KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 39, No. 6, pp. 658~662 (2007)

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

다공성 전분의 향포접 효율과 이를 활용한 생면의 관능적 특성

김혜연 · 이규희 · 강현아 · 신명곤*
우송대학교 식품영양 · 식품과학부

Flavor Entrapment Effect of Porous Starch and Sensory Characteristic of Boiled Instant Noodles Using Flavor-entrapped Porous Starch

Hae-Yeun Kim, Gyu-Hee Lee, Hyun-Ah Kang, and Myung-Gon Shin*
School of Food Biotechnology and Nutrition, Woosong University

Abstract In this study, wild sesame leaf aromas (WSLA) were extracted and the extracted aromas were entrapped in porous potato starch micelles. The entrapped aromas did not evaporate, even by heated water treatments, and remained until a physical treatment such as chewing. Thus, the entrapped WSLA starch was used to make precooked instant noodles in order to mask or/and reduce an unpleasant raw flour flavor. The efficiencies of the flavor entrapment were analyzed using gas-chromatography equipped with solid phase micro-extraction (SPME), as well as by sensory evaluation. The highest yield of the porous potato starch was shown as 82.4% at an inlet temperature (IT) of 170°C, an exhaust temperature (ET) of 90°C, and a feeding rate (FR) of 40 mL/min. In the porous starch made by IT at 200°C, ET at 100°C, and FR at 50 mL/min, the entrapment efficiency was 68% by GC analysis; this starch also had the highest WSLA and consumer acceptability, but the lowest raw flour flavor, according to the sensory evaluation results.

Key words: porous starch, aroma entrapment, sensory evaluation, solid phase micro extraction(SPME),

서 론

식품 제조에 이용되는 많은 향기 성분은 휘발이 잘되기 때문에 향 성분을 encapsulation 한 후 고체 상태로 하여 향의 휘발을 방지하고, 휘발을 조절할 수 있으며 사용이 쉽게 하는 장점을 지니고 있어 많은 연구가 진행되었다(1-10). 향의 encapsulation은 핵물질(core materials)인 향성분의 특성과 사용될 목적에 따라 다양한 중합체가 담체(wall material, main carriers)로 이용되고 있지만(11,12) 가장 일반적인 담체로는 탄수화물을 들 수 있다. 탄수화물이 encapsulation에 이용되는 방법으로는 maltodextrins, arabic gum 혹은 modified starch 등 주 담체물질에 핵물질을 혼합하여 분무건조하거나 extrusion시켜 이용되며(13-14) 주 담체와 핵물질 사이의 결정에 대한 여러 가지 연구가 진행되고 있다. 그들 중 핵물질과 주담체로 이용된 전분과의 상호작용에 대한 연구도 최근 연구가 진행 중이다(15-22). 전분에 핵물질을 encapsulation 시키는 원리로는 모세관의 형성(formation of capillary), 흡수(sorption), 포접화합물의 형성(inclusion complexes) 등으로 볼 수 있다(23). Korus 등(24)은 감자, tapioca전분 및 옥수수 전분 gel에 핵물질을 냉동시키는 coacervation 방법을 이용하여 전분에 공간이 생기도록 하여 핵물질을 trapping 하는 기술에 대하여 연구 하였다. 본 연구에서는 전분의 향포접 능력을 높이기 위하여 다공성 전분을 제조하였다.

*Corresponding author: Myung-Gon Shin, School of Food Biotechnology and Nutrition, Woosong University, Jayang-dong, Dong-ku, Daejon, 300-718, Korea
Tel: 82-42-630-9741; Fax: 82-42-630-9740
E-mail: shin@wsu.ac.kr
Received August 9, 2007; accepted October 5, 2007

다공성 전분에 포접시킨 향으로는 들깨잎향을 추출하여 포접효율을 측정하였다. 들깨는 1년생 초본으로 *Perilla frutescens britton*으로 그 씨앗은 주로 착유하여 조미유로 사용되며 그 잎은 국내에서 소비되는 농산물 중 가장 대표적인 향채라 할 수 있다. 들깻잎에는 anthocyanins, flavones 및 flavone glycosides와 같은 안토시안계 색소가 많이 함유되어 있어 일본에서는 식용착색료로 이용되고 있다. 들깻잎에서 추출된 essential oil은 구강탈취제로 쓰이며 들깻잎의 정유성분인 perilla ketone, perillaldehyde와 limonene의 독특한 냄새가 육류와 생선의 비린한 냄새나 느끼한 맛을 없애준다고 알려져 있다(25).

다공성 전분에 들깨향의 포접 정도는 포접 후 남아 있는 향을 solid phase microextraction(SPME)-gas chromatography(GC)방법을 이용하여 측정한 후 처음 값에서 빼는 것으로 효율을 측정하였다. SPME-GC 방법은 dynamic headspace analysis가 흡착을 지연하기 위한 cryofocusing 등의 장치를 해야 하는 불편을 줄이기 위해 최근 개발된 방법으로 head space성분을 짧은 시간에 고농도로 흡착시켜 간편하게 GC에 주입시킬 수 있는 새로운 향기성분 추출방법이다. SPME 장치는 SPME fiber와 이 fiber를 고정시키는 SPME holder, 그리고 시료용기의 온도를 조절할 수 있는 heating block으로 구성되며 SPME fiber를 GC 주입구에 직접 삽입할 수 있도록 고안되어 있다. 즉, 시료를 밀폐된 용기에 넣고 온도를 가하면 시료로부터 휘발되는 헤드스페이스 성분은 SPME fiber에 연속적으로 흡착되는데 이를 GC 주입구에 삽입하면 헤드스페이스 성분이 SPME fiber로부터 떨어져 나와 모세관 칼럼으로 들어가 분리 된다.

현재 well-being 식품이 각광을 받으며 생면의 매출은 매년 늘고 있는 추세이나 밀가루 냄새로 인해 기호성이 떨어지는 문제점을 안고 있다. 따라서 가공전분 제조에는 입자가 큰 전분이 더

적합한 것으로 알려져 있어(26) 입자 크기가 15-100 μm 정도로서 산업적으로 이용하는 전분 중에서 가장 큰 감자전분을 이용하여 다공성 전분을 제조 하였다. 제조된 다공성 전분에 들깨향을 포접 시켜 가열에 의해서도 향이 빠져나오지 않지만 입안에서 기계적 작용에 의해 향이 배출되면서 현재 생면에서 나는 밀가루 냄새와 같은 이미를 개선시킬 수 있도록 다공성 전분에 한국인이 좋아하는 깻잎향을 적용시켜 그 포접 효율을 SPME-GC와 관능평가를 실시하여 평가 하였다.

재료 및 방법

재료

깻잎향 추출을 위해 사용된 깻잎은 2006년도 산 생깻잎을 대전시 근교 농가에서 구입하여 사용하였고 감자전분은 (주)움트리(Koyang, Korea)에서 제조한 것을 이용하였다. 분석을 위해 사용된 시료는 Sigma chemical. Co.(St. Louis, MO, USA)를 이용하였다.

분무건조를 이용한 다공성 전분제조

분무건조를 이용한 다공성전분의 제조를 위하여 5% 전분용액을 72°C에서 5분간 처리한 감자전분을 유압식 균질기를 이용하여 균질 한 후 전분은 분무건조기(Ohkawara Kakohki Co. Ltd., L-8, Yokohama, Japan)를 이용하여 수분을 제거하였다. 분무건조 조건은 반응표면분석(RSM)에 중심합성계획법을 이용하였으며 분무건조를 이용한 다공성전분 제조에 영향을 미치는 inlet temperature(IT)와 exhaust temperature(ET), feeding rate(FR)를 독립변수로 설정하여 Table 1에 나타낸 대로 총 15개의 실험구를 수행하였다. 제조된 다공성 전분의 수율은 제조 후 얻어진 다공성 전분의 양을 제조 전 사용된 전분의 양에 대한 백분율(%)로 표시하였다.

깻잎 향 추출

깻잎의 휘발성 성분(wild sesame leaf aroma, WSLA)은 생깻잎 500 g을 마쇄하여 냉동시킨 후 1시간 동안 vacuum transfer 장치를 이용하여 water bath의 온도는 40°C, 진공 pump의 압력은 100 mmHg로 하여 1시간 동안 추출하였다.

Table 1. Experimental design of spray drying for making porous starch

Run number	Coded variable			Process variable		
	IT[1)]	ET	FR	IT	ET	FR
1	-1	-1	-1	170	90	40
2	-1	-1	+1	170	90	60
3	-1	+1	-1	170	110	40
4	-1	+1	+1	170	110	60
5	+1	-1	-1	190	90	40
6	+1	-1	+1	190	90	60
7	+1	+1	-1	190	110	40
8	+1	+1	+1	190	110	60
9	0	0	0	180	100	50
10	-α	0	0	160	100	50
11	+α	0	0	200	100	50
12	0	-α	0	180	80	50
13	0	+α	0	180	120	50
14	0	0	-α	180	100	30
15	0	0	+α	180	100	70

[1)]IT means inlet temperature, ET means external temperature, FR means feeding rate.

SPME-GC를 이용한 다공성 전분의 포집효율의 분석

추출된 휘발성 성분은 SPME manual holder(Supelco Co., Bellefonte, PA, USA)에 50 μm polydimethylsiloxane(PDMS)으로 coating된 SPME fiber를 이용하여 휘발성 물질을 흡착시켰다. Teflon-faced septa로 밀봉된 1 mL amber vial에 추출된 시료 0.01 mL와 를 1-pentanol(internal standard) 0.02 μg을 넣은 후 증류온도와 같은 조건인 40°C에서 30분간 방치하여 평형상태에 도달시켰다. 또한 제조된 다공성 전분 15종류 각각 0.1 g과 깻잎 추출액 0.01 mL, 그리고 deodorized distilled water 1 mL를 1시간 교반 후, 5,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상등액에 1-pentanol 0.02 μg을 넣은 후 1 mL amber vial에 넣고 teflon-faced septa로 밀봉한 후 증류온도와 같은 조건인 40°C에서 40분간 방치하여 평형상태에 도달시켰다. 평형상태에 도달한 sample에 SPME fiber에 15분간 향을 흡착시켜 GC injection을 위해 200°C injection port에서 fiber를 노출시켜 1분 동안 탈착시켜 GC를 이용해 분석하였다.

GC 분석 조건

GC는 Younglin M600D(Anyang, Korea)를 사용하였으며 detector는 flame ionization detector(FID)를 사용하였다. 휘발성 물질의 분리를 위해 사용된 column은 Supelco-wax(30 m × 0.53 mm × 0.5 μm: Supelco Co.)를 사용하였으며 oven 온도는 40°C에서 5분간 유지한 후 200°C까지 8°C/min 속도로 승온 시켜 20분간 유지하였다. Injector 온도는 220°C, detector 온도는 250°C이며 carrier gas로는 nitrogen을 사용하였고 유속은 1.0 mL/min이었다.

다공성 전분에 향 포접 효율의 계산

향의 포접 효율은 다음 식에 의해 계산 하였다.

$$\text{향포접 효율} = 100 - \frac{\text{포접 후 상등액 중 perilla ketone peak area/1-pentanol peak area}}{\text{포접 전 추출액의 perilla ketone peak area/1-pentanol peak area}} \times 100$$

관능평가를 위한 다공성 전분에 향 포접

위 실험에서 제조한 각각의 다공성 전분 10 g과 WSLA 0.5 g, 증류수 40 g을 혼합하여 1시간 교반한 다음 3,000 ppm 15분간 원심분리 하였다. 가라앉은 전분은 얇게 펴서 음건한 후 건조된 향 포접 전분을 분쇄하여 우동면 제조 시 반죽에 첨가하였다.

우동면 제조

WSLA를 포접 시킨 각각의 다공성전분 5 g과 중력분 밀가루 45 g, 증류수 50 g을 혼합하여 반죽한 후 1시간 동안 숙성하였다. 숙성이 끝나면 밀대를 이용하여 면발을 제조하였다. 면발을 끓고 있는 증류수 1,000 mL에서 10분 동안 삶은 다음 찬물에 헹궈 전분 끼를 없애고 채반에 건져 낸 후 관능평가를 실시하였다.

관능평가

관능평가는 패널요원 20명을 선발하여 표준시료로 사용된 우동면은 향포접된 다공성 전분량과 동일하게 감자전분을 첨가하여 제조하였으며 GC 분석에서 향포접 효율이 높게 평가된 다공성 전분에 WSLA을 포접 시킨 다공성 전분을 첨가하여 우동면을 제조하여 깻잎 향, 밀가루 향, 밀가루 맛 및 종합적인 기호도를 아주 약함(0점)과 아주 강함(15점)으로 하여 평가하였다.

통계분석

결과분석은 분산분석 후 최소 유의차 검정을 실시하였으며 통계분석에는 SAS프로그램(SAS Institute, Cary, NC, USA)을 사용하였다.

결과 및 고찰

분무건조를 이용한 다공성 전분의 수율

다공성 전분을 제조하기 위하여 전분을 물에 침지시켜 전분 micelle 구조를 파괴한 후 다시 수분을 제거하는 방법으로 다공성 전분을 제조하여 향의 포집 효율을 조사한 Korus 등(23)의 방법을 응용하여 전분 micelle 구조의 파괴와 더 많은 구조 내 다공성을 유지시키기 위해 전분을 호화온도까지 전분 수용액을 교반한 후 분무건조 하였다. 전분입자의 팽윤현상은 전분종류 및 분자구조에 따라 다른데, 감자전분은 낮은 온도에서 호화되며, 그 이후 빨리 팽윤하며 약한 내부구조를 가지고 있으므로 자유롭게, 또 심하게 호화되는 편이어서 다공성 전분을 제조하기에는 유리한 조건을 가지고 있다. 즉, 호화로 인하여 붕괴된 전분들이 노화가 이루어지는 과정에서 결합수가 정지상으로 전개 용매(developing solvent)가 이동상으로 작용하며 다공성 부분이 생기는 것으로 추정된다(27).

다공성 전분의 수율에 대한 반응표면 분석 결과는 Table 2에 표시하였으며 분석결과 얻어진 회귀 방정식은 다음과 같다.

Table 2. Predicted levels of optimum preparation conditions for the maximized yields of the porous potato starch by the ridge analysis and superimposing of their response surfaces

Preparation conditions	Levels for the maximum response surfaces	Significance
Inlet temperature (IT)	184.56	0.2482
External temperature (ET)	106.03	0.2856
Feeding rate (FR)	37.42	0.2566
R^2	0.7488	-
Morphology	saddle point	-
Predicted value	67.88	-

Table 3. The mean yields of porous potato starches at different inlet temperature (IT), external temperature (ET), and feeding rate (FR) during spray drying

Spray drying condition	Yields (%)
IT = 170, ET = 100, FR = 50	64.0[1)]
IT = 170, ET = 90, FR = 40	82.0
IT = 200, ET = 100, FR = 50	57.0
IT = 170, ET = 110, FR = 40	54.7
IT = 180, ET = 100, FR = 30	75.0
IT = 190, ET = 110, FR = 60	74.0
IT = 190, ET = 90, FR = 40	62.4
IT = 170, ET = 90, FR = 60	63.2
IT = 170, ET = 110, FR = 60	52.0
IT = 190, ET = 110, FR = 40	72.0
IT = 180, ET = 100, FR = 70	45.2
IT = 160, ET = 100, FR = 50	73.1
IT = 190, ET = 90, FR = 60	64.0
IT = 180, ET = 120, FR = 50	66.0

[1)]Mean yield amount at duplicated results.

$$Y = 1866.84 - 10.3768\ IT - 13.226875\ ET - 7.486875\ FR + 0.003875\ IT*IT + 0.073125\ ET*IT - 0.005000\ ET*ET + 0.031875\ FR*IT + 0.021125\ FR*ET - 0.008500\ FR*FR$$

위 반응식에서 IT는 inlet temperature, ET는 external temperature, FR은 feeding rate를 의미하며, 최적화 조건을 얻기 위해 반응표면 분석을 실시하였으나 상관성이 낮아 분석에 어려움이 있어 각각의 조건에 대한 평균값으로 결과를 나타내었다(Table 3). 다공성 전분의 평균 수율은 inlet temperature(IT)가 170°C, external temperature(ET)가 90°C, 그리고 feeding rate(FR)가 40 mL/min에서 82%로 가장 높았으며, IT가 180°C, ET가 100°C, FR이 70 mL/min에서 제조된 다공성 전분이 45.2로 가장 낮았다.

SPME-GC를 이용한 다공성 전분의 포집효율의 분석

제조된 다공성 전분에 WSLA를 포접시킨 후 상등액에 남아있는 WSLA를 SPME에 흡착한 후 GC에서 탈착하여 분석한 결과는 Fig. 1과 Table 4에 표시하였다. Fig. 1은 WSLA를 다공성 전분에 향포접 전·후를 gas chromatogram으로 표시한 것으로 perilla ketone의 양이 줄어든 것으로 깻잎향이 다공성 전분에 포접 됨을 알 수 있다.

Choung 등(28)은 깻잎 중에 함유되어 있는 성분으로 β-myrcene, 7-octen-4-ol, linalool, β-caryophyllene, α-farnesene과 perilla ketone 등을 GC-MS로 분석하였고 이 성분 중 perilla ketone 면적비가 가장 높았다고 보고하였다. 또한 Baek 등(25)은 깻잎을 증기증류와 감압 증기증류를 했을 때 얻어진 깻잎 essential oil 중 perilla ketone의 상대적 함량은 95% 이상이 된다고 보고하였으며 본 실험 방법에서도 perilla ketone의 상대적 면적 비는 가장 높은 것을 알 수 있었다. 따라서 깻잎향의 포접 효율은 perilla ketone의 양을 중심으로 분석하였다. 들깨향 추출액을 다공성전분에 포접한 후 전분을 제거한 상등액에 남아 있는 perilla ketone의 면적비로 다공성 전분의 향포집 효율을 설명하였다. 포접효율은 높을수록 활용도가 높을 것으로 판단되며 IT 200°C, ET 100°C, FR 50 mL/min에서 제조된 다공성 전분이 포접효율이 perilla ketone에 대하여 68%로 가장 효율이 높은 것으로 나타났다.

관능평가를 이용한 포접 효율의 분석

담체에 유지 혹은 해리되는 향의 특성을 이해하기 위해 식품의 관능적 특성을 결정짓는 것은 매우 중요하다. 관능평가는 어떤 특정한 향이 다른 향보다 더 잘 보존이 되고, 어떤 담체를 이용해야 어떤 특정한 향이 더 잘 보존이 되며 이들의 균형 잡힌 특성을 이해하는 것은 관능적으로 우수한 제품을 제조하기 위해 중요한 역할을 한다(2). 따라서 분무건조 방법으로 얻은 다공성 전분을 이용하여 WSLA를 포접 시킨 후 다공성 전분의 flavor 포접 능력을 평가하기 위하여 평점법을 이용하여 관능평가를 실시하였다. GC 분석결과 WSLA 포접효율이 좋은 IT 200°C, ET

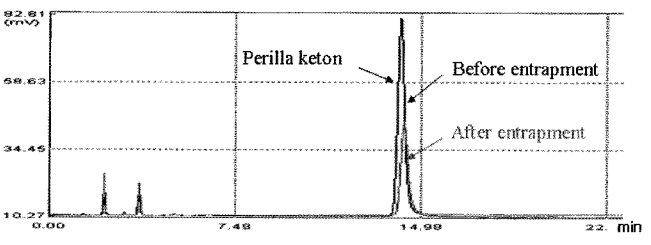

Fig. 1. A gas-chromatogram of encapsulation efficiency for perilla ketone in WSLA.

Table 4. Entrapment efficiency in porous potato starch of perilla ketone in WSLA

Spray drying condition	Area Ratio	Entrapment efficiency (%)
control	350.86	-
IT = 170, ET = 100, FR = 50	202.08	42.4
IT = 170, ET = 90, FR = 40	173.65	50.5
IT = 200, ET = 100, FR = 50	112.13	68
IT = 170, ET = 110, FR = 40	208.65	40.5
IT = 180, ET = 100, FR = 30	180.21	48.6
IT = 190, ET = 110, FR = 60	133.02	62.1
IT = 190, ET = 90, FR = 40	157.33	55.2
IT = 170, ET = 90, FR = 60	138.54	60.5
IT = 170, ET = 110, FR = 60	151.25	56.9
IT = 190, ET = 110, FR = 40	152.20	56.6
IT = 180, ET = 100, FR = 70	171.05	51.2
IT = 160, ET = 100, FR = 50	191.82	45.3
IT = 190, ET = 90, FR = 60	139.13	60.3
IT = 180, ET = 120, FR = 50	239.63	31.7

100°C, FR 50 mL/min의 조건으로 제조된 다공성 전분, IT 190°C, ET 110°C, FR 60 mL/min의 조건으로 제조된 다공성 전분, 그리고 IT 170°C, ET 90°C, FR 60 mL/min의 조건으로 제조된 다공성 전분을 선택하여 WSLA를 포접 시켰다. WSLA가 포접된 각각의 다공성전분 5 g과 중력분 밀가루 45 g, 증류수 50 g을 혼합하여 반죽한 후 1시간 동안 숙성한 후 면을 제조하였다. Control은 WSLA가 포접된 다공성 전분 대신 동량의 감자전분을 첨가하여 제조하였다. 관능평가는 패널요원 20명을 선발하여 control 우동면과 효율이 높은 다공성 전분에 WSLA를 포접시킨 다공성 전분을 첨가하여 제조한 세 가지의 면에 대하여 깻잎냄새, 밀가루 맛 및 종합적인 기호도를 아주 약함(0점)과 아주 강함(15점)으로 한 평점법을 이용하여 평가하였으며 그 결과는 Table 5에 표시 하였다. Table 5에서 깻잎향이 강할수록 밀가루 맛은 줄어드는 것을 알 수 있으며 이는 깻잎향이 밀가루 맛과 향을 masking 한 것으로 보인다. 향의 포접효율이 높은 시료가 씹었을 때 깻잎향을 많이 내는 것으로 해석할 수 있으며 IT 200°C, ET 100°C, FR 50 mL/min으로 제조된 다공성 전분과 IT 190°C, ET 110°C, FR 60 mL/min의 조건으로 제조된 다공성 전분을 첨가시킨 우동면의 깻잎향이 통계적으로 유의차를 내며 강하게 나타났다. 반면에 밀가루 맛은 control이 유의차를 나타내며 가장 높은 값을 나타내었으며 다음으로는 IT 170°C, ET 90°C, FR 60 mL/min의 조건으로 제조된 다공성 전분을 첨가시킨 우동면에서 밀가루 맛이 높은 것을 알 수 있었다. 기호도는 깻잎향의 강도와 같은 순서로 높게 나타나 밀가루 맛이 적을수록 또한 깻잎향이 진할수록 기호도는 증가하는 것을 알 수 있었다.

결론적으로 IT 200°C, ET 100°C, FR 50 mL/min으로 제조된 다공성 전분과 IT 190°C, ET 110°C, FR 60 mL/min의 조건으로 제조된 다공성 전분이 깻잎향 포접에 효과가 있음이 입증되었으나 수율이 고려된다면 IT 190°C, ET 110°C, FR 60 mL/min 처리구에서 수율이 74%이고 IT 200°C, ET 100°C, FR 50 mL/min 처리구의 수율이 57%임을 고려한다면 IT 190°C, ET 110°C, FR 60 mL/min 처리구가 더 효율적임을 알 수 있다.

요 약

다공성 전분에 향을 포접 시켜 가열에 의해서도 향이 빠져나오지 않지만 입안에서 기계적 작용에 의해 향이 배출되면서 현재 생면에서 나는 밀가루 냄새를 은폐시켜 줄 수 있는 생면을 제조하기 위하여 다공성 전분을 제조하였다. 분무건조기를 이용하여 제조된 다공성 전분의 평균 수율은 IT 170°C, ET 90°C, FR 50 mL/min의 조건에서 82%로 가장 높았으며, IT 180°C, ET 100°C, FR 70 mL/min에서 45.2로 가장 낮았다. 제조된 다공성 전분에 깻잎향을 추출하여 포접시킨 후 효율을 SPME-GC를 이용하여 깻잎향 중 가장 비율이 높은 perilla ketone의 양을 비교하였을 때 IT 200°C, ET 100°C, FR 50 mL/min에서 제조된 다공성 전분이 포접 효율이 68%로 나타났다. 관능평가를 실시한 결과로는 IT 200°C, ET 100°C, FR 50 mL/min으로 제조된 다공성 전분을 첨가시킨 우동면의 깻잎향과 기호도가 통계적으로 유의차를 내며 높게 나타났고 밀가루 맛은 가장 낮게 나타났다. 그러므로 가장 깻잎향 포접효율이 높으며 소비자 기호도도 높일 수 있는 다공성 전분은 IT 200°C, ET 100°C, FD 50 mL/min의 조건으로 제조된 것이다.

문 헌

1. Balassa LL, Fanger GO. Microencapsulation in the food industry. Crit. Rev. Food Technol. 2: 245-251 (1971)
2. Goubet I, Le Quere JL, Voilley AJ. Retention of aroma compounds by carbohydrates: Influence of their physicochemical characteristics and of their physical state. J. Agr. Food Chem. 46: 1981-1990 (1998)
3. Dziezak JD. Microencapsulation and encapsulated ingredients. Food Technol.-Chicago 52: 136-151 (1988)
4. Versic RJ. Flavor encapsulation. pp. 1-6. In: Flavor Encapsulation. Risch SJ, Reineccius GA (eds). American Chemical Society, Washington, DC, USA (1988)
5. Reineccius GA. Spray-drying of food flavors. pp. 55-64. In: Flavor Encapsulation. Risch SJ, Reineccius GA (eds). American Chemical Society, Washington, DC, USA (1988)
6. Reineccius GA. Carbohydrates for flavor encapsulation. Food Technol.-Chicago 46: 144-146 (1991)
7. Reineccius GA. Controlled release techniques in the food industry. pp. 8-25. In: Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients. Risch SJ, Reineccius GA (eds). American Chemical Society, Washington, DC, USA (1995)
8. Reineccius GA, Coulter ST. Flavor retention during drying. J.

Table 5. The sensory characteristics of noodles according to addition of different porous potato starches with WSLA

Sensory terms	Control	IT = 190°C ET = 110°C, FR = 60 mL/min	IT=170°C ET = 90°C, FR = 60 mL/min	IT = 200°C ET = 100°C, FR = 50 mL/min
WSLA	$2.00 \pm 1.10^{c1)2)}$	9.25 ± 4.17^{a}	6.50 ± 4.57^{b}	9.55 ± 3.98^{a}
Flour taste	7.30 ± 3.57^{a}	5.15 ± 4.11^{b}	6.35 ± 4.78^{ab}	5.85 ± 4.36^{ab}
Consumer acceptance	5.05 ± 2.86^{c}	9.15 ± 3.36^{ab}	7.90 ± 4.35^{b}	10.40 ± 3.7^{a}

[1)]Averages ± standard deviation (n = 20).
[2)]Means with the same letter at same raw are not significantly different ($\alpha < 0.05$).

Dairy Sci. 52: 1219-1222 (1969)
9. Reineccius GA, Risch SJ. Encapsulation of artificial flavors by cyclodextrins. Perfume Flavor 11: 3-6 (1986)
10. Risch SJ. Encapsulation: Overview of uses and techniques. pp. 2-7. In: Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients. Risch SJ, Reineccius GA (eds). American Chemical Society. Washington, DC, USA (1995)
11. Shahidi F, Han XQ. Encapsulation of food ingredients. Crit. Rev. Food Sci. 33: 505-547 (1993)
12. King AK. Encapsulation of food ingredients. A review of available technology, focusing on hydrocolloids. pp. 26-41. In: Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients. Risch SJ. Reineccius GA (eds). American Chemical Society, Washington, DC, USA (1995)
13. Young RA. Spray drying encapsulation-today's view. Ingred. Proc. Packaging 31: 34-38 (1986)
14. Jackson LS, Lee K. Microencapsulation and the food industry. Lebensm-Wiss. Technol. 24: 289-297 (1991)
15. Rutschmann MA, Heiniger J, Pliska V, Solms J. Formation of inclusion complexes of starch with different organic compounds. I. Methods of evaluation of binding profiles with menthone as an example. Lebensm-Wiss. Technol. 22: 240-244 (1989)
16. Rutschmann MA, Solms J. Formation of inclusion complexes of starch in ternary model systems with decanal, menthone, and 1-naphthol. Lebensm-Wiss. Technol. 23: 457-463 (1990)
17. Rutschmann MA, Solms J. Formation of inclusion complexes of starch with different organic compounds. III. Study of ligand binding in binary model systems with (-)limonene. Lebensm-Wiss. Technol. 23: 80-83 (1990)
18. Rutschmann MA. Solms J. Formation of inclusion complexes of starch with different organic compounds. II. Study of ligand binding in binary model systems with decanal, 1-naphthol, monostearate and monopalmitate. Lebensm-Wiss. Technol. 23: 70-79 (1990)
19. Rutschmann MA, Solms J. Formation of inclusion complexes of starch with different organic compounds. IV. Ligand binding and variability in helical conformations of V amylose complexes. Lebensm-Wiss. Technol. 23: 84-87 (1990)
20. Rutschmann MA, Solms J. Formation of inclusion complexes of starch with different organic compounds. V. Characterization of complexes with amperometric iodine titration, as compared with direct quantitative analysis. Lebensm-Wiss. Technol. 23: 88-93 (1990)
21. Rutschmann MA, Solms J. The formation of ternary inclusion complexes of starch with menthone and monostearate-A possible food model system. Lebensm-Wiss. Technol. 23: 451-456 (1990)
22. Solms J, Guggenbuehl B. Physical aspects of flavor application in food systems. pp. 319-335. In: Flavour Science and Technology. Bessiere Y, Thomas AF (eds). Wiley Chishester, London, UK (1990)
23. Korus J, Tomasik P, Lil CY. Microcapsules from starch granules. J. Microencapsul. 20: 47-56 (2003)
24. Korus J. Microencapsulation of flavors in starch matrix by coacervation method. Pol. J. Food Nut. Sci. 10: 17-23 (2001)
25. Baek HH, Song KB, Kim SJ. Development of flavoring and new food materials using domestic water dropwort and perilla leaf. 299005-3, Ministry of Agricultural and Forestry (2002)
26. Kang KJ, Kim K, Kim SK, Park YK, Han JG. Properties of large and small starch granules of potato. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 528-535 (1989)
27. Kim HS, Lee YE. Influence of crosslinking on gelatinization behavior and morphological change of potato starch. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 580-586 (1996)
28. Choung MG, Kwon YC, Chung CS, Kwak YH. Identification of volatile flavor compounds in perilla and shiso leaves (abstracts no. Quality 210). In: Abstracts: Honam Agricultural Research Institute, May 8-9, Chun-Buk, Korea. The Korean Society of Crop Sciences, Seoul, Korea (1998)