

인스턴트커피 제조를 위한 커피추출조건 최적화

고봉수 · 임상호 · [†]한성희*

남양유업 (주) 중앙연구소, *고려대학교 보건과학대학 BK21플러스

Optimization of Coffee Extract Condition for the Manufacture of Instant Coffee by RSM

Bong Soo Ko, Sang Ho Lim and [†]Sung Hee Han*

Research and Development Center, Namyang Dairy Products Corporation, Sejong 30055, Korea

*BK21Plus, College of Health Science, College of Health Science, Korea University, Seoul 02841, Korea

Abstract

In this study, we optimized the coffee extraction conditions for instant coffee production in two stage percolators, which is the most common coffee extractor for instant coffee production. A central composite design was used to build mathematical model equations for response surface methodology (RSM). In these equations, the yield and overall acceptability of the coffee extracts were expressed as second-order functions of three factors, the feed water temperature, draw-off factor (DOF), and extraction time (cycle time). Based on the result of RSM, the optimum conditions were obtained with the use of desirability function approach (DFA) which find the best compromise area among multiple options. The optimum extraction conditions to maximize the yield and overall acceptability over 40% of yield were found with 163°C of feed water temperature, 4.3 of DOF and 27 minutes of extraction time (cycle time). These results provide a basic data for the coffee extraction conditions for the competitive instant coffee in the industry.

Key words: instant coffee, optimum extraction condition, extraction time, DOF, feed water temperature, RSM, DFA

서 론

커피는 현재 전세계에서 가장 많이 마시는 음료 중 하나이며, 그 역사는 1천년이상 되었다. 커피의 추출 방법은 크게 4가지로 나누어 볼 수 있다. 원두가루를 여과종이에 담고 끓는 물로 추출하는 방법, 끓인 물에 원두가루를 넣어 우려내는 방법, 원두가루와 물을 함께 넣어 끓이는 방법, 조그만 냄비에 원두가루와 설탕 및 물을 넣고 숯불 위에서 끓여내는 방법 등이 있다. 그러나, 이러한 추출방법들은 커피를 조리하는데 시간이 많이 걸리기 때문에 간편하게 조리할 수 있는 인스턴트 커피가 요구되었다. 최초의 인스턴트 커피는 기록상으로 프랑스의 알퐁스 알레가 1881년 최초로 발명한 것으로 되어 있으나(Bougerie D 2002), 일반적으로는 사토리 카토 박사가 1901년 발명하였다고 널리 알려져 있다. 사토리 박사가 발명

한 제조법은 상압에서 추출한 커피추출액을 가열·농축하고, 도자기 위에 얇게 도포시켜 건조시키는 방식이었는데(Kato S 1903), 이렇게 상압 추출된 커피들은 건조적성이 좋지 않았다. 이 건조적성을 개선시키기 위해 커피추출액에, 물엿이나 기타 탄수화물 또는 커피박을 산 분해시킨 텍스트린용액 등을 넣어 파우더화시키는 방법이 개발되었고(Max RM 1943), 1946년에 제너럴 푸즈사(General Foods Co. USA)가 맥스웰 하우스라는 브랜드로 100% 커피 성분의 인스턴트 커피를 미국 전역에 판매하게 되었다.

인스턴트 커피는 즉석 조리가 가능하기 때문에 2번의 세계대전에서 그 편리성이 부각되면서 전세계로 알려지게 되었다(Talbot JM 1997). 현재는 전세계에서 생산한 생두의 절반 가량이 인스턴트 커피로 가공되며(Ramalakshmi 등 2009), 2013년 금액기준으로 전세계 커피소매시장의 34% 이상이

[†] Corresponding author: Sung Hee Han, BK21Plus, College of Health Science, College of Health Science, Korea University, Seoul 02841, Korea. Tel: +82-2-940-2764, E-mail: sungheeh3@gmail.com

인스턴트 커피이다(Washington post 2014). 최근에는 이런 커피의 높은 대중성을 이용하여 기능성 소재인 Probiotics를 전달하는 운반체로 사용하기도 하였다(Ko 등 2016).

인스턴트 커피 제조 공정은 크게 로스팅, 추출, 농축 및 건조 공정으로 이루어지는데(Mussatto 등 2011), 특히 대규모 생산에서 가장 중요한 공정은 가용성 고형분과 향미성분이 추출되는 추출공정이다. 커피를 대규모 생산에서 요구되는 고수율로 추출하기 위해서는 일반적인 추출방식으로는 불가능하며, 다단계 추출이나 연속식 향류 추출 공정이 적용된 추출 방식이 필요하다. 이런 추출기로는 퍼콜레이터(Percolation batteries), 스크류를 이용한 연속식 향류 추출기(Countercurrent continuous screw) 및 슬러리상 추출기(Stage slurry systems)가 있으나, 현재 산업적으로 가장 많이 사용되는 추출기는 퍼콜레이터이다(Clarke & Macrae 1987).

퍼콜레이터를 이용한 퍼콜레이션은 화학적 원리를 응용한 추출 방식으로서, 커피 원두 가루 고체 입자의 충전층에 액체를 흘려 고체 입자로부터 목적 성분을 추출하는 방법으로 압력과 순환 과정을 통해 그 추출속도와 추출 효율을 높이는 방식이다. 대규모 생산에서 퍼콜레이터를 이용하여 커피를 추출하는 경우에는 추출 수율을 높이기 위하여 통상 2단계로 추출한다. 즉, 100℃ 이상의 온도에서 추출하는 고온추출부(spent stage, hydrolysis stage, autoclave stage)와 100℃ 이하의 온도에서 추출하는 저온추출부(fresh stage)로 나누어 추출하는 것이다. 이후 추출수율을 올리기 위해 별도의 hydrolysis stage 단계를 가진 2단 추출공정이 개발되고(Wouda HA 1979), 이 컨셉을 발전시킨 3단 추출 공정도 개발되었지만(Gerhard-Rieben 등 1999), 현재 상업적으로 가장 많이 사용되는 공정은 2단 추출공정이다. 이렇게 고온에서 추출 시 가수분해에 의한 고형분 추출이 이루어져 수율이 증가하기는 하나, 오랜 시간 고온에서 추출하면 관능선도도가 감소하는 단점도 있었다(Guggenheim 1959). 최근에는 소비자의 고급화된 기호를 충족시키기 위해, 수율이 비교적 낮더라도 소비자의 전반적인 기호도를 우선한 커피 추출 조건이 더 우선시되고 있는 실정이다.

커피의 추출 수율은 원두배합, 급수온도, 추출배수 및 추출시간의 영향을 받으며(Martin & Pitchon 1972), 전반적인 기호도 또한 이런 추출조건의 영향을 받는다(Guggenheim 1959; GK & SR 1972). 따라서, 본 연구에서는 현재 상업적으로 가장 일반적으로 사용되는 2단계 퍼콜레이터를 통해 추출한 커피의 수율과 전반적인 기호도에 영향을 미치는 급수온도, 추출배수 및 추출시간의 최적조건에 대한 상관성을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 인스턴트커피 추출액 제조

1) 로스팅 및 분쇄

국내 주요 커피전문점 5개 업소(Korea Fair Trade Mediation Agency 2016)의 아메리카노 커피에 사용되는 원두 로스팅 강도를 확인하였고, 이를 참조하여 로스팅 정도를 결정하였다. 브라질 원두 100%를 풀시티 단계로 로스팅하였고, 색도계(Model ColortestII, NEO TECH Co., Ltd., Deutschland)로 측정 시 L 값은 42~45이었다(Table 1). 로스팅된 커피는 저장 사일로에서 보관하였고, 추출 전 회전식 2단 롤타입의 분쇄기를 통과하여 분쇄한 다음 추출기에 정량적으로 계량하여 자동 투입하였다.

2) 추출액 제조

추출액은 자체 제작한 퍼콜레이션 추출기로 150~190℃의 고온 추출기와 100℃이하 저온 추출기를 통해 추출하였다. 퍼콜레이션 추출기의 컬럼은 고온 추출기에 3개, 저온 추출기에 2개를 사용하여 총 5개의 컬럼을 사용하였다. 고온추출기를 통과한 추출액(135℃)은 비선호되는 휘발성 성분을 제거한 후 저온추출부를 통과시켰다(Fig. 1).

2. 실험계획법

추출기의 최적추출조건을 찾기 위해 반응표면분석법의 중심합성계획법에 따라 실험을 설계하였다(Sim CH 2011). 실험설계는 퍼콜레이터 추출조건 중 커피수율과 전반적인 기호도에 가장 영향을 많이 주는 급수온도(X_1)와 추출배수(X_2), 추출시간(X_3)을 3개 독립변수로 설정하여 각각의 조건

Table 1. Conditions of roasted & ground coffee process

Coffee beans recipes	Conditions	
	Roasting degree (L value)	Grind size (MPS ¹⁾)
Brazil arabica 100%	42~45 (Full city roasting)	2.2 mm

¹⁾ Mean particle size.

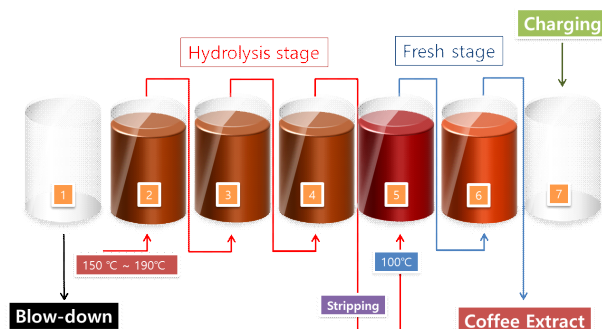


Fig. 1. The operation of percolation batteries.

Table 2. Coded levels for independents variables used in experimental for coffee extractor parameters

Independents	Coded	Coded levels					$\Delta X^1)$
	X_i	-2	-1	0	1	2	
Temperature (°C)	X_1	150	160	170	180	190	10
DOF	X_2	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	0.5
Cycle time (min)	X_3	20	25	30	35	40	5

¹⁾ ΔX is the increment of each experiment factor value corresponding to one unit of the coded variables.

을 5단계인 -2, -1, 0, 1, 2로 Table 2와 같이 부호 표시하였다. 중심합성계획은 중앙의 4점을 포함한 18점으로 구성하였고, 종속변수로서의 관찰값은 추출수율(Y_1)과 전반적인 기호도(Y_2)이다.

독립변수의 최대 및 최소 범위는 예비실험을 통해 각각 급수온도 150~190°C, 추출배수 3.0~5.0, 추출시간 20~40분으로 정하였다. 최적 추출조건 선정 시, 최소한의 경제성을 고려하여 추출수율 40%를 최소값으로 보았고, 전반적인 기호도 항목은 7점 척도법에서 최고값인 7점을 최대로 선정하였다 (Table 3).

급수온도는 고온추출기에 유입되는 급수의 온도로 정의하고, 추출배수는 커피 중량에 대한 추출수의 비율을 뜻한다. 즉, 추출액량(kg)을 분쇄커피 투입량(kg)으로 나눈 값을 뜻한다. 추출시간은 추출 완료된 컬럼이 새로운 컬럼으로 교체되기까지의 시간(순환시간)으로 정의하였고, 총 추출시간은 순환시간과 추출기 컬럼의 개수의 곱으로 산출할 수 있다.

3. 추출수율

추출기의 추출수율은 로스팅된 원두에서 추출된 고형분 함량의 비율을 말하며, 추출배수와 추출액의 고형분의 곱으로 산출하였다.

4. 전반적인 기호도

전반적인 기호도 평가를 위해 관능검사를 실시하였다. 관능요원은 관능평가에 대한 교육을 받은 A사 전문패널 11명을 선정하여 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후 평가하도록 하였다. 시료는 커피추출액 제조 후 품질변화가 없도록 냉동보관하면서, 평가 시 커피 농도 1%(W/V)에 맞추어 희석하여 평가하였고, 모든 시료들은 난수표에 의해 5자리 숫자로 표시하였다. 한 개의 시료를 평가한 다음에는 반드시 물로 입안을 헹구도록 하고, 다른 시료를 평가하도록 하였으며, 7점 척도법(1점 아주 나쁘다, 7점 아주 좋다)으로 평가하여 전반적인 기호도가 높을수록 7점에 가까운 점수를 주도록 하였다.

Table 3. Overall acceptance and yield of coffee extract by RSM

Design points	Independent variables			Dependent variables	
	Temp. (°C)	DOF ¹⁾	Cycle time (min)	Yield ²⁾ (%)	Overall acceptance (mean±S.D.)
	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2
1	-1(160)	1(3.5)	-1(25)	36.0	6.00±1.12
2	1(180)	1(3.5)	-1(25)	41.7	5.50±1.10
3	-1(160)	1(4.5)	-1(25)	38.7	6.88±0.90
4	1(180)	1(4.5)	-1(25)	44.6	6.44±1.20
5	-1(160)	1(3.5)	1(35)	37.8	5.70±0.87
6	1(180)	1(3.5)	1(35)	44.0	3.00±1.12
7	-1(160)	1(4.5)	1(35)	39.0	6.20±1.14
8	1(180)	1(4.5)	1(35)	46.4	5.70±1.09
9	-2(150)	0(4.0)	0(30)	35.0	6.70±0.97
10	2(190)	0(4.0)	0(30)	47.0	3.00±0.80
11	0(170)	2(3.0)	0(30)	39.2	2.00±1.24
12	0(170)	2(5.0)	0(30)	44.0	6.00±1.30
13	0(170)	0(4.0)	-2(20)	42.2	6.60±1.17
14	0(170)	0(4.0)	2(40)	43.8	3.20±1.20
15	0(170)	0(4.0)	0(30)	43.2	6.20±1.10
16	0(170)	0(4.0)	0(30)	43.4	6.70±1.27
17	0(170)	0(4.0)	0(30)	43.4	6.50±1.35
18	0(170)	0(4.0)	0(30)	43.3	6.00±1.14

¹⁾ Draw-off factor (DOF) = The amount of extract ÷ The weight of roasted and ground coffee.

²⁾ Yield (%) = Coffee solids by weight of the extract (T/S) × DOF.

록 하였다.

5. 통계분석

18개의 실험값에 대해 최소제곱법을 사용하는 다중회귀분석을 실시하였으며, 모델 적합성은 *F*-test로 유의성을 검증하였다. 다중회귀모델식은 식 (1)과 같고, 통계처리와 그래프 작성은 Design expert 9(State-Ease Co., Minneapolis, MN, USA)을 사용하였다.

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3 + b_{11}X_{12} + b_{22}X_{22} + b_{33}X_{32} \quad (1)$$

식 (1)에서 b_n 은 회귀상수이고, X_1 , X_2 , X_3 는 부호표시 독립 변수이다.

다음으로 호감도함수법(Desirability Function Approach)를 통하여 2개의 종속변수인 추출수율과 전반적인 기호도 사이

의 타협 지점(compromise area)을 찾았다(Lee 등 2013). 호감도합수법을 사용하면 종속변수가 2개 이상의 다중 반응이 단일 척도인 호감도의 최적화 문제로 단순화될 수 있다(Li 등 2009). 회기모델식에 의해 예측된 각각의 종속변수는 무차원 값인 개별 호감도로 변환되고, 식 (2)에 의해 가장 높은 종합 호감도를 보이는 독립변수의 최적점이 선정된다. 이 호감도 분석은 Design expert 9의 수치 최적화(numerical optimization)를 통해 실행되었고, 제한조건으로 추출수율은 40%를 최소값으로 보았다.

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

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

결과 및 고찰

1. 추출 수율

커피 추출액의 수율은 35.0~47.0%의 범위를 나타내었고, 커피 급수온도와 추출배수, 추출시간이 서로 상호작용하는 2차 모델이 결정되었다. 커피추출액 수율에 대한 회기식의 R^2 의 값은 0.9648로서 F -test시 유의성($p < 0.0001$)을 보여 실제수율과 예측수율과의 모델 적합성이 인정되며(Table 4) 측정값과 예측값이 거의 일치하는 것으로 나타났다(Fig. 2). 각 추출 조건에 따른 상관성(Fig. 3)을 살펴보면, 급수온도와 추출배수가 수율에 가장 많은 영향을 미쳤다. 급수온도가 높을수록 수율이 현저히 증가되고(Fig. 3B, 3C), 추출배수가 높고 추출시간이 길어질수록 완만한 수율 증가를 나타내었으며(Fig. 3D), 각 요인이 상호 복합적으로 커피추출액의 수율에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

일반적인 원두 커피 추출방식의 수율은 18~25% 정도이며, 커피성분 중 커피오일과 리그닌을 제외하고는 모든 성분들이 유의미하게 추출되고, 개별성분의 추출율은 퀴산과 지방

족 화합물은 100%, 알칼로이드와 클로로겐산은 85~100%, 휘발성 화합물은 40~100%, 단백질은 15~20% 및 멜라노이딘은 20~25% 추출된다고 보고되었다(Maier HG 1981). 또한 Kroeplien이 보고한 결과를 살펴보면, 100°C에서 추출된 원두를 다시 100~180°C에서 재추출할 때에, 미추출된 단백질, 다당류, 멜라노이딘 등이 가용화되며 추출되고, 1시간동안 연속 추출하였을 때 추출온도를 120°C에서 200°C로 증가시키에 따라 수율도 증가한다고 보고되어 본 연구와 일치됨을 알 수 있다(Kroeplien U 1974).

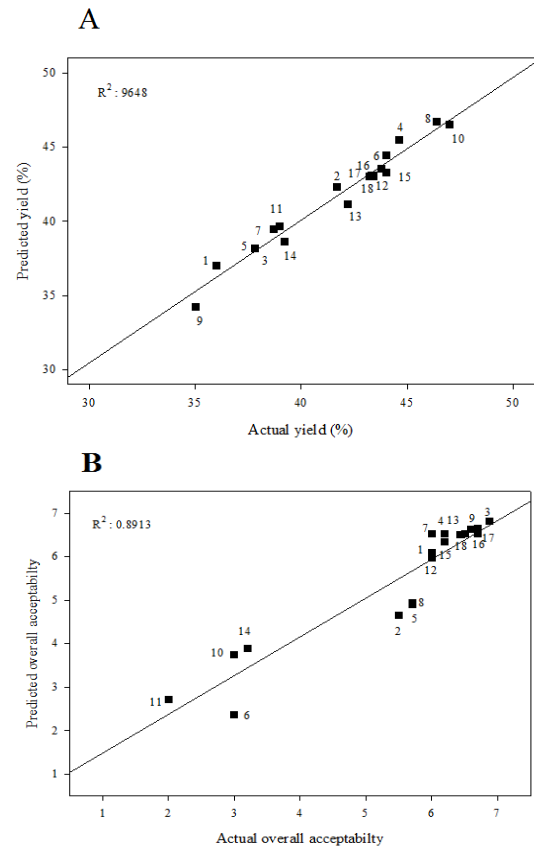


Fig. 2. Parity plots showing the relationships between the observed values and the values predicted by the regression models.

Table 4. Analysis of predicted models equation for yield and overall acceptance of coffee extract

Responses	Model	Mean±S.D. ¹⁾	R-squared ²⁾	F-value	Probability>F	Polynomial equation ³⁾
Yield	Quadratic	41.82±0.94	0.9648	24.34	<0.0001	+43.00 - 3.08A+1.17B - 0.59C+0.17AB - 0.25AC+0.25BC - 0.66A ² - 0.51B ² - 0.16C ²
Overall acceptance	Quadratic	5.46±0.73	0.8913	7.29	<0.0051	+6.52 - 0.72A+0.81B - 0.69C+0.28AB - 0.28AC+0.17BC - 0.33A ² - 0.54B ² - 0.32C ²

¹⁾ Standard deviation.

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

³⁾ A: temperature, B: Draw-off factor (DOF), C: cycle time.

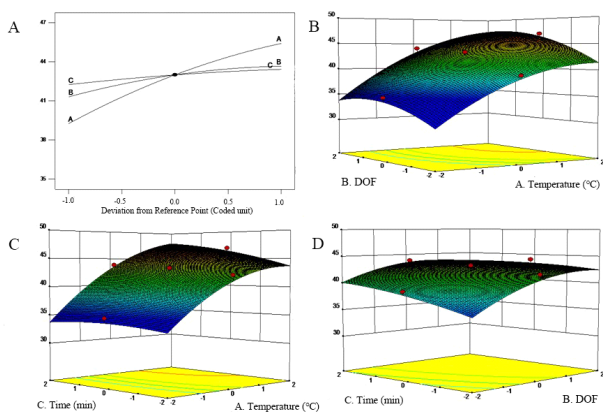


Fig 3. Perturbation plot and response surface plot on yield of coffee extract conditions. A: Effect of coffee extraction factors on perturbation plot; B: Correlation between temperature and draw-off factor (DOF) on coffee extraction yield C: Correlation between temperature and time on coffee extraction yield D: Correlation between time and DOF on coffee extraction yield.

Thaler는 35~45%의 추출 수율 조건에서 탄수화물 함량이 급격히 증가하였고, 이때 증가한 주요 성분은 갈락탄과 만난이라고 보고하였다(Thaler H 1979). 또, 인스턴스 커피에서 갈락토오스, 만노오스 및 아라비노오스 함량이 로스팅된 커피에 비하여 증가되는 것으로 보아(Kroepfen U 1974), 본 실험에서 고온 추출 시 증가되는 수율은 가수분해로 인한 가용성 탄수화물의 증가에 의한 것으로 보인다.

본 실험에서는 추출배수가 증가할수록, 대체로 수율도 증가하였으며, 이는 고수율 구간(35~46%)에서 추출배수가 증가할수록 수율이 증가하였던 결과와 일치하였고(Martin & Pitchon 1972), 저수율 구간(4~16%)에서 수율이 증가한 결과(Imura & Matsuda 1992)와도 일치하였다.

2. 전반적인 기호도

커피추출액의 전반적인 기호도는 2.00~6.88의 범위를 나타냈으며(Table 3), 커피 급수온도와 추출배수, 추출시간이 상호 작용하는 2차 모델이 결정되었다. 전반적인 기호도에 대한 회귀식의 R²의 값은 0.8913으로서 F-test시 유의성(p<0.0051)을 보여 실제 기호도와 예측 기호도와와의 모델의 적합성이 인정되며(Table 4) 측정값과 예측값이 거의 일치하는 것으로 나타났다(Fig. 2). 전반적인 기호도를 살펴보면 급수온도와 추출배수 및 추출시간 모두 비슷한 정도의 영향력을 미쳤고(Fig. 4A), 반응표면분석에 의한 그래프를 살펴보면, 급수온도, 추출배수 및 추출시간 모두 실험구간 내에서 최적점을 보이며 상호 복합적인 영향을 보였다(Fig. 4B~4D).

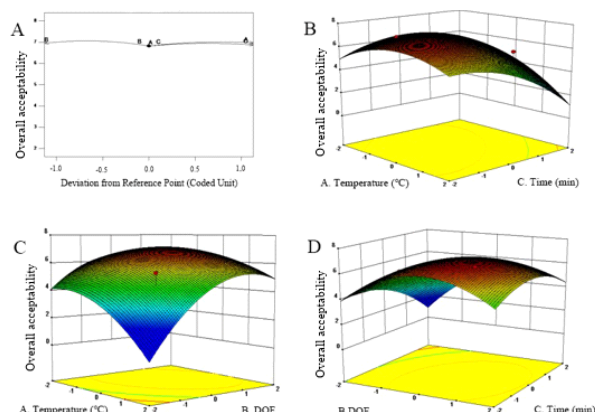


Fig 4. Perturbation plot and response surface plot on overall acceptability of coffee extract conditions. A: Effect of coffee extraction factors on perturbation plot; B: Correlation between temperature and draw-off factor (DOF) on overall acceptability C: Correlation between temperature and time on coffee extraction overall acceptability D: Correlation between time and DOF on coffee extraction overall acceptability.

Guggenheim은 지나친 고온에서 추출할 경우에는 커피가 가수분해되며 비선호되는 풍미를 발현하기 때문에 최적온도를 142~160°C로 주장하였는데(Guggenheim 1959), 이는 본 연구에서 결정된 최적온도인 163°C와 유사하였다. 이렇게 전반적인 기호도가 실험구간 내 최적점을 가지는 것으로 보아, 일정수준 이상의 가수분해물은 전반적인 기호도에 부정적인 영향을 미치는 것으로 보인다. 이런 비선호되는 풍미는 주로 광범위한 가수분해로 인한 타르의 생성에 의한 것으로 보고, 타르의 생성을 방지하는 제조공정이 개발되기도 하였으나(Gerhard-Rieben 등 1999), 현재 국내 상업용 인스턴트 커피에서 타르가 검출되지 않는 것으로 보아, 상업용 커피에서 타르의 영향은 거의 없는 것으로 보인다. 추출시간의 경우, 가장 관능적으로 선호된 시간이 15~25분의 경우와 유사하게(GK & SR 1972) 본 실험의 최적추출시간도 27분이었다.

3. 추출조건 최적화

실험점에 따른 커피추출액의 수율 및 전반적인 기호도는 Table 3과 같고, 그에 대한 전체 호감도는 Fig. 5에 제시하였다. 반응표면분석의 결과를 바탕으로, 최적 조건은 다중 반응들 간에 타협 지점(compromise area)을 찾는 호감도함수법에 의해 구해졌다. 추출 수율이 40% 이상인 범위에서, 추출수율과 전반적인 기호도를 최대로 하는 최적 커피 추출 조건은 급수온도 163°C, 추출배수 4.3 및 추출시간 27분이었다.

요 약

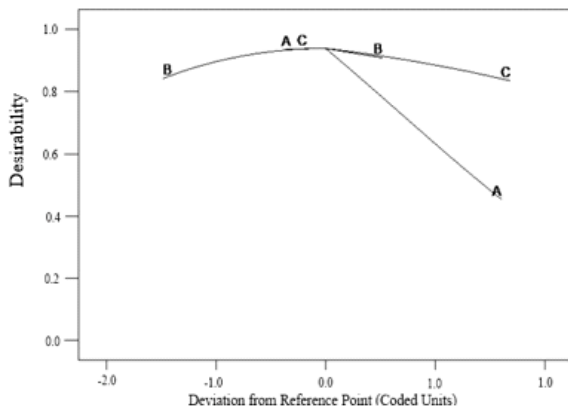


Fig. 5. The effect of temperature (A), DOF (B), and time (C) on desirability of coffee extract. DOF: draw-off factor.

본 연구에서는 상업적으로 가장 많이 쓰는 커피 추출기인 2단계 퍼콜레이터를 사용하여 인스턴트커피를 제조하기 위한 커피추출조건을 최적화하였다. 반응표면분석을 위한 수학적 모델식을 구하기 위해 중심합성계획법이 사용되었고, 구해진 모델식에서는 커피추출액의 추출 수율과 추출액의 전 반적인 기호도가 3가지 요인(추출기의 급수온도, 추출배수, 추출시간)의 2차식으로 표현되었다. 반응표면분석의 결과를 바탕으로 40% 이상의 수율을 보이는 범위에서, 추출수율과 전반적인 기호도를 최대로 하는 최적 커피 추출 조건은 급수 온도 163℃, 추출배수 4.3 및 추출시간 27분이었다. 이 결과는 산업에서 경쟁력 있는 인스턴트 커피 제조를 위한 커피 추출 조건에 대한 기초 자료를 제공한다.

References

- Bougerie D. 2002. Honfleur et les honfleurais: cinq siècles d'histoires Vol 2. pp.138 Ed. Marie
- Clark B. 1978. Process for the extraction of vegetable materials. US Patent 4,129,665
- Clarke RJ, Macrae R. 1987. Coffee Technology Vol 2. pp.110-114. Elsevier Applied Science
- Earle E, Pitchon E. 1974. Extraction of roasted and ground coffee. US Patent 3,790,689
- Gerhard-Rieben E, Lebet CR, Leloup V, Schlecht K. 1999. Coffee extraction process. US Patent 5,897,903
- Guggenheim H. 1959. Process for manufacture of soluble coffee. US Patent 2,915,399
- GK, SR. 1972. Coffee extraction process. US Patent 3,700,463
- Hwang JW, Oh KH, Ryu MH, Kim J, Jang HJ. 2009. Coffee and Tea. pp.8-9
- Imura N, Matsuda O. 1992. Volatile aroma recovery from roasted coffee by steaming and its effects on soluble coffee products. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 39:531-535
- Kato, S. 1903. Coffee concentrate and process of making same. US Patent 735,777
- Ko BS, Lim SH, Han SH. 2016. Selection of lactic acid bacteria suitable for manufacture of freeze-dried coffee. *Korean J. Food Nutr* 29:1023-1029
- Korea Fair Trade Mediation Agency. 2016. Comparison of coffee franchises. Available from <http://www.kofair.or.kr/hp/bor/copy-View.do?searchId=1424>[cited 19September2016]
- Kroeplien U. 1974. Monosaccharides in roasted and instant coffees. *J Agr Food Chem* 22:110-116
- Lee DH, Jeong IJ, Kim KJ. 2013. Methods and applications of dual response surface optimization: A literature review. *Journal of Korean Institute of Industrial Engineers* 39:342-350
- 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. *Appl Microbiol Biotechnol* 74:563-571
- Maier HG. 1981. Kaffee Vol 18. Paul Parey, Hamburg
- Martin G, Pitchon E. 1972. Process for manufacture of coffee extract. US Patent 3,655,398
- Max RM. 1943. Process for the manufacture of soluble dry extracts. US Patent 2,324,526
- Mussatto SI, Machado EM, Martins S, Teixeira JA. 2011. Production, composition, and application of coffee and its industrial residues. *Food Bioprocess Tech* 4:661-672
- Ramalakshmi K, Rao LJM, Takano-Ishikawa Y, Goto M. 2009. Bioactivities of low-grade green coffee and spent coffee in different *in vitro* model systems. *Food Chem* 115:79-85
- Robert HR, Barone JJ. 1983. Biological effects of caffeine-history and use. *Food Technol-Chicago* 37:32-39
- Sim CH. 2011. Application of response surface methodology for the optimization of process in food technology. *Food Engineering Progress* 15:97-115
- Thaler H. 1979. The chemistry of coffee extraction in relation to polysaccharides. *Food Chem* 4:13-22
- Talbot JM. 1997. The struggle for control of a commodity chain: instant coffee from Latin America. *Lat Am Res Rev* 32:117-135
- Wouda HA. 1979. Coffee extraction. US Patent 4,158,067
- Washington post. 2014. Almost half of the world actually prefers instant coffee. Available from <https://www.washingtonpost.com>

com/news/wonk/wp/2014/07/14/almost-half-of-the-world-actually-prefers-instant-coffee/?utm_term=.78822e764f8d[cited14July2014]

Received 07 March, 2017
Revised 03 April, 2017
Accepted 12 April, 2017