

한국산 감자를 이용한 French-Fried Potato의 Texture 개선

이영춘 · 하연철*

중앙대학교 식품가공학과, *대전기계창

Studies on the Textural Quality Improvement of French-Fried Potato Produced with Korean Potato Varieties

Young-Chun Lee and Yean-Chul Ha*

Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University

*Taejon Machine Depot

Abstract

Attempts were made to improve the textural quality of French-fried potato produced with 5 potato varieties popular in Korea. The most suitable variety to produce French-fried potato, among 5 varieties tested, was Superior. Texture of French-fried potato was improved by air drying blanched potato strips at room temperature for over 1 hour, immersing potato strips in 6% starch solution at 60°C for 2 minutes, and immersing in 1.5% hydroxypropyl methyl cellulose(HPMC) solution at 60°C for 2 minutes. Textural quality of French-fried potato was significantly improved, when blanched potato strips were subjected to air drying at room temperature for 1 hour, followed by immersing them in 1.5% HPMC solution at 60°C for 2 minutes prior to frying.

Key words: French-fried potato, texture improvement

서 론

감자는 미국과 유럽 등지에서 중요한 채소이며, 특히 French-fried potato는 냉동제품으로 개발된 이후 폭넓게 보급되어 냉동채소 중에서 가장 생산량이 많은 제품이다. French-fried potato 제품의 품질에 영향을 주는 주요 요인은 감자의 품종⁽¹⁾으로서, 그 성분조성은 각 부위^(2,3)나 생산지역과 재배조건⁽⁴⁾에 따라 다르며, 원료의 선별에 가장 중요한 기준은 비중(고형분)과 환원당량⁽⁵⁻⁷⁾이다.

감자에 함유되어 있는 환원당은 튀김할 때 갈변⁽⁸⁻¹⁰⁾에 큰 영향을 미치는데, 감자를 4°C로 저장했다가 가공용으로 사용하기 전에 13~21°C에서 5~20일간 reconditioning^(11,12)시키면 호흡작용이 증가하여 축적된 환원당이 감소되기 때문에 좋은 품질의 제품을 제조할 수 있다. 그리고 비중이 높은 감자가 바람직한 이유는 제품수율⁽¹³⁻¹⁵⁾이 높고 감자의 중량당 기름흡수가 적기 때문이다.

French-fried potato의 중요한 품질요인 중의 하나로 텍스처를 들 수 있는데, 지금까지 밝혀진 바에 의하면 국산 감자로 French-fried potato를 제조하면 텍스처가 눅눅하고 연하여 바삭거림이 수입제품에 뒤져 소비자의

선호를 받지 못하고 있는 실정이다. 따라서 국내의 fast food chains에서 대량으로 소비되고 있는 French-fried potato는 전량 냉동제품으로 외국에서 수입하여 사용되고 있는 실정이어서, 이 제품의 국산화를 위한 연구가 절실히 요구되고 있다. 본 연구에서는 국내산 감자로 제조한 French-fried potato의 텍스처 품질을 개선할 수 있는 방법을 연구하여 국내산 감자의 소비를 촉진하고, 수입 French-fried potato의 대체품으로 개발하려는 데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

재료

농촌진흥청에서 Russett Burbank, Shepody, Superior, Dae-ji 및 Nook Sack 품종의 감자를 분양받아 원료로 사용하였으며, 튀김용 대두유는 동방유량(주) 제품을 사용하였다. 그리고 본 실험에 사용한 hydroxypropyl methyl cellulose와 옥수수 전분은 Sigma Co.와 덕산社 제품의 특급 또는 일급시약을 사용하였다.

성분분석

감자품종의 일반성분 분석은 A.O.A.C. 방법⁽¹⁶⁾에 따라 실시하였다. Reconditioning에 따른 감자 중 환원당의 변화를 측정하기 위하여, Superior를 4~5°C에서 저장한 다음 16°C에서 12일간 reconditioning 시키면서 시료를

Corresponding author: Young-Chun Lee Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University, An-sung, Kyunggi-Do 456-830, Korea

Table 1. The condition of Instron universal testing machine used to measure texture of French-fried potato

Full scale force	500g
Sample height	9 mm
Chart speed	100 mm/min.
Plunger speed	100 mm/min.
Plunger diameter	1 mm

채취하여 Somogi-Nelson 방법^(17,18)으로 환원당을 측정하였다.

데치기 조건시험

감자 strips의 적정 데치기 조건을 선정하기 위하여 80, 85, 90, 95°C의 수욕조에서 potato strips의 중심부에 thermocouple을 꼽고 이를 온도기록계(Model DR 030N, Chino)에 연결한 strips의 온도변화를 기록하였다. 그리고 데치기가 끝난 감자 strips에 있는 peroxidase의 활성을 측정하기 위하여, 데치기한 감자 strips 10g을 30 ml 증류수와 함께 마쇄하고, Whatman No.1 여지로 여과하여 여액 2 ml과 증류수 20 ml를 시험관에 취했다. 여기에 0.5% guaiacol 용액 1 ml와 0.08% hydrogen peroxide 1 ml를 가한 후 혼합하여 3분 30초내에 색의 변화가 있으면 peroxidase 양성, 없으면 음성으로 표시하였다.

튀김조건의 선정

감자 strips을 130, 140, 150, 160, 170, 180°C의 oil bath에 튀김하였을 때 어떤 조건에서 가장 적절한 색을 발현하는가를 알기 위해 12명의 패널요원을 선정하여 순위법으로 관능검사를 실시하였다. 그리고 이를 튀김온도에서 5분간 튀김하였을 때 감자 strips이 흡수하는 기름양을 soxhlet 추출법으로 측정하였고, 중량감소는 튀김 전과 후의 중량 %로 표시하였다.

텍스처 향상을 위한 처리

French-fried potato의 텍스처를 향상시킬 수 있는 방안을 모색하기 위하여 다음과 같은 처리를 시도하였다.

대기건조 : 데치기가 끝난 감자 strips을 상온에서 공기를 순환시켜 1, 2, 3시간 동안 건조시킨 다음 기름에 튀겼을 때 감자 strips에 함유된 기름과 수분을 조사하였다. 그리고 French-fried potato의 텍스처 품질을 Instron(model 1140)으로 측정하였으며, 측정조건은 Table 1과 같았다. 그리고 처리가 끝난 감자 strips을 기름에 튀김한 조건은 Table 2에 제시되었다.

호화전분에 침지 : 데치기한 감자 strips을 60~70°C의 2, 4, 6, 8, 10% 전분용액에 2분간 침지한 다음 기름에 튀겨 감자 strips에 함유된 기름과 수분함량을 조사하고, French-fried potato의 텍스처를 측정하였다.

Hydroxypropyl methyl cellulose(HPMC) 처리 : 데치기한 감자 strips을 60~70°C의 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0%

Table 2. Standard frying conditions

	First frying	Second frying	Finish frying
Temperature(°C)	130	140	150
Time(min.)	3	1	2

HPMC 용액에 약 20초 동안 침지한 후 기름에 튀겨, French-fried potato에 함유된 기름 및 수분함량과 텍스처를 측정하였다.

복합처리 : 감자 strips을 2시간 동안 대기 건조시킨 것을 대조구로 정하고, strips을 2시간 동안 대기 중에 건조한 후 6% 전분 또는 1.5% HPMC 용액에 침지한 다음 튀김하였을 때 제품이 함유하는 수분, 기름함량과 제품의 객관적 텍스처를 측정하였다.

결과 및 고찰

감지품종별 가공적성

원료로 사용한 다섯 감자품종의 일반성분 함량은 Table 3과 같았다. 수분함량은 Russett Burbank가 가장 높았고, Superior와 Nook Sack은 환원당 함량이 다른 품종보다 낮은 편이었다. 환원당은 튀김할 때 갈변에 큰 영향을 주므로 낮을 수록 좋으며, 원료선정에 중요한 지표로⁽⁸⁻¹⁰⁾ 사용되고 있다.

품종별 비중과 건물중을 비교해 보면, Shepody, Superior 및 Dae-Ji가 높았다. 비중과 건물 중이 높으면 가공수율이 높고, 감자의 중량당 기름흡수가 낮기 때문에 French-fried potato 가공에 적합한 품종을 선정하는데 중요한 지표⁽¹³⁻¹⁵⁾이다. 원료감자의 환원당 함량, 비중 및 건물중을 기준으로 French-fried potato 가공에 적합한 품종은 Superior, Shepody 및 Dae-Ji이었으며, 이 중 Superior가 널리 재배되고 있으며 쉽게 구할 수 있어서 Superior를 실험재료로 결정하였다.

Superior 품종을 4~5°C에 저장했다가 가공 전에 16°C에서 reconditioning할 때 환원당의 변화는 Fig. 1과 같았다. 즉, reconditioning 중에, 환원당의 함량은 경시적으로 감소하였으며, 6일 이후부터는 싹이 나기 시작하였으므로 6일간의 reconditioning이 적절하였다.

감자 strips의 데치기

감자 strips(1×1×5 cm)을 몇 가지 온도의 열탕에서 데치기 할 때 열침투곡선은 Fig. 2와 같았다. 즉, 각 온도에서 strips의 중심부 온도가 물의 온도에 도달하는데 약 4분의 시간이 소요되었다. 그리고 각 온도에서 1~6분간 데치기한 감자 strips의 peroxidase activity를 정성적으로 측정한 결과는 Table 4와 같았다.

데치기 온도가 높아질 수록 peroxidase의 열불활성화가 빨리 일어남을 볼 수 있었으며, 95°C에서는 2분간 데치기 하면 peroxidase의 활성이 없어지므로, 본 실험

Table 3. Results of proximate analysis of 5 potato varieties

Constituents	Potato varieties				
	Russett Burbank	Shepody	Superior	Dae-Ji	Nook Sack
Moisture(%)	82.2	79.2	80.0	79.5	81.4
Protein(%)	1.1	1.4	1.3	1.1	1.2
Ash(%)	1.0	1.1	1.1	1.2	1.1
Total sugar(%)	15.0	17.6	17.0	17.5	15.6
Fat(%)	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2
Fiber(%)	0.7	0.5	0.6	0.6	0.6
Reducing sugar(%)	1.1	1.0	0.8	1.1	0.7
Specific gravity(g/cc)	1.066	1.078	1.075	1.076	1.070
Dry matter(%)	17.8	20.8	26.0	20.5	18.6

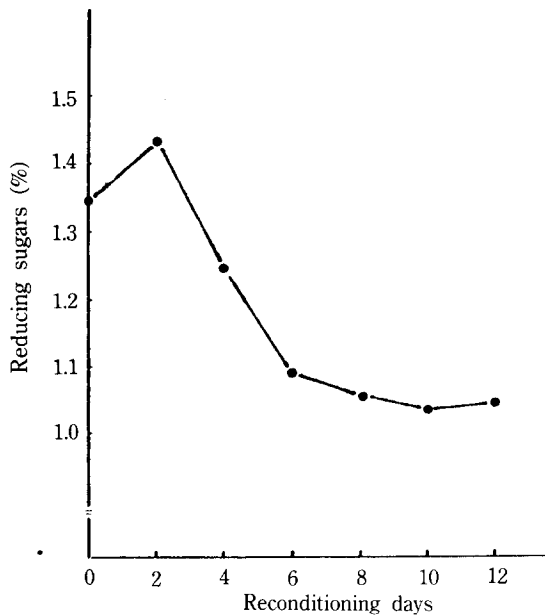


Fig. 1. Changes in reducing sugars as affected by reconditioning periods

에서는 고온-단시간의 데치기조건인 95°C에서 2분간 데치기 하기로 결정하였다.

감자 strips의 튀김

감자 strips의 튀김조건은 French-fried potato의 중량감소, 기름흡수량 및 색깔에 큰 영향을 준다. 기름의 온도를 130~180°C로 변경하면서, fast food chains에서 판매하는 French-fried potato중 관능적으로 선호되는 색깔을 낼 수 있는 튀김시간을 조사한 결과는 Table 5와 같았다. 튀김온도가 높아질 수록 갈변현상이 급격하게 진행되었으며, 따라서 적당한 색깔을 나타내는데 필요한 튀김시간도 짧아졌다.

Table 6에서 볼 수 있는 바와 같이 튀김온도가 높아질

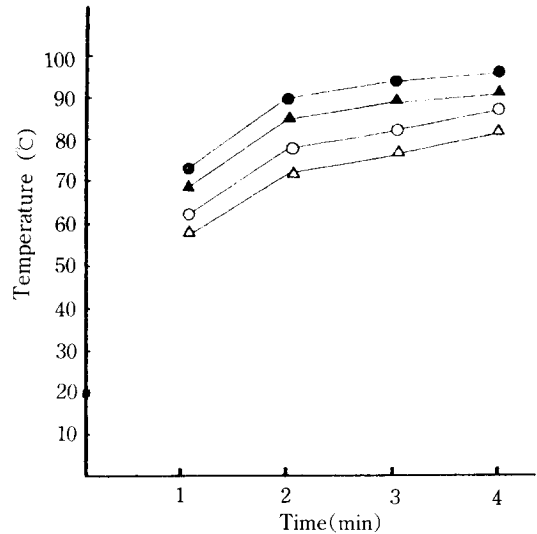


Fig. 2. Heat penetration curve of potato strips
●—● 95°C, ▲—▲ 90°C, ○—○ 85°C, △—△ 80°C

수록 French-fried potato의 중량감소가 증가하고, 기름 흡수량도 증가함을 알 수 있다. 이런 사실은 Nonaka 등⁽¹⁹⁾의 연구결과와도 일치하였다. 그러나 이와 같은 1회 튀김방법은 냉동 French-fried potato에 적용하기가 곤란하다. 그 이유는 냉동 French-fried potato는 1차 튀김을 끝내고 냉동했다가 소비자가 사용할 때 2차 튀김한 다음 최종제품으로 소비되기 때문이다. 이와 같이 튀김 작업을 2차로 나누어 실시할 때에는 1차 튀김을 130~140°C에서 1~3분 실시하고, 최종 튀김을 150°C에서 2분간 실시하는 것이 적당하였다(Table 2).

French-fried potato의 텍스처 향상

데치기가 끝난 감자 strips를 대기 중에 건조시키면 튀김시간이 단축되고 튀김기름 사용량을 줄일 수 있다는 보고⁽²⁰⁾가 있으며, 수분의 감소로 텍스처가 향상될 수 있을 것으로 생각되어 조사한 결과는 Table 7과 같았다.

Table 4. Peroxidase activity of potato strips blanched under various conditions

Temperature (°C)	Time(min)					
	1	2	3	4	5	6
80	+	+	+	+	+	-
85	+	+	+	+	-	-
90	+	+	-	-	-	-
95	+	-	-	-	-	-

Table 5. Optimum frying times at various temperatures for obtaining desired color scores of French-fried potato

Frying temperature (°C)	Optimum frying time (min)
180	0.5~0.6
170	1.1~1.2
160	2.1
150	3.0
140	4.0~4.3
130	8.0~9.0

Table 6. Oil uptake and weight loss of French-fried potato fried for optimum time at various frying temperatures

	Temperature(°C)					
	130	140	150	160	170	180
Oil content(%)	9.1	10.6	13.1	13.8	13.8	14.0
Weight loss(%)	37.7	38.8	43.9	46.2	48.4	52.6

대기 건조시간이 길어지면서 French-fried potato의 수분함량이 감소했고, 중량감소가 현저히 증가했으며, 객관적 텍스처 값이 증가하였다. 그러나 기름의 흡수량에는 별 변화가 없었다. 이 결과를 종합해 보면 대기건조를 1시간 이상 하는 것은 중량감소가 너무 많아서 좋지 못하며, 텍스처의 향상도 1시간과 2시간 사이에 별 차이가 없었으므로, 대기건조는 1시간 하는 것이 적당한 것으로 평가되었다. 이런 텍스처 향상효과는 건조에 의한 표면 수분의 제거로 sogginess가 감소한 결과로 생각되었다.

French-fried potato의 텍스처를 향상시키기 위하여 감자 strip의 표면에 피막을 형성하는 방법⁽²¹⁾이 보고되어 있다. 호화전분으로 표면에 피막이 형성되면 기름흡수가 감소되고, 제품의 crispness가 증진될 것으로 예상되어 조사한 결과는 Table 8과 같았다.

데치기한 감자 strips을 호화전분액에 2분간 침지할 때, 전분액의 농도가 증가할 수록 기름의 흡수량이 감소하였으며, Instron으로 측정된 텍스처 값은 호화전분 농도 6%까지 현저히 증가하였으나, 그 이상의 농도에

Table 7. Texture improvement of French-fried potato by ambient air drying of blanched potato strips

Parameters	Drying time(hr)			
	Control	1	2	3
Weight loss(%)	-	17.0	29.6	40.2
Oil content	10.2	10.4	11.4	9.6
Moisture(%)	64.4	57.5	54.8	47.9
Objective texture(g)	39.1	45.7	46.8	52.0

Table 8. Texture improvement of French-fried potato by immersing in starch solution prior to frying

Parameters	Gelatinized starch solution(%)				
	2	4	6	8	10
Moisture(%)	67.2	64.9	67.1	68.8	66.4
Oil content(%)	11.2	11.0	10.5	9.4	9.1
Objective texture	59.7	57.1	72.1	72.5	76.1

Table 9. Texture improvement of French-fried potato by immersing in HPMC solution prior to frying

Parameters	Concentration of HPMC(%)				
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Moisture(%)	73.4	75.5	71.6	72.0	69.7
Oil content(%)	7.3	6.3	8.0	7.3	8.2
Objective texture(g)	65.0	74.6	79.1	81.0	81.4

서는 큰 변화가 없었다. 이 결과로 보아 데치기한 감자 strips을 호화전분에 침지할 경우 6%액을 사용하는 것이 적당하다고 평가되었다. 그리고 호화전분의 농도가 French-fried potato의 수분함량에 미치는 영향은 거의 없었다. 이 결과로 보아 potato strips을 호화전분에 침지하면 튀김한 후 French-fried potato의 표면에 비교적 단단한 표피가 형성되어 crispness가 증가한 것으로 생각되었다.

HPMC를 감자 strips에 처리하면 호화전분 처리와 유사한 효과⁽²²⁾를 얻을 수 있는데, 이에 관한 실험결과는 Table 9와 같았다. 제품의 수분함량이나 기름흡수량은 HPMC의 농도에 큰 영향을 받지 않았으나, Instron으로 측정된 텍스처 값은 HPMC의 농도가 증가함에 따라 현저히 증가함을 볼 수 있었다.

한시간 동안 건조한 감자 strips을 대조구로 하고, 1시간 건조한 감자 strips을 각각 6% 전분용액과 1.5% HPMC 용액에 처리하여 French-fried potato로 만든 제품의 수분함량, 기름흡수량 및 객관적 텍스처를 조사한 결과는 Table 10과 같았다. 전분 또는 HPMC 처리는 제품의 수분함량을 증가시켰고, 기름 흡수량을 상당히 감소시켰으며, 객관적 텍스처 값을 매우 증가시켰다. 특히 한시간 건조 후 1.5% HPMC 용액에 침지한 다음

Table 10. Texture improvement of French-fried potato by combined treatment prior to frying

Parameters	Treatment		
	Control	Drying+starch	Drying+HPMC
Moisture(%)	58.8	63.0	65.6
Oil content(%)	11.5	9.8	7.3
Objective texture (g)	46.8	78.8	82.2

Table 11. Sensory scores of commercial and combination treated French-fried potato by 5 point hedonic scale

Sample	Color	Texture	Taste	Overall preference
Heinz Co.	2.8 ^{a)}	3.1 ^{c)}	3.2 ^{d)}	3.3 ^{e)}
Combination treated sample	3.6 ^{b)}	2.8 ^{c)}	2.5 ^{d)}	2.9 ^{e)}

Note : Numbers with different superscript in the same column are significantly different each other at $\alpha < 0.01$

튀김하면 French-fried potato의 crispness가 현저히 향상됨을 볼 수 있었다(Table 10).

시중의 fast food chains에서 판매되고 있는 Heinz 회사의 French-fried potato와 한시간 동안 실온에서 건조한 다음 1.5% HPMC 용액에 침지하여 만든 제품간의 관능적 품질을 5 point hedonic scale로 평가한 결과는 Table 11과 같았다. 즉, 제품의 색깔은 Heinz 제품보다 시제품이 더 선호되는 것으로 평가되었으며 텍스처, 맛, 전체적인 선호도에서는 두 제품간에 유의성 있는 품질의 차이가 없는 것으로 평가되었다.

이상의 결과를 종합해 보면, 국내에서 재배되는 Superior 품종의 감자를 원료로 하여 French-fried potato를 제조할 경우, 데치기한 감자 strips을 한시간 이상 실온에서 건조한 다음 1.5% HPMC 용액에 침지처리하여 튀김하면 수입한 외국제품과 유사한 텍스처품질 갖는 French-fried potato를 만들 수 있을 것으로 평가되었다.

요 약

국내에서 많이 재배되는 5가지 품종의 감자 중에서 French-fried potato 제조에 적합한 품종을 선정하고, 이를 원료로 제조한 French-fried potato의 텍스처 품질을 향상하기 위한 처리효과를 조사한 결과는 다음과 같았다. 시험한 다섯가지 감자품종 중에서 Superior를 French-fried potato 제조용으로 선정하였다. Superior를 원료로 하여 French-fried potato를 만들 경우 제품의 crispness를 증진시킬 수 있는 처리로, 데치기한 감자 strips을 1시간 이상 대기 건조 후 튀김하는 방법, 데치기한

감자 strips을 6% 전분용액(60°C)에 2분간 침지한 다음 튀김하는 방법, 데치기한 감자 strips을 1.5% HPMC(60°C) 용액에 약 20초 침지한 다음 튀김하는 방법, 데치기한 감자 strips을 한 시간 이상 대기 건조한 다음 1.5% HPMC 용액에 약 20초 침지한 뒤 튀김하는 방법이 효과가 있었다. 그 중에서 특히 데치기한 감자 strips을 한 시간 이상 대기 건조한 다음 1.5% HPMC 용액에 약 20초 침지한 후 튀김하여 만든 French-fried potato는 외국에서 수입하여 fast food chains에서 판매하는 제품과 유사한 텍스처 품질을 갖는 것으로 평가되었다.

문 헌

1. Miller, R.A., Harrington, J.D. and Khun, G.D. : Effect of variety and harvest date on tuber sugars and chip color. *Amer. potato J.*, **52**, 379(1975)
2. Quarmby, A.R. : Determining the radial distribution of specific gravity within potato tubers. *J. Food Sci.*, **46**, 509(1981)
3. Bretzloff, C.W. and McMenemy, J. : Some aspects of potato appearance and texture. *Amer. Potato J.*, **48**, 246(1971)
4. Reeve, R.M., Weaver, M.L. and Herman, T. : Anatomy and compositional variations within potatoes. *Amer. Potato J.*, **48**, 269(1971)
5. Habib, A.T. and Brown, H.D. : Factors influencing the color of potato chips. *Food Technol.*, **10**, 332(1956)
6. Shirley, L. and Mackey, A. : Effects of specific gravity, storage and conditioning on potato chip color. *Amer. Potato J.*, **38**, 51(1961)
7. Fulley, T.J. and Anon, M.C. : Factors influencing the relationship between reducing sugars and fry color of potato tubers of cv. record. *J. Food Technol.*, **19**, 455(1984)
8. Marquez, G. and Anon, M.C. : Influence of reducing sugars and amino acids in the color development of fried potatoes. *J. Food Sci.*, **51**, 157(1986)
9. Habib, A.T. and Brown, H.D. : Role of reducing sugars and amino acids in the browning of potato chips. *Food Technol.*, **11**, 85(1957)
10. Hoover, E.F. and Xander, P.A. : Influence of specific compositional factors of potatoes on chipping color. *Amer. Potato J.*, **40**, 17(1963)
11. Dwelle, R.B. and Stallknecht, G.F. : Respiration and sugar content of potato tubers as influenced by storage temperature. *Amer. Potato J.*, **55**, 561(1978)
12. Iritani, W.M. and Weller, C.D. : Relationship of specific gravity to sugar accumulation in stored Norgold and Russet Burbank potatoes. *Amer. Potato J.*, **53**, 57(1976)
13. Toma, R.B., Leung, H.K., Augustin, J. and Iritani, W.M. : Quality of french fried potatoes as affected by surface freezing and specific gravity of raw potatoes. *J. Food Sci.*, **51**, 1213(1986)
14. Simmonds, N.W. : Relations between specific gravity, dry matter content and starch content of potatoes. *Potato Res.*, **20**, 137(1977)

15. Schipper, P.A. : The relationship between specific gravity and percentage dry matter in potato tubers. *Amer. Potato J.*, 53, 111(1976)
 16. A.O.A.C. : *Official Methods of Analysis*, 14th, Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p.413(1984)
 17. Somogi, M. : A new reagent for determination of sugars. *J. Biol. Chem.*, 160, 61(1945)
 18. Nelson, N. : A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.*, 153, 375(1944)
 19. Nonaka, M., Sayre, R.N. and Weaver, M.L. : Oil content of French fries as affected by blanch temperature, fry temperatures and melting point of frying oils. *Amer. Potato J.*, 54, 15(1977)
 20. Doenges, M.G. : Process for preparing french fried potato chips. *U.S. Patent* 4, 632, 838(1986)
 21. El-Hag, N.A., Cochran, S.A., Schwabe, K.R., Carricato, L. and Shanbhag, S.P. : Process for preparing frozen par-fried potatoes. *U.S. Patent* 4, 551, 340(1985)
 22. Phillips, G.O. and Williams, H.A. : *Gums and stabilisers for the food industry*. Vol.4, IRL Press, p.269(1988)
-

(1991년 2월 9일 접수)