ko, Lim, & Han, 2016).

본 연구에서는 프로바이오틱스 균주가 들어있는 인스턴트 커피에 미세분쇄원두커피를 혼합하여 인스턴트 커피의 향기가 보강되는 것을 관능평가와 향기성분 분석을 통해 확인하고, 커피에서 가장 중요한 상업적 특성인 기호도를 향상시키기 위하여 미세분쇄 원두커피의 최적 로스팅 정도와 혼합 함량을 결정하고자 한다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 미세분쇄 원두커피와 인스턴트 커피 혼합물 시료 제조

콜롬비아산 수프리모 원두(2013년도산)를 반열풍 로스터(Probat, Probat Inc., Germany)에서 볶은 후, -80~130℃에서 저온 분쇄기(cryogenic mill)로 미세 분쇄하여 입자 크기가 10~25 μm인 미세분쇄 원두커피를 만들었다(Fig. 1). 로스팅 정도에 따라 3종의 시료를 준비하였고, 색도계(Colortest II, NEO TECH Co., Ltd., Germany)로 L값을 측정하였다. L값은 명도(lightness)로 숫자가 낮을수록 어두운 색을, 높을수록 밝은 색을 나타낸다. 미세분쇄 후 밀봉하였고, -10℃ 이하에서 냉동 보관하면서 실험에 사용하였다. 미세 분쇄된 원두커피의 입도는 Table 1과 같다.

Table 1. Manufacturing specification of MGC

		Contents		
Coffee bean	Origin	Columbia supremo 100%		
	Roasting degree(L) <sup>1)</sup>	Samples	#1	30±1.0
			#2	40±1.0
		#3	50±1.0	
Particle size after cryogenic milling		D <sub>50</sub> : 23.36 μm		

<sup>1)</sup> L: lightness.

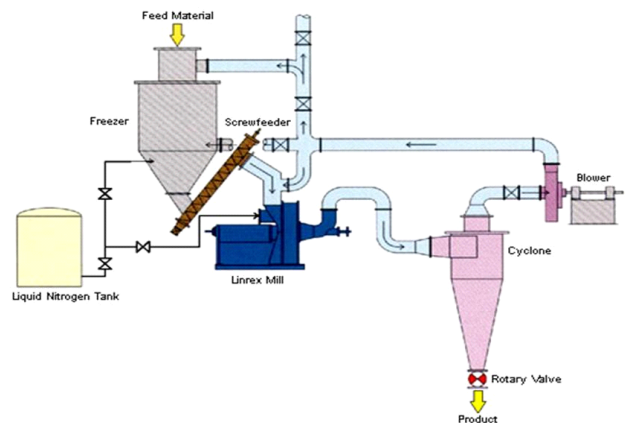


Fig. 1. Flow sheet of microground coffee manufacture (cryogenic mill).

프로바이오틱스가 첨가된 인스턴트 커피를 만들기 위해 브라질산 원두(2013년도산)로 커피농축액(고형분 농도 50±1% (w/w))을 제조한 후, 유산 생성 *Bacillus coagulans* 균주를 0.2% (w/w) 첨가하였다(Ko, Lim, & Han, 2016; Ko, Lim, & Han, 2017). 균주가 첨가된 커피농축액을 냉각기에서 -45℃로 급속 동결시킨 후 granulator와 체(sieve)를 통과시켜 일정한 크기로 균일화시켰고, 진공건조하여 인스턴트 커피를 제조하였다.

미세분쇄원두커피의 로스팅 정도와 혼합비율을 독립변수로 설정하여 미세분쇄 원두커피와 인스턴트 커피의 혼합물을 제조하였다. 냉동 보관된 미세분쇄 원두커피를 *B. coagulans*가 함유된 동결건조커피와 혼합하여, 동결건조커피 입자 표면에 미세분쇄 원두커피 입자가 입혀지도록 하였다. 최종 제조된 시료는 건냉한 장소에 밀봉 보관하면서 본 실험에 사용하였다.

## 2.2. 실험계획법

미세분쇄 원두커피와 인스턴트커피의 혼합 비율 최적화를 위해 반응표면분석법의 중심합성계획법(central composite design)을 사용하였다. 미세분쇄원두커피의 로스팅 정도( $X_1$ )와 함량( $X_2$ )을 2개 독립변수로 설정하여 각각의 조건을 3단계인 -1, 0, 1로 부호 표시하였다. 독립변수의 최대 및 최소

범위는 예비 실험을 통해 각각 로스팅 정도는 30~50(L값), 미세분쇄원두커피 함량은 5~10%로 정하였다. 실험점은 중앙의 2점을 포함한 10점으로 구성하였고, 종속변수로의 관찰값으로 관능검사 항목인 아로마( $Y_1$ ), 단맛( $Y_2$ ), 쓴맛( $Y_3$ ), 신맛( $Y_4$ ), 무게감( $Y_5$ ), 전반적인 기호도( $Y_6$ )를 설정하였다(Table 2). 또, 종속변수의 관찰값으로 커피의 주요 향기성분인 3-methyl-butanol( $Y_7$ ), Pyridine( $Y_8$ ), 2,5-dimethyl-pyrazine( $Y_9$ ), Ethyl-pyrazine( $Y_{10}$ ), 2-ethyl-3,6-dimethylpyrazine( $Y_{11}$ ) 및 Furfural( $Y_{12}$ )의 함량을 설정하였다.

## 2.3. 관능적 특성

미세분쇄 원두커피와 인스턴트커피의 혼합물의 관능적 특성은 평점법(scoring test)으로 평가하였다. 관능 요원은 관능 평가에 대한 교육을 받은 A사 전문패널 11명(남 8명, 여 3명)을 선정하여 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후 평가하도록 하였다. 음용 시 시료 농도는 일반적인 인스턴트커피 음용 수준인 1%(w/w)로 조리하였다. 평가항목은 아로마(aroma)의 선호도와 단맛(sweetness), 쓴맛(bitterness), 신맛(acidity), 무게감(body)의 강도 및 전반적 기호도(overall acceptability)이고, 7점 평점법(1점: 아주 나쁘다, 매우 약하다; 7점: 아주 좋다, 매우 강하다)으로 평가하도록 하여 관능적 특성의 강도가 강하거나 전반적인 기호도가 높을수록 7점에

Table 2. Sensory properties of freeze-dried coffee with MGC by response surface design

Design points	Independent variables		Dependent variables <sup>1)</sup>					
	Roasting degree(L)	MGC <sup>2)</sup> contents(%)	Aroma <sup>3)</sup>	Sweetness <sup>4)</sup>	Bitterness <sup>4)</sup>	Acidity <sup>4)</sup>	Body <sup>4)</sup>	Overall acceptability <sup>3)</sup>
	$X_1$	$X_2$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$	$Y_6$
1	-1(30)	-1(5)	4.24±1.50	3.57±1.22	6.03±1.04	4.11±1.04	6.03±1.04	6.40±1.12
2	1(50)	-1(5)	5.02±1.87	3.81±1.02	4.90±1.23	4.66±0.81	5.30±1.10	6.00±1.10
3	-1(30)	1(10)	6.04±1.20	4.21±1.11	6.34±1.26	5.23±1.33	6.40±0.82	6.50±0.90
4	1(50)	1(10)	6.54±1.30	4.81±1.32	5.11±1.73	5.52±0.54	5.54±0.94	5.80±1.20
5	-1(30)	0(7.5)	5.80±1.24	4.01±1.03	6.15±1.21	5.00±1.32	6.10±1.11	6.83±0.87
6	1(50)	0(7.5)	6.25±1.02	4.12±0.54	5.01±1.14	5.04±0.62	5.02±1.15	5.70±1.12
7	0(40)	-1(5)	4.80±1.12	3.93±1.23	5.61±1.15	4.42±1.11	5.33±1.20	6.00±1.34
8	0(40)	1(10)	6.50±1.20	4.50±1.08	6.12±1.42	5.32±1.12	6.10±1.24	6.00±1.09
9	0(40)	0(7.5)	6.20±1.00	4.38±1.22	6.05±1.10	5.00±1.00	5.90±0.78	6.10±0.67
10	0(40)	0(7.5)	6.14±1.62	4.35±1.03	6.10±0.80	4.90±0.90	5.70±0.88	6.13±1.41

<sup>1)</sup> Mean±S.D.

<sup>2)</sup> MGC: microground coffee.

<sup>3)</sup> 1, extremely dislike; 7, extremely like.

<sup>4)</sup> 1, extremely weak; 7, extremely strong.

가까운 점수를 주도록 하였다.

## 2.4. 향기성분 분석

미세분쇄 원두커피와 인스턴트 커피 혼합물의 향기성분을 분석하였다. 휘발성 향기성분의 추출은 head space-solid phase micro extraction(HS-SPME) 방법을 이용하였다. 시료는 일반적인 커피 음용 농도인 1%(w/w) 농도로 분석 직전 제조하였고, 제조된 용액을 95℃ 물중탕에서 열판 자석 교반기(Waltham, Thermo scientific Co. Ltd, USA)로 600 rpm으로 10분간 교반하여 노출, SPME fiber(Carboxen/PDMS, Supelco, Bellefonte, PA, USA)에 향기 성분을 흡착시켰다. 분석은 GC(7890A, Agilent technologies, Palo Alto, USA)를 사용하여 분석을 실시하였다. 검출기는 mass/mass spectrometry(7000, Agilent technologies, Palo Alto, USA), column은 HP-INNOWAX(60 m × 0.25 mm × 0.5 μm, J&W, Folsom, CA, USA)를 사용하였다. 초기 오븐 온도는 40℃에서 4분간 유지한 후에 2℃/min로 상승시켜 최종 온도를 210℃에서 10분간 유지하였고, carrier gas는 헬륨(유속: 1.0 mL/min)을 사용하였다. 주입구와 검출기 온도는 250℃이며 splitless 모드로 분석하였고, MS의 이온화는 70 eV에서 실행하였다. 휘발성 향기성분의 정성은 signal to noise의 값이 10일 때의 height를 정량한계로 설정하고, 그 이상의 peak만 GC-MS/MS Library(Wiley/NBS)의 mass spectrum과 비교하여 library matching quality 70% 이상인 peak만 정성하였다. 정량은 정성 peak의 면적%를 확인하고 3반복 결과로 평균과 표준편차를 계산하였다.

## 2.5. 통계분석

관능적 특성과 향기성분의 평균 및 표준편차의 분석은 SPSS (statistical package for social science, version 12.0)을 사용하였다. 10개의 실험값에 대해 최소제곱법을 사용하는 다중회귀 분석을 실시하였으며, 모델 적합성은 *F-test*로 유의성을 검증하였다. 다중회귀모델식은 식 (1)과 같고, Design expert 9 (State-Ease Co., Minneapolis, MN, USA)을 사용하여 통계처리 및 반응표면분석하여 최적점을 예측하였다.

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{12}X_1X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 \quad (1)$$

식 (1)에서  $b_n$ 은 회귀 상수이고,  $X_1, X_2$ 는 부호 표시 독립변수이다.

호감도함수법(Desirability Function Approach)를 통하여 5개의 종속변수인 전반적인 기호도(overall acceptability), 아로마의 선호도 및 3개 주요 향미성분(2,5-dimethyl-pyrazine, ethyl-pyrazine, Furfural)을 최대(maximum)로 하는 타협 지점(compromise area)을 찾았다(Lee, Jeong, & Kim, 2013). 호감도함수법을 사용하면 종속변수가 2개 이상의 다중 반응이 단일

최도인 호감도의 최적화 문제로 단순화될 수 있다(Li, Ma, Ma, Li, Zhou, & Xu, 2007). 회귀모델식에 의해 예측된 각각의 종속변수는 무차원 값인 개별호감도로 변환되고, 식 (2)에 의해 가장 높은 종합 호감도를 보이는 독립변수의 최적점이 선정된다. 이 호감도분석은 Design expert 9의 수치 최적화(numerical optimization)를 통해 실행되었다.

$$D = (d_1 \times d_2 \times d_1 \dots \times d_n)^{\frac{1}{n}} = \left( \prod_{i=1}^n d_i \right)^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

식 (2)에서  $D, d, n$ 은 각각 종합 호감도 개별 호감도, 종속변수의 수이다.

## 3. 결과

### 3.1. 관능적 특성

#### 3.1.1. Aroma

미세분쇄 원두커피를 혼합한 인스턴트 커피의 aroma 선호도는 4.24~6.54 범위를 나타냈으며, 미세분쇄 원두커피의 혼합 비율과 로스팅 정도가 상호 교호작용하는 quadratic model이 선정되었다. *p-value*는 0.0001 이하로 유의성을 보였고,  $R^2$ 값은 0.9972로 모델의 적합성이 인정되었다(Table 3). Fig. 2A의 반응표면곡선에 따르면, 미세분쇄 원두커피의 로스팅 정도(L값)와 혼합비율이 높을수록 aroma 선호도가 높아지는 경향을 보였다. 로스팅 정도가 높을수록 원두커피의 향을 많이 느꼈다는 결과로 볼 때 (Lee, Kim, Kim, Lee, & Yeum, 2013), 본 실험에서 aroma 선호도가 높아진 이유는 미세분쇄 원두커피의 로스팅 정도와 혼합비율의 증가에 따라 향 강도가 높아졌기 때문으로 보인다. 이는 미세분쇄 원두커피의 로스팅 정도와 혼합비율을 증가시켜 인스턴트 커피의 풍미를 향상시키려는 본 실험 목적과 부합하였다.

#### 3.1.2. Sweetness

단맛의 강도는 3.57~4.81 범위를 나타냈으며, 미세분쇄 원두커피의 로스팅 정도와 혼합 비율이 상호 교호작용하는 quadratic model이 선정되었다. *p-value*는 0.0159로 유의성을 나타내었고,  $R^2$ 값은 0.9378로 모델의 적합성이 인정되었다(Table 3). Fig. 2B의 반응표면곡선에 따르면, 미세분쇄 원두커피의 로스팅 정도는 실험 구간내에서 최대점을 가졌으며, 혼합비율이 높을수록 단맛의 강도가 높아지는 경향을 보였다. 단맛의 강도가 가장 높은 미세분쇄 원두커피 가공조건은 로스팅 정도(L값) 50, 혼합비율 10%(w/w)이었다. 커피의 단맛은 로스팅 시 만난과 아라비노갈락탄이 가수분해되어 생성된 올리고당과 ketone, oxazole, furan 등으로 나타나는 특성으로 커피에서 단맛을 감지하는 것은 어렵다고 보고하

Table 3. Sensory properties of freeze-dried coffee with MGC by response surface design

Responses	Model	Mean±S.D.	R-squared <sup>1)</sup>	F-value <sup>2)</sup>	Prob>F	Polynomial equation <sup>3)</sup>
Aroma	Quadratic	5.75±0.06	0.9972	287.44***	<0.0001	+6.18+0.29A+0.84B-0.07AB-0.17A <sup>2</sup> -0.55B <sup>2</sup>
Sweetness	Quadratic	4.17±0.13	0.9378	12.06*	<0.0159	+4.31+0.16A+0.37B+0.09AB-0.19A <sup>2</sup> -0.044B <sup>2</sup>
Bitterness	Quadratic	5.74±0.11	0.9804	40.09**	<0.0016	+6.01-0.58A+0.17B-0.025AB-0.37A <sup>2</sup> -0.081B <sup>2</sup>
Acidity	Quadratic	4.92±0.12	0.9642	21.56**	<0.0054	+4.97+0.15A+0.48B-0.065AB+0.036A <sup>2</sup> -0.11B <sup>2</sup>
Body	Quadratic	5.74±0.22	0.8921	6.62*	<0.0455	+5.70-0.45A+0.23B-0.032AB-0.044A <sup>2</sup> +0.11B <sup>2</sup>
Overall acceptability	Quadratic	6.15±0.17	0.8909	6.530*	<0.0465	+6.11-0.37A-0.017B-0.075AB+0.16A <sup>2</sup> -0.01B <sup>2</sup>

<sup>1)</sup>  $0 \leq R^2 \leq 1$ , close 1 indicates regression line fits the model.

<sup>2)</sup> \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .

<sup>3)</sup> A: Roasting degree, B: Microground coffee contents.

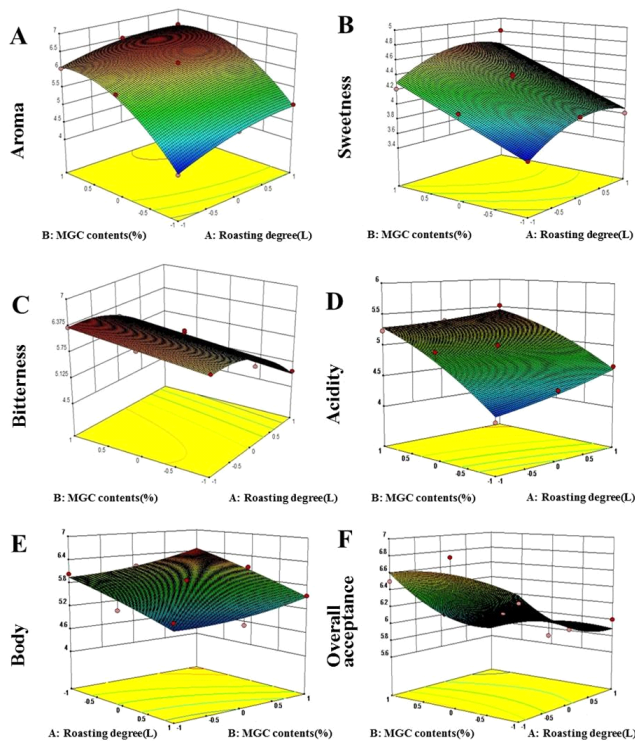


Fig. 2. Surface plots on aroma, sweetness, bitterness, acidity, body and overall acceptance of freeze-dried coffee with MGC (microground coffee).

고 있으나(Lee, Hwang, Park, & Seo, 2007; Seo, 2006), 본 실험에서 혼합비율이 높을수록 단맛의 강도는 높아졌다.

### 3.1.3. Bitterness

쓴맛의 강도는 4.90~6.34 범위를 나타냈으며 미세분쇄 원두커피의 로스팅 정도와 혼합 비율이 상호 교호작용하는 quadratic model이 선정되었다.  $p$ -value는 0.0016으로 유의성을 나타내었고,  $R^2$ 값은 0.9804로 모델의 적합성이 인정되었

다(Table 3). Fig. 2C의 반응표면곡선에 따르면, 미세분쇄 원두커피 로스팅 정도가 낮고 혼합비율이 높을수록 쓴맛의 강도가 높아지는 경향을 보였다. 이는 로스팅 정도가 낮아질수록 커피의 쓴맛에 영향을 미치는 caffeic acid, quinic acid, phenolic compound 및 glycosides 등의 증가(Lee, Kim, Kim, Lee, & Yeum, 2013)와 smoky/burnt note를 보이는 pyridine 및 furan의 증가와 많은 관련이 있는 것으로 보고되었다(Kim, 2001).

### 3.1.4. Acidity

신맛의 강도는 4.11~5.52 범위를 나타냈으며, 미세분쇄 원두커피의 로스팅 정도와 혼합 비율이 상호 교호작용하는 quadratic model이 선정되었다.  $p$ -value는 0.0054로 유의성을 나타내었고,  $R^2$ 값은 0.9642로 모델의 적합성이 인정되었다(Table 3). Fig. 2D의 반응표면곡선에 따르면, 미세분쇄 원두커피 로스팅 정도가 높고, 혼합비율이 높을수록 신맛의 강도가 높아지는 경향을 보였다. 본 실험에서는 로스팅 정도가 낮아질수록 신맛이 감소하였고, 이는 citric acid, malic acid, chlorogenic acid 등의 유기산 성분들이 배전 과정 동안 감소하여 총 산도가 감소한다고 보고한 결과와 일치하였다(Seo, 2002).

### 3.1.5. Body

바디의 강도는 5.02~6.40 범위를 나타냈으며, 미세분쇄 원두커피의 로스팅 정도와 혼합 비율이 상호 교호작용하는 quadratic model이 선정되었다.  $p$ -value는 0.0455로 유의성을 나타내었고,  $R^2$ 값은 0.8921로 모델의 적합성이 인정되었다(Table 3). Fig. 2E의 반응표면곡선에 따르면, 미세분쇄 원두커피 로스팅 정도가 낮고 혼합비율이 높을수록 바디의 강도가 높아지는 경향을 보였다. 바디는 입안에 커피를 머금었을 때 느껴지는 커피의 질감을 표현한 것으로 본 실험에서는 로스팅 정도가 낮을 때 더욱 강하였고, 이는 에티오피아 커피의 로



스팅 정도가 낮아짐에 따라 바디가 높아진 결과와 일치했다 (Lee, Kim, Kim, Lee, & Yeum, 2013).

### 3.1.6. Overall acceptability

전반적인 기호도는 5.70~6.83 범위를 나타냈었으며, 미세분쇄 원두커피의 로스팅 정도와 혼합 비율이 상호 교호작용하는 quadratic model이 선정되었다. *p*-value는 0.0465로 유의성을 나타내었고, *R*<sup>2</sup>값은 0.8909로 모델의 적합성이 인정되었다(Table 3). Fig. 2F의 반응표면곡선에 따르면, 미세분쇄 원두커피 로스팅 정도가 낮고 혼합비율이 증가할 수록 기호도가 증가하였고, 혼합비율은 실험 구간내에서 최대점을 가졌다.

## 3.2. 커피 향기성분 분석

미세분쇄 원두 혼합 인스턴트커피의 휘발성 주요 향기성분을 GC-MS/MS 로 분석한 크로마토그램은 Fig. 3과 Fig. 4에 나타내었고 129개의 휘발성 향미성분을 검출하였다(Table 4). Sunarharum 등(2014)은 생두, 로스팅된 원두, 추출된 커피 및 인스턴트 커피의 향을 분석한 문헌들을 리뷰하여 71개의 주요 향기성분을 제시하였고, 본 연구에서는 이 71개의 주요 향기성분 중 6개(3-methyl-butanal, pyridine, 2,5-dimethyl-pyrazine, ethyl-pyrazine, 2-ethyl-3,6-dimethylpyrazine, furfural)의 향기성분을 검출하였다(Table 5).

3-methyl-butanal, pyridine과 2-ethyl-3,6-dimethylpyrazine의 면적비율은 각각 0~0.59%, 0~7.44%, 0.49~4.23%이었고, quadratic model의 *p*-value는 각각 0.637, 0.411, 0.053으로 유의적이지 않아 모델의 적합성이 인정되지 않았다(Table 6).

2,5-dimethyl-pyrazine과 ethyl-pyrazine의 면적비율은 각각 0~1.84%, 0~2.22%이었고, 모두 미세분쇄 원두커피 로스팅 정도와 미세분쇄 원두커피의 혼합비율이 상호 교호작용하는 quadratic model이 선정되었다. 2,5-dimethyl-pyrazine과 ethyl-pyrazine 성분에 대한 모델의 *p*-value는 각각 0.007, 0.002로 유의성을 나타내어 모델의 적합성이 인정되었고 *R*<sup>2</sup>값은 각각 0.959, 0.977였다(Table 6). 2,5-dimethyl-pyrazine과 ethyl-pyrazine에 대한 각각의 반응표면곡선에 따르면, 로스팅 정도와 혼합비율의 실험구간 내에서 최저점을 보이며 상호 복합적인 영향을 보였다(Fig. 5). Pyrazine 유도체들은 커피를 포함하여 다양한 식품이나 원예작물들을 볶을 때 발생하는 화합물을 말하며, 낮은 관능역치농도로 인해 커피의 주요한 향미성분으로 분류된다(Sunarharum, Williams, & Smyth, 2014). Pyrazine 유도체들은 볶은 커피에 구수한 향(roasty), 흙내(earthy)을 부여하며(Buffo & Cardelli-Freire, 2004), 특히 2,5-dimethyl-pyrazine는 감자 냄새, 흙내를(Burdock, 2016), ethyl-pyrazine은 견과류향(nutty), 풋내(green), 단내(sweet)를 부여한다(Masuda & Mihara, 1988). 브라질산 커피의 2,5-dimethyl-pyrazine 함량의 경우 중간 단계의 로스팅에서 가장 함량이 높았

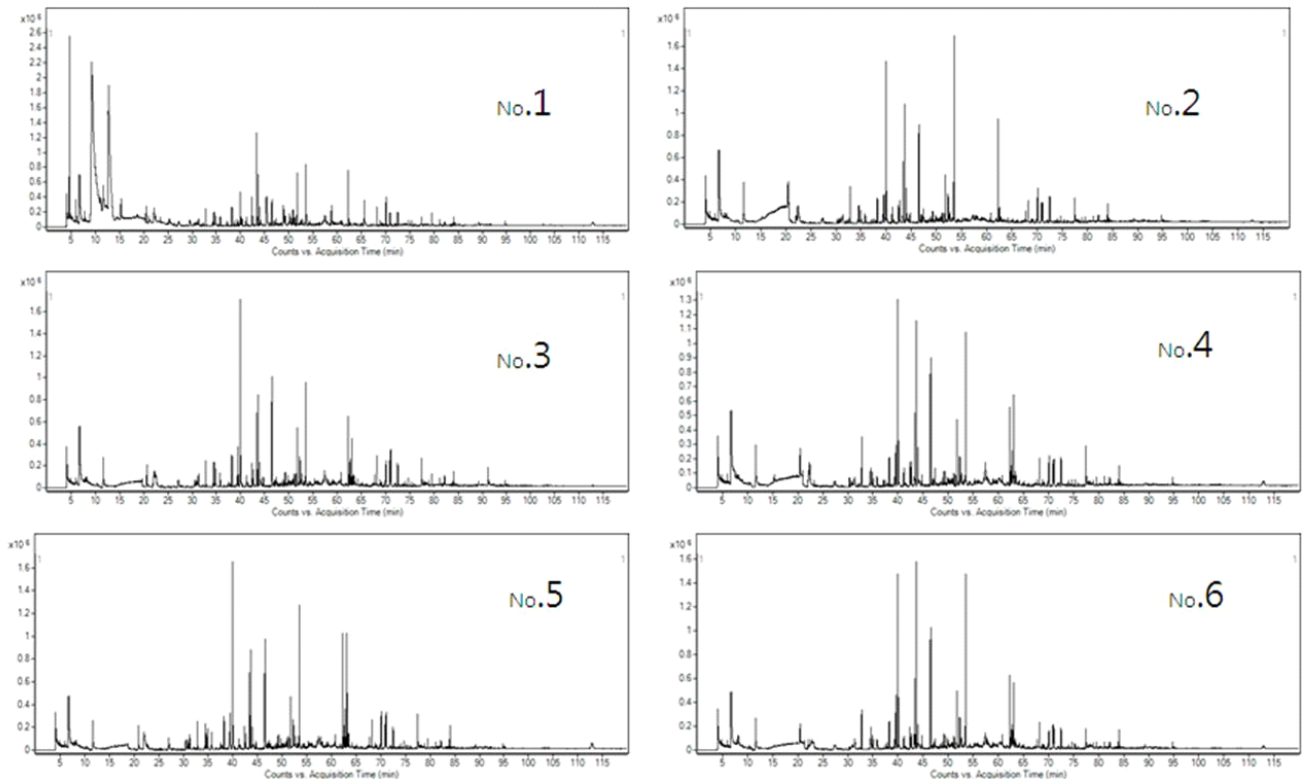


Fig. 3. Total mass chromatogram of test samples(no. 1 ~ no. 6) by GC-MS/MS.

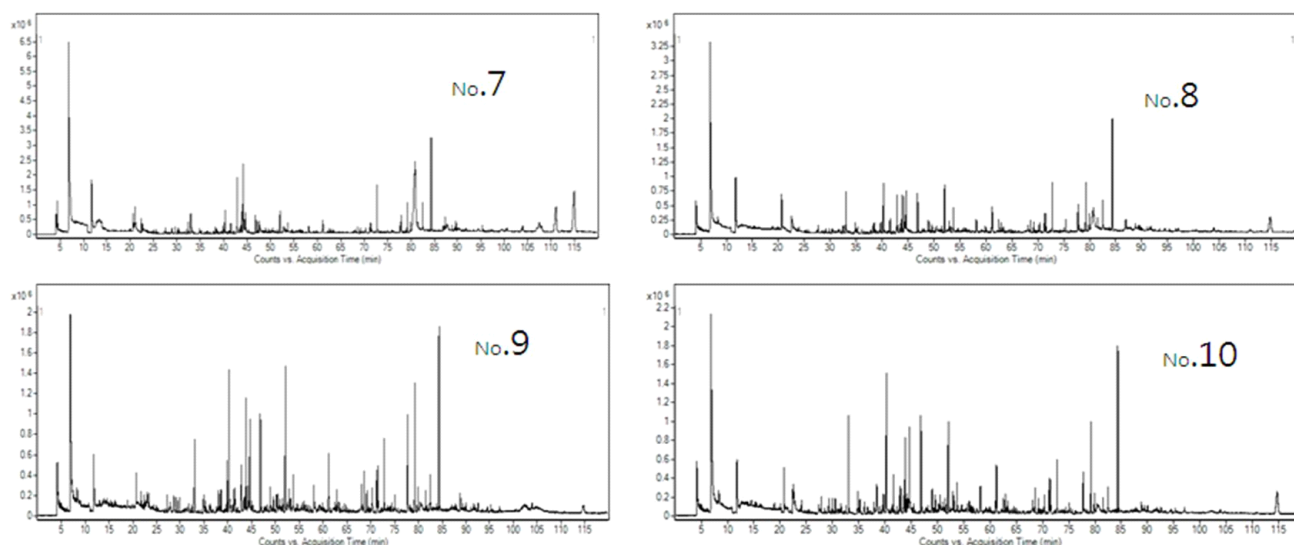


Fig. 4. Total mass chromatogram of test samples (no. 7 ~ no. 10) by GC-MS/MS.

Table 4. Volatile compounds identified in the freeze-dried coffee with MGC

No	RI <sup>1)</sup>	Compound
1	8.281	3-Methyl-butanal
2	14.878	2-Aminocyclohexanol
3	18.986	Fenchyl alcohol
4	20.586	Isoborneol-2,8,8,8-d4
5	22.402	Pyridine
6	23.289	2-Pentyl-furan
7	24.149	2-Methyl pyrazine
8	26.072	4-Methyl-6-phenyltetrahydro-1,3-oxazine-2-thione
9	26.274	2-Cyano-3-methoxy-3-methylbut-1-ene
11	28.899	2-Methyl-pyridine
12	30.287	n-Octyl acetate
13	30.815	2,5-Dimethyl-pyrazine
14	31.169	4,6-Dimethyl-pyrimidine
15	31.521	Ethyl-pyrazine
17	33.503	4-(3,4-Dihydro-2H-quinoline-1-carbonyl)-fluoren-9-one
18	33.821	1-Iodo-1-heptyne
19	34.339	3-Ethyl-pyridine
20	34.732	2-Ethyl-6-methylpyrazine
21	35.140	2-Ethyl-5-methylpyrazine
22	35.859	2,6-Dimethyl-5-Aminopyridine
23	36.413	2,6-Dimethyl-4-pyridinamine
25	36.614	2-Ethyl-5-methylfuran
26	36.711	2-Propyl-pyrazine

Table 4. Continued 1

No	RI <sup>1)</sup>	Compound
28	37.515	2,3-Diethylpyrazine
29	37.887	5-Methyl-2(3H)-furanone
30	38.440	2-Ethyl-3,6-dimethylpyrazine
31	39.188	2,5-Diethylpyrazine
32	39.412	2,6-Diethylpyrazine
33	39.721	Acetic acid
34	40.144	Furfural
35	40.332	2-Acetyl-5-methylfuran
36	41.301	2-Methyl-3,5-diethylpyrazine
38	41.399	1-(2,2-Dimethylpropyl)-3,5-diethenyl-2-methyl-cyclohexane
39	41.637	4-Methyl-2,5-dihydroanisole
40	42.051	2-Acetylfuran
41	42.465	1-[(4-Nitrophenyl)amino]pyrrolidine
42	43.102	Propionic acid
43	43.678	1,5-Diazabicyclo[4.3.0]non-5-ene
44	44.144	5,6-Dihydro-4H-indolo[3,2,1-ij][1,6]naphthyridine
45	44.572	3-(2,6,6-Trimethyl-2-cyclohexen-1-yl)-2-propen-1-ol
46	45.078	1-Amido-1-cyano-3-methylbut-1-ene
47	45.324	2,5-Bis[(trimethylsilyl)oxy]-benzaldehyde
48	45.749	1-(5-Ethyl-2-furanyl)-ethanone
49	46.394	5-Methyl-2-furfural
50	46.549	4-Cyclopentene-1,3-dione
51	47.172	1,5-Dimethyl-1H-pyrrole-2-carbonitrile

Table 4. Continued 2

No	RI <sup>1)</sup>	Compound
52	49.424	1-Methyl-1H-pyrrole-2-carboxaldehyde
53	49.793	Unknown peak
54	50.069	Dihydro-2(3H)-furanone
55	50.502	3,7-Dimethyl-1,7-octanediol
56	50.898	2-(4-Methoxyphenoxy)ethanamine
57	51.211	2-(1,4,4-Trimethylcyclohex-2-enyl)[1,3]dithiane
58	51.268	4-Methoxyaniline
59	51.931	Furfuryl alcohol
60	52.520	3-Methoxy-tricyclo[4.3.1.1(3,8)]undecane
61	53.211	2,6,10,14-Tetramethyl-hexadecane
62	53.436	2,4-Dimethyl-2,4-heptadienal
63	54.264	(4-Dimethylaminomethyl-1H-pyrrol-3-ylmethyl) dimethylamine
64	55.325	2-Methyl-2,3-dihydrobenzofuran
65	55.468	5,6,7,8-Tetrahydroquinoxaline
66	55.998	2-Oxaadamantan-6-one
67	56.365	5-Methyl-2-(1-methylethylidene)-cyclohexanone
69	56.928	N-(N-Acetyl-L-tyrosyl)-L-alanine
70	58.048	2-(N-Methylpyrrolyl) thienoate
71	57.933	1,13-Tetradecadien-3-one
72	58.655	1-(Methylphenyl)-ethanone
73	57.915	Propanediamide
74	58.143	3-(3-Carboxy-4-hydroxyphenyl)-D-alanine
75	58.663	2-Ethyl-5-methylthiophene
76	59.429	Dimethylamine
77	59.946	3,7,11-Trimethyl-1-dodecanol
78	60.543	1-(2-Furanylmethyl)-1H-pyrrole
79	60.932	2-Hydroxy-3-methyl-2-cyclopenten-1-one
81	61.770	1,2,4-Triazol-3-amine, 5-(1,3,5-trimethyl-4-pyrazolyl)amino-
82	62.628	5-Hydroxy-7,8-desoxyuvidin B \$\$ uvidin E
83	63.094	(N-Cyanomethyl-N-methylamino)cyclohexane
84	63.528	Pilocarpine
85	63.855	1,2,3,4,4a,5,6,7-Octahydro-4a-methyl-2-naphthol
86	64.355	1,2,3,4,4a,5,8,9,12,12a-Decahydro-1,4-methanobenzo cyclodecene,
87	65.245	5-Heptyldihydro-2(3H)-furanone
88	66.015	N-(2-Methoxybenzyl)-N'-(4-dimethylaminophenyl)-oxamide
89	66.673	n-Butyl 2-benzoyloxymethylbenzoate

Table 4. Continued 3

No	RI <sup>1)</sup>	Compound
90	67.033	2-Hydroxymethylthiophene
91	67.524	Methyl d-glycero-beta-d-gulo-heptoside
92	67.955	Maltol
93	68.489	1-(1H-pyrrol-2-yl)-ethanone
94	69.067	2,2'-[Oxybis(methylene)]bis-furan
95	69.308	4(1H)-Quinazolinone
96	69.715	4-Aminobenzyl cyanide
97	70.310	2-Amino-5-[(2-carboxy)vinyl]-imidazole
98	70.182	2-Phenyl-1H-imidazole
99	70.525	Dibenzonorcaradiene
100	71.205	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde
101	71.905	5-Amino-8-quinolinol #
102	72.292	2,6-Dihydroxynaphthalene
103	73.227	5-Amino-1-naphthol
104	73.578	Boldenone
105	74.207	Unknown peak
106	74.830	2-Formyl-1-methylpyrrole
107	75.360	Cyclotridecanone
108	76.089	N-tricyclo[4,3,1,1(3,8)]undec-3-yl-acetamide
109	76.079	Acenaphthylene
110	78.409	1-Cyano-5-(2,2,6,6-tetramethyl-4-piperidinyl)-1,3,5-triazinan-2-imine
112	80.179	4-(2,5-Dihydro-3-methoxyphenyl)butylamine
113	80.518	2,4-Dimethylacetophenone
114	81.184	1-Furfuryl-2-formyl pyrrole
115	81.549	2-Methyl-3,4-dihydro-benzoxazin-3-one
116	82.752	5-Formyl-2-methoxyphenyl propionate
118	84.089	1,7-Octanediol, 3,7-dimethyl-
119	84.849	9H-Fluorene
120	85.568	Unknown peak
121	86.523	Unknown peak
122	87.346	7-Isopropyl-7-methyl-nona-3,5-diene-2,8-dione
123	88.716	Pilocarpine
124	89.114	2-(3-Oxobutyl)-cyclohexanone
125	90.142	1H-Indole
127	95.263	Vanillin lactoside
128	95.655	Octaethylene glycol monododecyl ether
129	97.042	Dotriacontane

<sup>1)</sup> RI: Retention index.



고(Lee, Kim, Kim, Lee, & Yeum, 2013) 이는 본 실험과 일치하였다. 한편, 피라진들에 의해 부여된 풍미는 농도에 따라 달라지기도 하고, 다른 향기성분에 의한 상승작용이나 억제작용이 존재하기도 하여, 관능에 미치는 영향이 복잡하다.

Furfural의 면적비율은 1.34~22.3%이었고, 미세분쇄 원두 커피 로스팅 정도와 혼합비율이 상호 교호작용하는 quadratic model이 선정되었다. 모델의  $p$ -value는 0.001로 유의성을 나타내어 모델의 적합성이 인정되었고  $R^2$ 값은 0.987이었다(Table 6). Furfural에 대한 반응표면곡선에 따르면, 미세분쇄 원두 커피의 로스팅 정도와 혼합비율의 실험구간 내에서 최적점을 보이며 상호 복합적인 영향을 보였다(Fig. 5). Furfural은 Furan 유도체의 하나로, 일반적으로 Furan 유도체들은 당과 탄

수화물의 열분해로 생성된다(Ribeiro, Augusto, Salva, Thomaziello, & Ferreira, 2009). 본 실험에서 Furfural 함량은 중간 로스팅 정도에서 함량이 가장 낮았으나, Lee 등(2013)의 연구에서는 로스팅이 강할수록 함량이 낮아 본 실험과 불일치하였다. 그러나, Furfural은 최적조건으로 선정된 로스팅 정도(L 30)에서 혼합비율이 증가할수록 함량이 증가하여 미세분쇄 원두커피를 혼합하여 인스턴트에서 부족한 향미를 보강하려는 본 실험의 목적과 부합하였다.

### 3.3. 최적조건 선정

미세분쇄 원두커피와 *Bacillus coagulans* 유산생성균이 함유된 인스턴트원두커피의 로스팅 정도 및 혼합비율 최적화는

Table 5. Major flavor compounds identified of freeze-dried coffee with microground coffee by response surface design

Design points	Independent variables		Dependent variables(% area)					
	Roasting degree(L)	MGC <sup>1)</sup> contents(%)	3-Methyl-butanal	Pyridine	2,5-Dimethyl-pyrazine	Ethyl-pyrazine	2-Ethyl-3,6-dimethylpyrazine	Furfural
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>7</sub>	Y <sub>8</sub>	Y <sub>9</sub>	Y <sub>10</sub>	Y <sub>11</sub>	Y <sub>12</sub>
1	-1(30)	-1(5)	0.14	4.52	0.97	1.19	3.47	5.54
2	1(50)	-1(5)	0.38	1.33	0.66	1.26	3.82	20.71
3	-1(30)	1(10)	0.00	3.70	1.35	1.97	4.23	21.34
4	1(50)	1(10)	0.00	7.44	0.87	1.79	2.92	17.03
5	-1(30)	0(7.5)	0.00	6.30	1.84	1.99	3.29	17.77
6	1(50)	0(7.5)	0.54	0.93	1.20	2.22	4.09	22.30
7	0(40)	-1(5)	0.00	0.00	0.10	0.00	0.49	1.34
8	0(40)	1(10)	0.54	0.35	0.00	0.73	2.27	6.92
9	0(40)	0(7.5)	0.35	3.52	0.59	0.60	0.98	7.95
10	0(40)	0(7.5)	0.59	3.62	0.85	0.97	1.52	11.05

<sup>1)</sup>MGC : Migroground coffee.

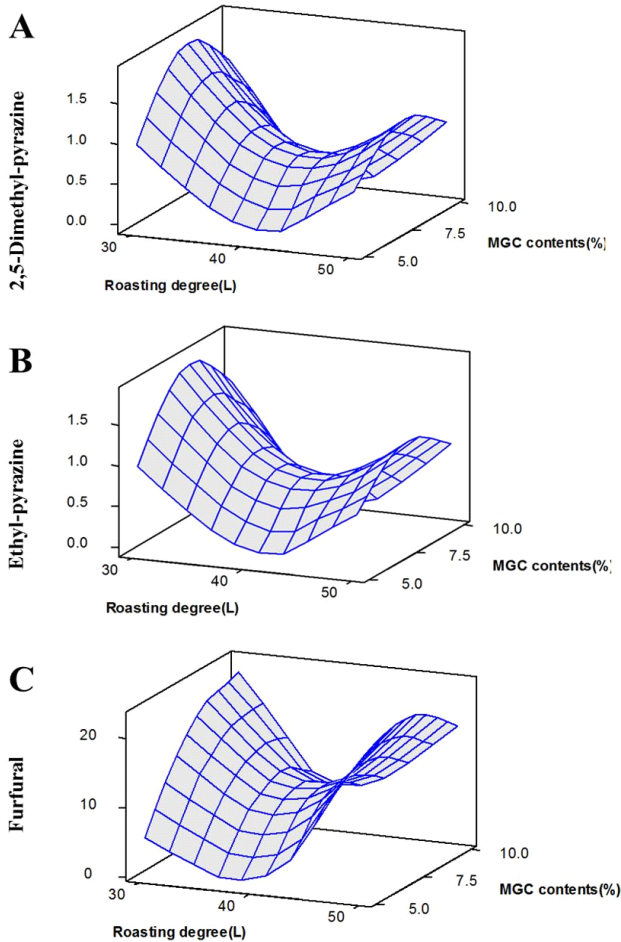
Table 6. Analysis of predicted models equation for major flavor compounds identified of freeze-dried coffee

Responses	Model	Mean±S.D	R-squared <sup>1)</sup>	F-value <sup>2)</sup>	Prob>F	Polynomial equation <sup>3)</sup>
3-Methyl-butanal	Quadratic	0.25±0.25	0.471	0.71	<0.647	-4.940+0.164A+0.495B-0.002AB-0.002A <sup>2</sup> -0.027B <sup>2</sup>
Pyridines	Quadratic	3.17±2.51	0.619	1.30	<0.411	+51.303-2.477A+0.229B+0.069AB+0.023A <sup>2</sup> -0.175B <sup>2</sup>
2,5-Dimethyl-pyrazine	Quadratic	0.84±0.55	0.959	18.7**	<0.007	+9.263-0.703A+1.554B-0.002AB+0.009A <sup>2</sup> -0.0970B <sup>2</sup>
Ethyl-pyrazine	Quadratic	1.27±0.72	0.977	33.69**	<0.002	+14.420-0.975A+1.426B-0.003AB+0.012A <sup>2</sup> -0.079B <sup>2</sup>
2-Ethyl-3,6-dimethylpyrazine	Quadratic	2.71±1.33	0.883	6.06	<0.053	+32.827-1.734A+0.749B-0.017AB+0.023A <sup>2</sup> +0.002B <sup>2</sup>
Furfural	Quadratic	13.20±7.54	0.987	62.99**	<0.001	+73.040-7.392A+19.817B-0.195AB+0.114A <sup>2</sup> -0.23B <sup>2</sup>

<sup>1)</sup>  $0 \leq R^2 \leq 1$ , close 1 indicates regression line fits the model.

<sup>2)</sup> \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .

<sup>3)</sup> A: Roasting degree, B: Microground coffee contents.



**Fig. 5.** Response surface plot on major volatile flavor components of freeze-dried coffee with MGC (microground coffee).

전반적인 기호도(overall acceptability), 아로마의 선호도 및 유의성이 인정된 3개 주요 향미성분(2,5-dimethyl-pyrazine, ethyl-pyrazine, furfural)을 최대(maximum)로 하는 최적점을 찾는 것을 목표로 하였다.

반응표면분석의 결과를 바탕으로, 최적 조건은 다중 반응들 간에 타협 지점(compromise area)을 찾는 호감도함수법에 의해 구해졌다. 전반적인 기호도(overall acceptability), 아로마의 선호도 및 주요 향미성분 3종(2,5-dimethyl-pyrazine, ethyl-pyrazine, furfural)을 최대로 하는 미세분쇄원두커피의 로스팅 정도와 혼합비율은 각각 30(L값), 8.4%(w/w)로 예측되었다. 호감도는 로스팅 정도(L)가 낮을수록 증가하였고 이는 로스팅 정도가 낮을수록 주요 향미성분인 2,5-dimethyl-pyrazine, ethyl-pyrazine, furfural이 모두 증가한 것이 원인으로 보였다. 혼합비율에 의한 호감도는 중간 수준의 혼합비율에서 최적점을 보였고, 이는 주요 향미성분인 2,5-dimethyl-pyrazine과 ethyl-pyrazine이 혼합비율의 중간 수준에서 증가하다 최고 수준이었을 때 감소했던 것이 주요한 원인으로 보였다.

#### 4. 결론 및 시사점

본 연구에서는 프로바이오틱스가 첨가된 인스턴트 커피의 품질특성과 기호도에 미치는 미세분쇄 원두커피의 영향을 살펴보았다. 미세분쇄 원두커피의 로스팅 정도와 혼합비율을 독립변수로 한 중심합성계획법을 사용되었고, 실험 구간은 각각 30~50(L값), 5~10%이었다. 관능특성으로는 아로마 선호도, 단맛 강도, 쓴맛 강도, 신맛 강도, 바디 강도, 전반적 선호도가 평가되었고, 모든 항목에서 2차식 모델의 유의성이 확인되었다. 특히 아로마 선호도와 전반적 선호도의 경우, 미세분쇄 원두커피의 로스팅 정도와 혼합비율이 높을수록 aroma 선호도와 전반적인 선호도가 증가하였고, 이는 프로바이오틱스가 첨가된 인스턴트 커피에 미세분쇄 원두커피를 혼합하여 인스턴트 커피의 향기와 전반적 선호도를 증가시키려는 실험의 목적과 부합하였다.

한편, 미세분쇄 원두커피가 혼합된 인스턴트 커피의 향기 성분은 129개가 검출되었지만, 2,5-dimethyl-pyrazine, ethyl-pyrazine, furfural 에서만 2차식 모델의 유의성이 확인되었다. 반응표면분석 및 호감도함수법에 의해 최적 조건이 추정되었고, 선정된 관능 특성(전체적인 선호도와 아로마 선호도)과 향기 성분(2,5-dimethyl-pyrazine, ethyl-pyrazine, furfural)을 최대로 하는 미세분쇄한 원두커피의 로스팅 정도와 혼합비율의 최적 조건은 각각 30(L값), 8.4%(w/w)이었다. 본 연구에서는 미세분쇄 원두커피와 프로바이오틱스가 보강된 인스턴트 커피의 혼합물이 일반 인스턴트 커피에 비교하여 관능 품질 경쟁력이 있음을 확인할 수 있었고, 향후 상업화를 위하여 기능성 성분(카페인, 클로로젠산) 및 안전성 관련 성분(아크릴아마이드, 잔류농약, 오크라톡신 A)에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

#### REFERENCES

Burdock, G. A. (2016). *Fenaroli's handbook of flavor ingredients*. Boca Raton, FL, US: CRC Press.  
 Buffo, R. A., & Cardelli-Freire, C. (2004). Coffee flavour: An overview. *Flavour & Fragrance Journal*, 19(2), 99-104.  
 Gorbach, S. L. (2002). Probiotics in the third millennium. *Digestive and Liver Disease*, 34, S2-S7.  
 Lee, M. J., Kim, S. E., Kim, J. H., Lee, S. W., & Yeum, D. M. (2013). A study of coffee bean characteristics and coffee flavors in relation to roasting. *Journal of the Korean Society of Food Science & Nutrition*, 42(2), 255-261.  
 Ko, B. S., Lim, S. H., & Han, S. H. (2017). Optimization of coffee extract condition for the manufacture of instant coffee by RSM. *Korean Journal of Food Nutrition*, 30(2), 319-325.

- Ko, B. S., Lim, S. H., & Han, S. H. (2016). Selection of lactic acid bacteria suitable for manufacture of freeze-dried coffee. *Korean Journal of Food Nutrition*, 29(6), 1023-1029.
- Euromonitor International. (2015). Micro-ground instant coffee takes off. Available from <http://blog.euromonitor.com/2015/09/premium-instant-coffee-takes-share-in-uk-reflecting-strong-potential-in-tea-drinking-markets.html> [cited 15 August 2017].
- Kim, K. J. (2001). *Studies on the changes in chemical constituents and sensory characteristics of green coffee beans during roasting* (Doctoral dissertation). Kyunghee University.
- Kumazawa, K., & Masuda, H. (2003). Identification of odor-active 3-mercapto-3-methylbutyl acetate in volatile fraction of roasted coffee brew isolated by steam distillation under reduced pressure. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 51(10), 3079-3082.
- Lee, D. H., Jeong, I. J., & Kim, K. J. (2013). Methods and applications of dual response surface optimization: A literature review. *Journal of Korean Institute of Industrial Engineers*, 39(5), 342-350.
- Lee, M. J., Kim, S. E., Kim, J. H., Lee, S. W., & Yeum, D. M. (2013). A study of coffee bean characteristics and coffee flavors in relation to roasting. *Journal of the Korean Society of Food Science & Nutrition*, 42(2), 255-261.
- Li, J., Ma, C., Ma, Y., Li, Y., Zhou, W., & Xu, P. (2007). Medium optimization by combination of response surface methodology and desirability function: An application in glutamine production. *Applied Microbiology & Biotechnology*, 74(3), 563-571.
- Lee, S. Y., Hwang, I. K., Park, M. H., & Seo, H. S. (2007). Sensory characteristics of diluted espresso (Americano) in relation to dilution rates. *Korean Journal of Food & Cookery Science*, 23(6), 839-847.
- Masuda, H., & Mihara, S. (1988). Olfactive properties of alkylpyrazines and 3-substituted 2-alkylpyrazines. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 36(3), 584-587.
- Mayer, F., & Grosch, W. (2001). Aroma simulation on the basis of the odourant composition of roasted coffee headspace. *Flavour & Fragrance Journal*, 16(3), 180-190.
- Mussatto, S. I., Machado, E. M., Martins, S., & Teixeira, J. A. (2011). Production, composition, and application of coffee and its industrial residues. *Food and Bioprocess Technology*, 4(5), 661-672.
- Nijssen, L. M., Visscher, C. A., Maarse, H., Willemsens, L. C., & Boelens, M. H. (1996). Volatile compounds in food: qualitative and quantitative data. *Central Institute for Nutrition & Food Research*. Zeist, The Netherlands: TNO.
- Petisca, C., Pérez-Palacios, T., Farah, A., Pinho, O., & Ferreira, I. M. (2013). Furans and other volatile compounds in ground roasted and espresso coffee using headspace solid-phase microextraction: Effect of roasting speed. *Food & Bioprocess Technology*, 91(3), 233-241.
- Ribeiro, J. S., Augusto, F., Salva, T. J. G., Thomaziello, R. A., & Ferreira, M. M. C. (2009). Prediction of sensory properties of Brazilian Arabica roasted coffees by headspace solid phase microextraction-gas chromatography and partial least squares. *Analytica Chimica Acta*, 634(2), 172-179.
- Rawson, N. E., & Li, X. (2004). The cellular basis of flavour perception: taste and aroma. *Flavor Perception*, pp. 57-85, Hoboken, NJ, US: Wiley-Blackwell.
- Sanz, C., Maeztu, L., Zapelena, M. J., Bello, J., & Cid, C. (2002). Profiles of volatile compounds and sensory analysis of three blends of coffee: influence of different proportions of Arabica and Robusta and influence of roasting coffee with sugar. *Journal of the Science of Food & Agriculture*, 82(8), 840-847.
- Schuchmann, H. (2007). Product design for coffee based beverages. *Product Design & Engineering*, 2.
- Seo, H. S. (2002). *Studies on physicochemical characteristics, sensory characteristics and antioxidant activities of coffee in relation to the roasting degree* (Master's thesis). Seoul National University.
- Seo, H. S. (2006). Development of sensory and sensibility evaluations of coffee and analysis of coffee preference types with segmented coffee consumers (Doctoral dissertation), Seoul National University.
- Sunarharum, W. B., Williams, D. J., & Smyth, H. E. (2014). Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. *Food Research International*, 62, 315-325.
- Talbot, J. M. (1997). The struggle for control of a commodity chain: instant coffee from Latin America. *Latin American Research Review*, 32(2), 117-135.
- Taylor, A. J., & Roozen, J. P. (1996). Volatile flavor release from foods during eating. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 36(8), 765-784.

---

2018년 01월 14일      접 수  
2018년 01월 22일      1차 논문수정  
2018년 01월 23일      논문 게재확정