*KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 44, No. 5, pp. 577~582 (2012)*
http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2012.44.5.577

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

# 아밀로오스 함량에 따른 옥테닐호박산 쌀전분의 제조 및 이화학적 특성

정명훈 · 윤광섭*
대구가톨릭대학교 식품가공학전공

# Preparation and Physicochemical Characteristics of Octenyl Succinated Rice Starches Based on Amylose Content

**Myung-Hoon Jung and Kwang-Sup Youn***
*Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu*

**Abstract** The purpose of this study was to investigate the preparation and physicochemical characteristics of n-octenylsuccinylated (OSAn) rice starches with different rice amylose contents. Amylose contents of *Jinsumi* flour and *Milyang 261* flour were 15.42 and 20.31%, respectively. After processing by alkali treatment, amylose contents of *Jinsumi* rice starch and *Milyang 261* rice starch were 34.21% and 39.32%, respectively. After OSAn treatment, the degree of substitution and reaction efficiency of *Jinsumi* starch were higher than those of *Milyang 261*. The stability of the modified *Jinsumi* emulsion was higher than that of the *Milyang 261* emulsion. Viscosity of the *Jinsumi* emulsion was higher than that of the *Milyang 261* emulsion. When the emulsions were spray dried, modified *Jinsumi* rice starch showed excellent coating efficiency compared to that of modified *Milyang 261* rice starch. Therefore, *Jinsumi* was more suitable than *Milyang 261* to apply for encapsulation as wall materials.

**Keywords:** rice starch, octenyl succinated starch, amylose content, spray drying

## 서 론

전분은 식물체내에서 합성되는 탄수화물계 생물고분자(industrial bio-polymer) 물질로서 식품적 가치가 우수하여 식품산업에서 다양한 용도로 사용되고 있다(1). 새로운 제품개발과 더불어 급격한 수요증가가 요구되는 자원이며 전분 자체로도 사용이 가능하나 일반적인 천연전분은 전분 고유의 특징 이외에는 특수한 기능성을 갖고 있지 않아 산업화에 있어 제약이 따른다(2). 따라서 산업적 활용에 있어 취약점을 해결하고자 전분을 물리적 또는 화학적 처리를 통하여 원래의 상태로부터 변화시킨 변성전분으로 대체하여 이용되고 있다. 이러한 변성전분은 특정 목적에 적합한 새로운 성질이 부여되거나 기존의 성질을 개선시킬 수 있다는 장점이 있으며(3), 상온의 물에 용해가 가능하고 호화온도가 낮아지며 점도가 증가할 뿐만 아니라, 노화가 지연되며, 호액의 투명도 또한 증가한다고 알려져 있다(4).

식품으로 섭취가 가능한 화학적 변성전분으로는 초산전분, 하이드록시 프로필 인산전분, 옥테닐호박산 전분 등이 있다(5). 이 중 옥테닐호박산 전분(octenyl succinated starch)은 succinic anhydride에 탄화수소인 옥테닐기가 결합되어 있는 형태로써 분자 내의 8개의 탄소사슬에서 소수성과 친수성을 동시에 가진 계면활성제의 구조를 가지고 있다. 이 같은 소재는 식품뿐만 아니라 화장품, 의약품 등의 다양한 분야에서 사용가능하다(6). 최근에 이러한 옥테닐호박산 전분의 이용성을 넓히고자 옥테닐호박산 전분입자 분포도에 관한 연구(7), 옥테닐호박산 전분을 이용한 지방대체 및 유화 특성(8), 옥테닐호박산 전분의 제조 및 이화학적 특성(9) 등의 다양한 연구가 보고된 바 있다.

한편 쌀은 α-1,4결합인 아밀로오스와 여기에 β-1,6결합이 붙은 아밀로펙틴으로 구성되었으며 쌀 전분의 입자는 크기가 2-10 micron으로 다른 옥수수전분(3-26 micron), 소맥전분(1-40 micron), 감자전분(5-100 micron) 등에 비하여 입자가 작으며 알러지가 없다는 장점이 있다. 따라서 식품의 소재뿐만 아니라 유아용 기저귀 발진 방지제 또는 수술용 장갑 안에 피부와 달라붙는 현상을 줄이는 목적으로 이용되고 있으며, 페이스트 상태로는 작은 입자가 부드러운 조직감을 주기 때문에 식품의 지방대체물질로서 사용이 가능하다(10). 현재까지 진행된 쌀 전분 관련 연구로는 식품첨가물에 관한 이용성 연구(11), 이유식에 대한 소재 연구(12), 미세캡슐화에 대한 피복물질의 이용성 연구(13) 등의 식품소재로서 많은 이용성을 연구한 바 있다.

최근 쌀 전분을 변성화시켜 그에 따른 이화학적 특성을 보고자 하는 연구가 이루어지고 있으나 쌀의 특성상 아밀로오스와 아밀로펙틴의 함량비율이 품질평가에 매우 중요한 요소임에도 불구하고 이와 관련된 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 쌀 전분의 아밀로오스 함량차이에 따른 옥테닐호박산(OSAn) 변성전분의 제조 및 이화학적 특성을 검토하고자 하였다.

*Corresponding author: Kwang-Sup Youn, Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongsan, Gyeongbuk 712-702, Korea
Tel: 82-53-850-3209
Fax: 82-53-850-3209
E-mail: ksyoun@cu.ac.kr
Received June 20, 2012; revised August 9, 2012;
accepted August 10, 2012

## 재료 및 방법

### 실험 재료

본 실험에서 피복물질로 사용된 쌀가루(*Milyang 261, Jinsumi*)는 국립식량과학원 기능성작물부에서 공급받아 사용하였으며 중심물질로 사용된 미강유(CJ Co., Seoul, Korea)는 대형마트에서 구입하였다. 유화제는 HLB값이 15.4인 Tween 80(Duksan Pure Chem. Co., Ansan, Korea)을 사용하였다. 옥테닐 전분을 변성시키기 위하여 2-Octenyl-1-succinic anhydride(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 구입하여 사용하였다.

### 쌀전분의 제조

쌀전분은 알칼리 분리법(14)에 의하여 제조하였다. 즉, 단백질을 제거하기 위하여 쌀가루 200 g당 0.2% NaOH 용액 1 L를 넣어 48시간 동안 침지하였고 이 과정을 상등액에 노란 층이 나타나지 않을 때까지 반복하였다. 알칼리 처리 후, pH가 7.0-7.5로 되도록 1 N HCl를 사용하여 중화시킨 다음 반복하여 증류수로 수세하였다. 수세가 끝난 전분은 원심분리기(Eppendorf AG, MEGA17R, Hamburg, Germany)를 사용하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 전분만을 추출하였다. 추출한 전분은 dry oven(OF-22, Jeio Tech, Seoul, Korea)을 이용하여 45°C에서 수분함량이 10%가 될 때까지 건조를 시켰으며 건조된 전분은 waring blender(31BL91, Waring Laboratory & Science, Torrington, CT, USA)를 사용하여 분쇄한 후 100 mesh 체에 통과시켜 사용하였다.

### 아밀로오스 함량

쌀과 추출전분의 아밀로오스 함량은 Williams 등(15)의 방법에 의하여 측정하였다. 알칼리 호화를 위하여 50 mL vial에 시료 20 mg(dry basis)와 0.5 N KOH 10 mL를 가하고 교반을 하면서 90°C에서 15분간 열을 가하였다. 알칼리 호화가 끝나면 100 mL 용량플라스크에서 정용한 후, 이 중에서 10 mL 취하여 50 mL 용량플라스크에 넣고, 0.1 N HCl 5 mL과 요오드 용액(0.2% $I_2$/2% KI) 0.5 mL를 첨가하여 다시 정용시킨 뒤, 실온에서 20분간 방치하여 발색시켰다. 분광광도계(Shimadzu Co., UV-1601, Kyoto, Japan)를 이용하여 680 nm에서 흡광도를 측정하고 표준곡선으로부터 아밀로오스 함량을 산출하였다.

### 쌀전분의 Octenyl succination

옥테닐호박산 전분은 Jeon 등(16)의 방법에 준하여 제조하였다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 전분 100 g당 물 222 mL를 넣고 교반을 하면서 octenyl succinic anhydride(OSAn) 4 mL을 2시간동안 천천히 반응시키면서 5% NaOH 용액을 사용하여 pH를 8.5-9.0로 유지시켰다. 4시간 교반한 다음 5% HCl로 pH를 5.0로 조절한 후 현탁액을 3,000 rpm에서 원심분리 하였다. 다음 원심분리한 상등액을 제거하고 전분만을 모아 수세를 한 후 dry oven(Jeio tech, OF-22, Korea)을 이용하여 45°C에서 수분함량이 10%가 될 때까지 건조시켰다. 건조한 전분은 Waring blender(31BL91, Waring Laboratory & Science, USA)를 사용하여 분쇄하고 100 mesh 체에 통과시켜 사용하였다.

### 치환도(DE) 및 반응수율(RE)

옥테닐호박산 전분의 치환도는 JECFA(17)방법에 따라 측정하였다. 즉, 시료 5 g을 소량의 isopropyl alcohol로 적시고 2.5 N isopropanolic HCl 25 mL를 가하여 자석교반기에서 30분간 교반하고 90% isopropyl alcohol 100 mL를 가한 후 10분간 교반하였다. 교반이 끝난 후 여과지를 이용하여 여과하고 90% isopropyl alcohol로 염소가 남아 있지 않을 때 까지 반복 세척하였다. 잔유물을 600 mL 비이커에 옮기고 증류수 300 mL를 가하여 100°C의 수욕상에서 10분간 가열하여 호화시키고 페놀프탈레인 지시약을 이용하여 적정하였다. 적정법은 0.5 g의 시료를 80 mL의 증류수로 희석한 후, 열을 가하여 완전 호화를 시키고 0.01 N NaOH을 사용하여 pH 7.00으로 적정한 다음 계산식에 의하여 치환도(degree of substitution, DS)를 산출하였다.

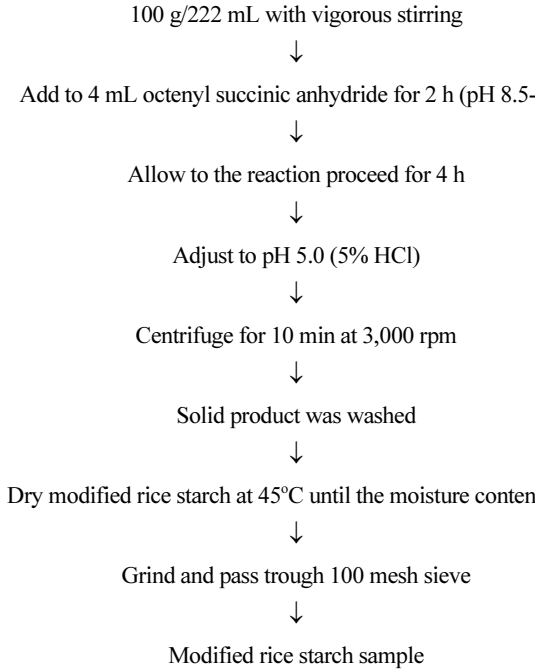


**Fig. 1. Procedure of octenyl succination with rice starches of *Jinsumi* and *Milyang 261*.**

$$\text{치환도(DS)}=\frac{0.162\times((A-A_0)\times N\times F)/W}{1-(0.210\times((A-A_0)\times N\times F)/W)}$$

A: 적정에 사용된 NaOH의 부피
$A_0$: 대조군의 적정에 사용된 NaOH의 부피
N: NaOH의 노르말 농도
W: 시료의 건조 중량
F: 사용된 NaOH의 노르말 농도 계수

반응 수율(reaction efficiency, RE)은 치환도를 전분에 대해 첨가된 옥테닐 호박산의 몰 비로 나누어준 값으로 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{반응수율(RE)}=\frac{\text{치환도(DS)}}{\text{(OSA의 무게/210)/(전분의 무게/162)}}\times 100$$

### 전분의 미세캡슐화

변성쌀전분을 미세캡슐화 하기 위하여 Fig. 2의 순으로 미세캡슐화를 실시하였다. 증류수 200 mL에 옥테닐호박산 변성전분을 일정량 첨가하였으며 충분한 호화를 위해 쌀 전분은 90°C, 변성전분은 75°C에서 각각 15분간 호화시켰다. 호화가 끝난 후 유화제로 tween 80을 일정량 넣고 homogenizer(SSC811EA, Matsushita electric industrial, Tokyo, Japan)를 통해 9,000 rpm에서 10분

Water 200 mL add to rice Starch 15 g
↓
Heating for 15min at 75 or 90°C
↓
Add to tween 80 (HLB 15.4) 0.75 g
(homogenizer 9,000rpm, 10 min)
↓
Add to Oil 3 g
(homogenizer 9,000 rpm, 15 min)
↓
Spray drying
(inlet temperature 180-190°C, oulet temperature 100-120°C,
liquid flow rate 3-5 mL/min)

**Fig. 2. Encapsulation of rice bran oil using wall materials with octenyl succinated rice starches of *Jinsumi* and *Milyang 261*.**

간 균질화하고 다시 미강유를 각각 일정량 첨가한 후 9,000 rpm에서 15분간 균질화하였다. 완성된 유화액은 spray dryer(B-191, Buchi, Switzerland)를 이용하여 미세캡슐화하였으며, 이때의 기기 운용조건으로는 inlet temperature 180-190°C, oulet temperature 100-120°C로 설정하였고, 시료 공급속도는 3-5 mL/min으로 조절하였다.

### 유화 안정성 및 점도측정

유화액의 유화안정성을 알아보기 위하여 변성전분 10 g을 넣고 호화시킨 유화액을 50 mL 메스실린더에 넣고, 뚜껑을 덮은 후 상온에서 10일간 실험을 수행하였다. 유화액의 층분리가 된 후에 분리된 부분의 부피를 비교하여 이를 emulsion stability index(ESI)로 나타내었다(18).

$$ESI=\left(1-\frac{\text{Volume of separated water layer}}{\text{Volume of water layer of clusion complex}}\right)\times 100$$

점도는 viscometer(LVDV-II+, Brookfiled, USA)를 사용하였으며 spindle no.18을 사용하여 20 rpm, 30°C에서 측정하였다.

### 색도

색도는 색차계(CR 200, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. Hunter scale에 의한 L*(lightness) a*(redness-greeness), b* (yellowness-blueness)값을 측정한 후 표면 색차를 표시하였다. 이때 백색판을 Y=94.5, x=0.3132, y=0.3203으로 보정하여 사용하였다.

### 코팅효율

분무건조된 시료의 코팅효율을 알아보기 위하여 Seo와 Shin(19)의 방법을 변형하여 측정하였다. 분말의 surface oil 함량은 mojonnier관에 코팅분말 2 g을 넣고 diethyl ether 25 mL와 petroleum ether 25 mL를 차례로 가하여 추출된 유지량을 측정하였고 total oil 함량은 코팅분말 2 g에 ethanol 10 mL를 가하여 분산시킨 뒤 HCl 10 mL를 가한 후 항온수조(70°C, 40 min)에 방치한 다음, mojonnier 관에 옮겨 diethyl ether 25 mL와 petroleum ether 25 mL를 차례로 가하여 추출된 유지량을 측정하였다. 측정된 surface oil과 total oil를 다음 식에 대입하여 분말의 코팅효율을 나타내었다.

$$\text{Coating efficiency}=\frac{(\text{Total oil}-\text{Surface oil})}{\text{Total oil}}\times 100$$

### 통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 행하여 평균치와 표준편차로 나타내었고, 유의성 검증은 version 17의 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package program을 이용하여 Duncan's multiple range test 및 t-test를 행하였다.

## 결과 및 고찰

### 아밀로오스 함량

쌀은 건조중량의 약 90%가 탄수화물로 구성되어 있으며 α-1,4 결합으로 구성된 아밀로오스와 α-1,4와 α-1,6 구조로 이뤄진 아밀로펙틴의 전분 복합체이다. 이러한 분자 구조적 차이는 미질을 나타내는 척도의 하나로 쌀의 가공적성에 가장 중요한 항목으로 평가되고 있다(20). *Jinsumi*와 *Milyang 261*의 전분 추출후의 수율은 각각 90.5% 및 88.6%였으며 *Jinsumi*와 *Milyang 261*의 아밀로오스 함량을 측정한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. *Jinsumi*와 *Milyang 261*의 아밀로오스 함량은 각각 15.42% 및 34.21%로 나타났으며 쌀전분의 아밀로오스 함량은 *Jinsumi*가 20.31%, *Milyang 261*은 39.32%로 *Milyang 261*이 *Jinsumi*보다 높은 함량을 나타내어 *Milyang 261*이 고아밀로오스 품종임을 확인할 수 있었다. 쌀 전분 추출 후 아밀로오스 함량의 증가현상은 쌀가루 성분 중 amylose-lipid complex를 이루고 있던 지질성분이 알칼리 처리를 반복함에 따라 amylose-lipid complex가 깨지고 이때 유리 아밀로오스 함량이 용출됨에 따라 blue value에 영향을 미치는 것으로 사료된다(21).

### 치환도 및 반응수율

옥테닐호박산에 의한 전분의 화학적 변성은 약품과 촉매가 침투하기 쉬운 무정형 부분에서 존재하는 포도당의 2, 3, 6번 탄소의 hydroxyl기 또는 포도당을 연결하여 주는 glucosidic linkage에서 일어나는데 전자는 주로 치환반응에서, 후자는 분해 반응에서 발생한다(22). 옥테닐호박산으로 변성시킨 전분의 치환도(DS) 및

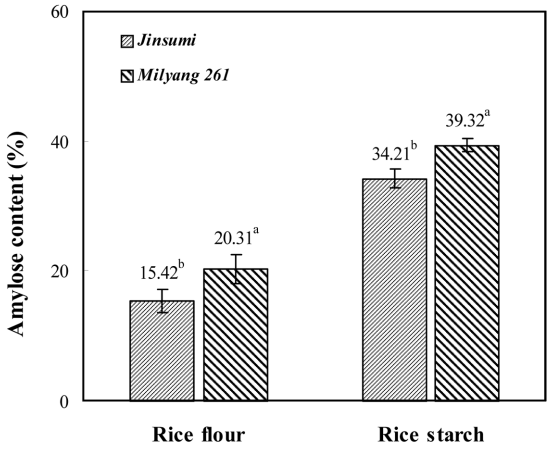


**Fig. 3. Amylose content of rice flours and rice starches of *Jinsumi* and *Milyang 261* with different amylose content.** Values are means±standard deviation of triplicate determinations. Bars/mean values with different letters are significant differences ($p<0.05$).

**Table 1. Degree of substitution (DS) and reaction efficiency (RE) of octenyl succinated rice starches of *Jinsumi* and *Milyang 261* with different amylose content**

| Sample | Degree of substitution | Reaction efficiency (%) |
|---|---|---|
| *Jinsumi* | 0.0144±0.0003[a1)] | 94.50±1.89[a] |
| *Milyang 261* | 0.0137±0.0004[b] | 89.89±2.64[b] |

[1)]Values are means SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column (a-b) indicate significant differences ($p$<0.05).

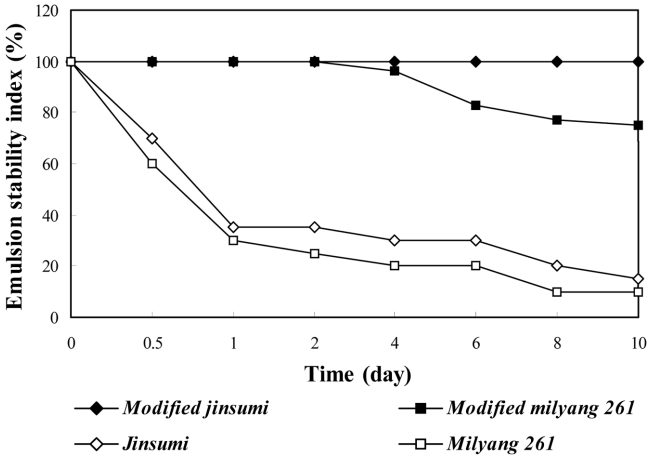


**Fig. 4. Emulsion stability index of flours and octenyl succinated rice starches of *Jinsumi* and *Milyang 261* with different amylose content.**

반응수율(RE)은 Table 1에 나타내었다. *Milyang 261*의 치환도는 0.0137이었으며 이때 반응수율은 89.89% 이였다. 반면 *Jinsumi*는 치환도가 0.0144이었으며 반응효율은 95.92%로 치환도와 반응효율 모두 *Jinsumi*가 *Milyang 261*보다 유의적으로 높았다. FDA에서는 1972년에 옥테닐을 처리한 전분을 식품첨가물로 지정하였으며 치환도 값을 0.02 이하로 규제하였는데 본 실험에서의 치환도는 허용범위에 속하였다. Shogren 등(7)의 보고에 따르면 치환된 변성전분은 옥테닐호박산의 분자가 입자 내부에 비해 입자 외부에서 3-4배 정도 더 많이 발견되는데 이와 같은 현상은 수용액에 녹은 옥테닐호박산 일부만이 전분입자 내부로 침투하기 때문이며 치환도에 주요한 영향을 미친다고 보고하였다. 본 연구결과 역시 아밀로오스 함량의 차이에 따라 치환도가 달라졌으며 이는 전분입자간의 구조적 차이에 기인한 것으로 고아밀로오스 품종인 *Milyang 261*은 내부 결합력이 치밀하여 수용액 상태의 옥테닐호박산이 침투하기 어려운 반면 *Jinsumi*는 내부 결합력이 느슨하고 치밀도가 약하여 입자내부로의 침입이 용이하였기 때문에 옥테닐호박산의 치환이 높은 것으로 사료된다.

## 유화 안정성

아밀로오스 함량이 다른 두 품종을 변성전분화 하여 균질액으로 만들어 유화안정성을 측정한 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 전분을 변성시키지 않은 경우 *Jinsumi*는 0.5시간 경과 후 71.3%, *Milyang 261*은 60.9%이었다. *Jinsumi* 변성전분은 유화 분리층이 형성되지 않은 채 10일간 유지한 반면 *Milyang 261* 변성전분은 5일째 유화액의 분리가 일어났으며 9일째 유화안정성이 75%까지 떨어져 *Jinsumi*품종이 *Milyang 261*보다 우수한 유화안정성을 나타내었다. Konoo 등(23)은 산화전분의 유화안정성은 전분의 첨가에 따른 점도의 증가에 의한 것이 아니라 전분에 생성된 카르복시기의 정전기적 반발력에 의한 영향이 더 크다고 보고하였으며 본 결과에서도 아밀로오스 함량에 따른 차이보다 옥테닐호박산의 첨가에 따른 치환반응에 따라 유화안정성에 차이가 컸으며 이 같은 결과 또한 균질액 안에서 전하가 전기적 반발력을 분산시킨 현상으로 해석된다.

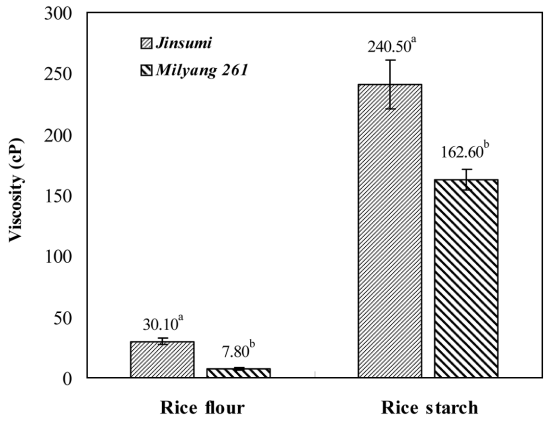


**Fig. 5. Viscosity of emulsified liquid of rice flours and octenyl succinated rice starches of *Jinsumi* and *Milyang 261* with different amylose content.** Values are means±standard deviation of triplicate determinations. Bars/mean values with different letters are significant differences ($p$<0.05).

## 점도 측정

아밀로오스 함량이 다른 두 품종의 점도 측정결과는 Fig. 5에 나타내었다. *Jinsumi, Milyang 261* 전분 점도는 각각 30.1 cP 및 7.8 cP로 측정되었고 변성시킨 후 240.5 cP 및 162 cP로 나타나 일반전분에 비하여 변성전분이 높았다. 점도는 호화시간과 팽윤도에 의하여 크게 좌우되는데 Choi와 Shin(24)은 일반미의 호화개시온도가 65-70°C인데 비하여 고아밀로오스미의 호화온도는 90°C로 일반미에 비하여 높다고 하였으며 그 원인이 고 아밀로오스 품종의 전분 입자가 compact granule로 되어 있는 것이 많고 팽윤할 때 열과 shearing force에 대한 저항성이 높아지기 때문에 달라진다고 설명하였다. 반면 아밀로오스 함량이 낮은 전분들은 내부 결합이 쉽게 분해되고 전분사슬의 분해가 쉽게 이루어져 break down 현상이 나타나는데 이러한 현상으로 팽윤도가 낮고 호화가 쉽게 이루어진다(23). 또한 옥테닐호박산 처리에 의한 변성화로 인하여 천연전분에 비해 더 높은 점도가 유도되는데 이는 옥테닐호박산 분자 내의 소수성 탄소사슬에 의하여 전분 입자내의 입체 장애(steric hindrance) 등 구조적 변화에 따라 물이 입자 내부로 빠르게 침투해, 전분 입자의 팽윤 속도가 증가하기 때문으로 해석된다(25).

## 전분의 색도

아밀로오스 함량의 차이에 따른 쌀가루와 쌀전분, 변성전분의 색도는 Table 2에 각각 나타내었다. *Milyang 261* 및 *Jinsumi*를 이용한 전분 및 쌀가루의 L값과 a값은 알칼리 처리 후 증가하였다. 반면 변성과정과 분무건조 과정에서는 L값이 감소하는 경향을 나타내었는데 이와 같은 알칼리 처리에 따른 색도의 변화는 Choi와 Shin(24)의 연구와 일치하는 결과를 나타내었다. 한편 Kum 등(26)의 연구에 의하면 압출성형기(extrusion)나 드럼건조기(drum drying)를 통한 물리적 변성 전분화 하였을 때 L값이 83.5-86.5로

**Table 2. Color parameters of rice powder, rice starch and octenyl succinated rice starches of *Jinsumi* and *Milyang 261* with different amylose content**

| Samples | | Color | | |
|---|---|---|---|---|
| | | L | a | b |
| *Jinsumi* | Rice powder | 97.62±0.02$^{bA1)}$ | -0.36±0.01$^{cA}$ | 2.39±0.01$^{aB}$ |
| | Rice starch | 97.93±0.01$^{aA}$ | -0.30±0.02$^{aA}$ | 2.32±0.04$^{aA}$ |
| | Modified rice starch | 97.58±0.23$^{bA}$ | -0.34±0.02$^{bA}$ | 2.61±0.07$^{bA}$ |
| *Milyang 261* | Rice powder | 97.65±0.13$^{bA}$ | -0.35±0.02$^{bA}$ | 2.60±0.07$^{aA}$ |
| | Rice starch | 98.28±0.30$^{aA}$ | -0.27±0.02$^{aA}$ | 2.68±0.07$^{aB}$ |
| | Modified rice starch | 97.47±0.12$^{bA}$ | -0.40±0.02$^{cB}$ | 2.04±0.04$^{bB}$ |

**Table 3. Oil contents of microcapsule and coating efficiency of octenyl succinated rice starches of *Milyang 261* and *Jinsumi* by spray drying**

| Sample | Addition to Starch (g) | Starting oil (g/100g) | Total oil (g/100g) | Surface oil (g/100g) | Coating efficiency (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| Modified *Jinsumi* | 10 | 20 | 3.87±0.05$^{bA1)}$ | 1.32±0.03$^{aB}$ | 65.82±0.67$^{cA}$ |
| | 15 | 20 | 5.20±0.02$^{aA}$ | 1.38±0.05$^{aB}$ | 73.43±0.90$^{aA}$ |
| | 20 | 20 | 5.53±0.29$^{aA}$ | 1.65±0.01$^{bB}$ | 70.19±1.47$^{bA}$ |
| Modified *Milyang 261* | 10 | 20 | 2.59±0.07$^{cB}$ | 1.79±0.04$^{cA}$ | 30.79±0.53$^{bB}$ |
| | 15 | 20 | 3.73±0.11$^{bB}$ | 2.30±0.02$^{bA}$ | 38.37±1.26$^{aB}$ |
| | 20 | 20 | 4.22±0.04$^{aB}$ | 3.01±0.03$^{aA}$ | 28.79±0.60$^{cB}$ |

[1)]Values are means SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column (among samples; a-c, between *jinsumi* and *Milyang 261*; A-B) indicate significant differences ($p$<0.05).

크게 떨어져 물리적인 변성전분이 색도에 큰 영향을 미치는 것으로 보고하였다. 반면 본 연구에서 실행한 화학적 변성전분은 변성 전 후의 색도의 차이가 거의 없어 옥테닐호박산을 이용한 화학적인 변성전분이 물리적 변성전분보다 활용가치가 더욱 높을 것으로 사료된다.

### 코팅효율

유지는 물리 화학적 특성상 산화가 쉽고 보존성과 편의성에 있어서 다른 식품에 비해 떨어지는데 미세캡슐화를 통해 유지의 안정성 확보 및 유지가 갖고 있는 기능성의 효과를 기대할 수 있다(27). 쌀 변성전분을 부형제로 사용하여 분무건조를 한 미세캡슐의 코팅효율은 Table 3에 나타내었다. *Milyang 261*의 변성전분의 첨가량을 10, 20, 30 g으로 하였을 때 전분 100 g을 기준으로 starting oil이 20 g이었을 때 surface oil은 1.32, 1.38, 1.65 g, total oil은 3.87, 5.20, 5.53 g으로 측정되어 코팅효율은 28.79-38.37%를 나타내었다. *Jinsumi*는 surface oil는 1.79, 2.30, 3.01 g, total oil이 2.59, 3.73, 4.22 g으로 측정되어 코팅효율이 65.82-73.43%로 나타나 결과적으로 *Jinsumi*가 *Milyang 261*보다 높은 코팅효율을 나타냄을 알 수 있었다. Cha 등(28)의 보고에 의하면 점도가 높을수록 유화안정성은 안정화되며 유화안정성과 코팅효율은 상관관계가 매우 높다고 보고하였는데 본 연구에서도 *Jinsumi*의 코팅효율이 높았으며 이는 *Jinsumi*가 *Milyang 261*에 비하여 동일 조건하에 유화액의 점도와 유화안정성이 높았기 때문이라 사료된다.

## 요 약

쌀 전분의 아밀로오스 함량차이에 따른 옥테닐호박산(OSAn) 변성전분의 제조 특성 및 이화학적 특성을 검토하였다. 아밀로오스의 함량은 *Jinsumi*가 15.42%, *Milyang 261*은 34.21%였으며 전분 추출 후의 *Jinsumi*가 20.31%, *Milyang 261*은 39.32%였다. 치환도 및 반응효율은 *Milyang 261*이 각각 0.0137, 89.89%였으며 *Jinsumi*는 0.0144, 95.92%로 *Jinsumi*가 *Milyang 261*보다 높았다. 점도는 *Jinsumi*와 *Milyang 261*이 각각 30.1 cP 및 7.8 cP이었으며 옥테닐호박산을 이용한 변성전분의 경우 240.5 cP 및 162.6 cP으로 상승하였다. 변성전분의 유화안정성은 두 품종 모두 대체적으로 안정하였으며 특히 *Jinsumi*는 높은 유화안정성을 보였으며, 변성전분을 부형제로 이용하여 미세캡슐화한 후의 코팅효율은 *Jinsumi*가 65.70-73.54%, *Milyang 261*이 29.45-36.98%로 나타나 분무건조를 통한 미세캡슐 효율은 *Jinsumi*가 높았다. 이러한 결과를 볼 때 분무건조를 통한 미세캡슐화의 피복물질 소재로서 변성을 통한 쌀 전분이 이용가치가 있을 것으로 사료되며 특히 *Jinsumi*가 *Milyang 261*에 비하여 높은 활용도를 가질 것이라 판단된다.

## 감사의 글

본 논문은 2012년도 대구가톨릭대학교 교비 지원에 의한 것으로 감사드립니다.

## 문 헌

1. Lee HS. Status and prospectives of food industry. Bull. Food Technol. 10: 24-35 (1997)
2. French D. Organanization of starch granuls. p. 183 In: Starch Chemistry and Technology. 2nd ed. Academic Press, New York, NY, USA (1984)
3. Kim JT, Noh WS. The retrogradation and swelling power of modified potato starches. J. Korean Soc. Agric. Chem. 35: 404-409 (1992)
4. Trubiano PC. Succinate and substituted succinate derivatives of starch. pp.131-147 In: Modified starches: Properties and uses. Wurzburg OB. (ed). CRS Press Inc. Boca Raton, FL, USA (1986)
5. Lim ST. Modified starches used in food industry. Food Technol. Chicago 10: 51-67 (1997)

6. Thomas DJ, Atwell WA. Eagan Press Handbook Series: Starches. Eagan Press, St. Paul, Minnesota, MN, USA (1998)
7. Shogren RL, Viswanathan A, Felker F, Gross RA. Distribution of octenyl succinate groups in octenyl succinic anhydride modified waxy maize starch. Starch/Starke 52: 196-204 (2000)
8. Yu MH. Fat replacement and emulsification properties of octenyl succinylated corn amylodextrins. MS thesis, Korea University, Korea (1997)
9. Choi JG. Characteristic of physicochemistry and manufacture of octenylsuccinated β-cyclodextrin. MS thesis, Korea University, Korea (2000)
10. Akoh CC. Fat replacers. Food Technol.-Chicago 52: 47-53 (1998)
11. Kim WS. Effect of addition of enzyme-resistant rice RS3 on quality and textural characteristics of madeleine. Korean J. Human Ecology 19: 191-201 (2010)
12. Park JH, Kim MH, Jang MS. The effect of dietary ultra finely pulverized rice starch on growth performance and development of small intestine. Korean J. Food Culture 22: 648-651 (2007)
13. Sara BDC, Cláudia DM, Moldão MM, Luísa BDC. Physical characterization of rice starch spherical aggregates produced by spray drying. J. Food Eng. 104: 36-42 (2011)
14. Yamamoto K, Sumie S, Toshio O. Properties of rice starch prepared by alkali method with various conditions. Denpun Kagaku 20: 99-102 (1973)
15. Williams PC, Kuzina FD, Hlynka I. A rapid colormetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. Cereal Chem. 47: 411-419 (1970)
16. Jeon YS, Viswanathan A, Gross RA. Studies of starch esterification: Reactions with alkenyl-succinates in aqueous slurry systems. Starch/Starke 51: 90-93 (1999)
17. Food and agriculture oraganization of the united nations rome: Joint FAO/WHO expert committee on food additives (JECFA). Compendium of food additive specifications. 2: 984-986 (1992)
18. Kim YD, Morr CV. Microencapsulation properties of gum arabic and several food proteins: Spray dried orange oil emulsion particles. J. Agr. Food Chem. 44: 1314-1320 (1996)
19. Seo JY, Shin MG. Analysis of microencapsulation yield of sardine oil spray drying. Korean J. Soc. Food Sci. Nutr. 28: 274-276 (1999)
20. Choi ID. Physicochemical properties of rice cultivate with different amylose contents. Korean J. Soc. Food Sci. Nutr. 28: 1313-1319 (2010)
21. Lee SH, Han Uk, Lee HY, Kim SS, Chung DH. Physicochemical properties of rice starch by amylose content. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 766-771 (1989)
22. Jarowenko W. 1986. Acetylated starch and miscellaneous organic esters. pp. 55-77 In: Modified Starches: Properties and Uses. Wurzburg OB (ed.). CRC Press Inc, Boca Raton, FL, USA (1986)
23. Konoo S, Ogawa H, Mizuno H, Iso N. The emulsification ability of oxidized tapioca starches with sodium hypochlorite. J. Food Sci. Technol. 43: 880-886 (1996)
24. Choi SY, Shin MS. Properties of rice flours prepared from domestic high amylose rices. Korean J. Food Sci. Technol. 41: 16-20 (2009)
25. Bao J, Xing J, Phillips DL, Corke H. Physical properties of octenyl succinic anhydride modified rice, wheat, and potato starches. J. Agr. Food Chem. 51: 2283-2287 (2003)
26. Kum JS, Lee HY, Shin MG, Yoo MR, Kim KH. Properties of modified rice starch by physical modification. Korean J. Food Sci. Technol. 26: 428-435 (1994)
27. Kim CH, Roh SB, Lee MJ. Characteristics of microencapsulated fat and oil by spray drying. Korean J. Soc. Food Sci. Nutr. 6: 40-44 (2001)
28. Cha KH, Yang JS, Yeon SH, Hong JH, Kim MS, Kim JS, Hwang SJ. Microencapsulation of fish oil by spray drying using different wall materials. J. Pharm. Sci. 37: 113-117 (2007)