



## 어르신 간식으로 이용 가능한 구기자 증편의 품질 특성

장현정<sup>1</sup> · 김나영<sup>2</sup> · 김업식<sup>3</sup> · 한명주<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 식품영양학과, <sup>2</sup>송호대학교 호텔외식조리학과, <sup>3</sup>연성대학교 호텔조리과

### Quality Characteristics of *Jeungpyun* Added with Goji berry Powder for the Elderly

Hyun Jung Jang<sup>1</sup>, Na Young Kim<sup>2</sup>, Up Sik Kim<sup>3</sup>, Myung Joo Han<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University

<sup>2</sup>Department of Hotel Culinary Art, Songho College

<sup>3</sup>Department of Hotel Culinary Art, Yeonsung University

#### Abstract

The objectives of this study were to investigate the quality characteristics of *Jeungpyun* added with goji berry powder (0, 2, 4, 6%) and to develop functional *Jeungpyun* as snack for the elderly. The volume of batter without goji berry powder increased 2.9 times after 4 hrs of fermentation, whereas those with 2, 4, and 6% goji berry powder increased 1.8~1.9 times. The pH and brix of the batter increased by increasing the concentration of goji berry powder. The expansion volume of *Jeungpyun* decreased by increasing the concentration of goji berry powder. The pH of *Jeungpyun* was higher than that of *Jeungpyun* batter in all groups. However, the brix of *Jeungpyun* was lower than that of *Jeungpyun* batter in all groups. The L value of *Jeungpyun* decreased, whereas a and b values increased by increasing the concentration of goji berry powder. The consumer acceptability score was higher in the elderly than in university students. *Jeungpyun* with 4% goji berry powder had best ratings in taste and overall preference. The DPPH free radical scavenging antioxidant activity of *Jeungpyun* significantly increased with increasing concentration of goji berry powder. Therefore, goji berry *Jeungpyun* is available as a snack for the elderly and can be added to goji berry powder up to 4%.

Key Words: *Jeungpyun*, goji berry powder, elderly, consumer acceptability test

## 1. 서 론

우리나라는 2000년에 이미 고령화 사회로 접어들었고, 어르신 인구는 매년 증가 추세에 있으며 2017년에는 65세 이상의 어르신 인구가 총인구의 14%를 넘어서는 고령 사회로 전환될 것으로 예상되고 있다(<http://kostat.go.kr>). 어르신은 노화로 인해 치아상태가 나빠져 씹는 능력이 떨어지고, 식욕이 감퇴하며 타액과 소화액의 분비 감소로 소화가 어려운 등의 식사와 관련된 특성들의 변화가 나타나게 된다(Park & Lee 2006). 어르신을 위한 식품은 이러한 변화들을 고려하여 체내 소화흡수율이 좋고, 씹고 삼키기 쉬운 형태로 개발되어야 한다. 어르신의 경우 식사 외의 간식 섭취가 중요한데陶균은 어르신의 몸에 좋은 간식거리 중의 하나이다(Park et al. 2006; Park & Lee 2006). 어르신의 간식 기호도에 관한 연구(Cho & Han 1998)에서 어르신들이 간식으로 떡류를 선호하는 것으로 나타났다. 어르신의 편의식 이용현황과 요구도에 관한 연구(Park et al. 2012)에서 어르신들이 많이 이용

하는 편의식으로 떡류의 이용 빈도가 가장 높은 것으로 나타났다.

떡은 우리나라의 대표적인 전통음식 중의 하나로 곡식가루를 반죽하여 찌거나 삶아 익힌 음식을 통틀어 일컫으며찌는 떡, 치는 떡, 삶는 떡, 지지는 떡으로 분류할 수 있다(Kang 2000). 증편은 쌀가루에 술을 넣고 반죽하여 발효시켜 부풀려서 찌는 떡으로 술떡, 기주떡, 기지떡이라고도 하며 pH 4~5정도로 저장성이 우수하고 발효 과정을 거치기 때문에 소화 및 흡수가 용이하며 해면상의 발효 조직이 점탄성과 부드러운 식감을 가진다(Cho et al. 1994). 그러므로 어린이나 치아상태가 나빠 씹고 삼키는 것이 어려운 어르신들에게 좋은 간식으로 이용될 수 있다. 복분자(Choi & Seo 2012), 하수오(Lee & Park 2011), 양배추(Kim & Yang 2010), 천년초(Cho et al. 2007), 로즈마리(Kang et al. 2006), 홍삼(Kim 2005), 파프리카즙(Jung et al. 2004), 백년초(Kim & Lee 2002) 등 다양한 부재료를 첨가한 증편 개발에 대한 연구가 진행되고 있다.

\*Corresponding author: Han, Myung Joo, Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University, 1, Hoegidong, Dongdaemungu, Seoul, 130-701, Korea  
Tel: 82-2-961-0553 Fax: 82-2-961-0261 E-mail: mjhan@khu.ac.kr

구기자 나무(*Lycium chinense* Miller)는 가지과(Solanaceae)에 속하는 낙엽송 소관목으로 구기자(*Lycii fructus*)는 구기자 나무의 열매를 말한다(You 1988). 우리나라 충남 청양군과 전남 진도군을 비롯하여 중국 동북부, 대만, 일본 등지에서도 자생 및 재배되고 있다(Yim 2012; Kwon et al. 2008). 구기자는 carotenoid, cholin, meliscic acid, zeaxanthin, physalien (dipalmityl-zeaxanthin), betaine,  $\beta$ -sitosterol, rutin 등 다양한 기능성 성분이 다량 함유되어 있고 동맥경화, 고혈압, 당뇨병, 암, 간 기능 및 시력보호 등에 효능이 있다고 알려져 있다(Park et al. 2002). 이러한 구기자를 이용하여 유과(Park et al. 2012), 두부(Park et al. 2010), 어묵(Shin et al. 2008), 절편(Lee & Kim 2007), 쿠키(Park et al. 2005), 케이크(Kim 2005), 인절미(Lee et al. 2004), 생면(Lim et al. 2003), 고추장(Kim et al. 2003) 등 다양한 가공 제품 개발에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 부드러운 식감으로 어르신들이 쉽게 씹을 수 있고 소화가 용이한 떡인 증편에 다양한 건강기능 효과를 가지는 구기자 분말을 농도별로 첨가하여 천연의 색, 맛과 기능적 특성을 지니는 구기자 증편을 개발하고자 한다.

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에 사용한 쌀은 2015년도 수확한 경기도 이천쌀, 구기자는 청양구기자 원예농업협동조합에서 건구기자를 사용하였다. 탁주는 서울장수막걸리를 실험 당일 구입하였고 효모는 건조효모(뚜레반), 설탕은 정백 설탕(CJ제일제당), 소금은 제제염(샘표 꽃소금)을 사용하였다.

### 2. 구기자 증편의 제조

쌀가루는 쌀을 세척하여 실온에서 15시간 침지한 후 체에 받쳐 1시간 동안 물기를 뺀 다음 방앗간에서 분쇄하여 냉동 보관한 후 증편제조 시 20 mesh 체에 내려 사용하였다. 구기자는 믹서기(HR2094, Phillips Co., Ltd., Korea)에 5분간 분쇄하여 40 mesh 체를 통과시켜 분말화 하고 냉동 보관하면서 증편 제조 시 사용하였다. 증편 재료 배합비와 제조법은 선행연구들(Han & Sung 2008; Kim & Yang 2010;

Lee & Park 2011)을 참고로 하여 예비 실험을 거친 후 정하였다. 구기자 증편의 재료 배합은 <Table 1>과 같이 구기자 분말을 0, 2, 4, 6%로 첨가하였고, 쌀가루와 구기자 분말을 합한 무게에 대해 설탕 12%, 소금 1%, 건조효모 0.5%, 탁주 50%, 물 20%의 비율로 첨가하였다.

구기자 증편의 제조는 따뜻한 물(40°C)에 설탕과 소금, 건조효모를 넣고 잘 녹인 다음 구기자 분말을 혼합한 쌀가루와 탁주를 넣어 반죽을 하였다. 반죽은 비이커에 담아 수분이 증발하지 않도록 랩을 씌우고 30°C 항온기(VS-1203P3V, Vision Scientific Co., Ltd., Korea)에서 2시간 동안 1차 발효시킨 후 교반하여 가스를 제거하고 동일조건에서 2시간 동안 2차 발효를 시켰다. 2차 발효가 완료된 반죽을 원형틀(5.0×4.0×2.0 cm)에 15 g씩 담고 실온에서 30분 동안 3차 발효를 시킨 후 찜기에서 강한 불로 15분간 찜 후 불을 끄고 5분간 뜸을 들여 증편을 제조하였다. 완성된 증편은 실온에서 30분간 방냉한 후 시료로 사용하였다.

### 3. 발효 과정 중 구기자 증편 반죽의 품질 특성

#### 1) 부피 측정

증편 반죽의 부피는 1시간 간격으로 비이커에 표시한 후 동량의 물로 치환하여 이를 메스실린더로 측정하였다(Han & Sung 2008).

#### 2) pH 측정

증편 반죽 5 g에 증류수 25 mL를 가하여 균질화시키면서 pH meter (Thermo orion, USA)를 사용하여 측정하였다.

#### 3) 당도 측정

증편 반죽 1 g에 증류수 4 mL를 가하여 1200 rpm에서 10분간 원심분리(VS-5000, Vision Scientific Co., Ltd., Korea)하여 그 상층액을 당도계(Atago digital refractometer PAL- $\alpha$ , Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

### 4. 구기자 증편의 품질 특성

#### 1) 부피 측정

증편의 부피는 polyethylene film을 증편의 표면에 밀착시킨 후 메조를 이용한 종자 치환법으로 측정하였다(Han & Sung 2008).

<Table 1> Formula of Jeungpyun added with Goji berry powder

| Goji berry powder conc. (%) | Ingredients     |                       |           |          |           |            |            |
|-----------------------------|-----------------|-----------------------|-----------|----------|-----------|------------|------------|
|                             | Rice powder (g) | Goji berry powder (g) | Sugar (g) | Salt (g) | Yeast (g) | Water (ml) | Takju (ml) |
| 0                           | 100             | 0                     | 12        | 1        | 0.5       | 20         | 50         |
| 2                           | 98              | 2                     | 12        | 1        | 0.5       | 20         | 50         |
| 4                           | 96              | 4                     | 12        | 1        | 0.5       | 20         | 50         |
| 6                           | 94              | 6                     | 12        | 1        | 0.5       | 20         | 50         |

2) pH 측정

증편 5 g에 증류수 25 mL를 가하여 Stomacher (Seward Co., Ltd., UK)를 사용하여 2분간 고르게 분쇄한 다음 stirrer를 이용하여 균질화 시키면서 pH meter (Thermo orion, USA)를 사용하여 측정하였다.

3) 당도 측정

증편 5 g에 증류수 25 mL를 가하여 Stomacher (Seward Co. Ltd., UK)를 사용하여 2분간 분쇄한 후 stirrer로 균질화 시키면서 당도계(Atago digital refractometer PAL-α, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

4) 색도 측정

증편의 색도는 Color meter (JS555, Color Techno System Co., Ltd., Japan)를 사용하여 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)를 측정하였다. 이 때 사용된 표준 백판은 L값이 98.69, a값이 -0.05, b값이 -0.50 이었다.

5) 구기자 증편의 관능평가

경희대학교 학생 33명과 동재문구 소재 회기경로당의 70세 이상 어르신 16명을 대상으로 오후 2~3시 사이에 기호도 평가를 실시하였다. 증편 시료는 관능평가하기 하루 전에 제조하여 실온에서 저장하였다. 평가 직전에 이등분하여 흰색 폴리에틸렌 1회용 접시에 담아 물과 함께 제공하였고, 시료 번호는 세 자리 난수표를 이용하여 표시하였다. 평가 항목은 외관(visual appearance), 냄새(smell), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall acceptance)를 5점 척도법(1점=매우 싫다, 5점=매우 좋다)으로 평가하였다. 어르신을 대상으로는 facial hedonic scale을 이용하여 평가하였다.

5. 구기자 증편의 DPPH free radical 소거활성

증편 10 g과 methanol 100 mL를 멸균팩에 담아 Stomacher (Seward Co., Ltd., UK)를 사용하여 2분간 고르게 분쇄한 다음 실온에서 2시간 추출하였다(Han & Sung 2008). 추출

액을 5000 rpm에서 20분간 원심분리(VS-5000, Vision Scientific Co., Ltd., Korea)한 후 그 상층액을 취하여 시료액으로 사용하였다(Jeong et al. 2014). Methanol에 녹인 60 μM DPPH 용액 500 μL에 시료액 500 μL를 가하여 섞은 뒤 30분간 실온의 암소에서 방치 후 517 nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{DPPH free radical scavenging activity (\%)} = 1 - (\text{Sample Absorbance} / \text{Control Absorbance}) \times 100$$

6. 통계처리

실험 결과 분석은 SAS (Statistical Analysis System) program을 이용하여 Mean±SD로 표시하였으며 각 시료간의 유의성(p<0.05)은 one way ANOVA로 분석하였으며Duncan's multiple range test로 각군간의 차이를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 발효 과정 중 구기자 증편 반죽의 품질 특성

1) 부피

구기자 증편 반죽의 발효 시간에 따른 부피의 변화는 <Table 2>에서 보는 바와 같이 구기자 분말 0, 2, 4, 6% 첨가군의 발효 0시간의 부피는 각각 144.5, 146, 147.5, 149 mL로 유의적인 차이는 없었다. 발효 1시간 후의 부피는 모든 군에서 유의적으로 증가하였으며 0% 첨가군에서 약 2.2배의 급격한 부피 증가를 보였다. 1차 발효 완료 시점인 발효 2시간 후의 부피는 0%첨가군은 발효 1시간 후와 동일하게 320 mL를 나타내었고, 2, 4, 6% 첨가군은 240, 235, 295 mL로 발효 1시간 후에 비하여 유의적으로 증가하였다. 가스 제거 후에는 발효 전의 부피와 같아졌다가 2차 발효를 시작한 뒤 발효 3시간째에 모든 군에서 부피가 유의적으로 증가하였고, 2차 발효 완료 시점인 발효 4시간 후의 부피는 발효 3시간 후와 동일하게 0, 2, 4, 6% 첨가군이 415, 260, 264, 285 mL를 나타내었다. 발효완료 후 증편 반죽의 부피

<Table 2> Changes in volume of Jeungpyun batter added with Goji berry powder during 4 hrs fermentation at 30°C

| Fermentation time (hrs) | Goji berry powder conc. (%)          |                                      |                                       |                                       | F value           |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
|                         | 0                                    | 2                                    | 4                                     | 6                                     |                   |
| 0                       | 144.5±0.71 <sup>1)c</sup>            | 146.0±1.41 <sup>d</sup>              | 147.5±0.71 <sup>d</sup>               | 149.0±1.41 <sup>c</sup>               | 6.00 (p=0.0581)   |
| 1                       | <sup>A</sup> 320.0±0.00 <sup>b</sup> | <sup>C</sup> 195.0±7.07 <sup>c</sup> | <sup>C</sup> 202.5±17.68 <sup>c</sup> | <sup>B</sup> 257.5±10.61 <sup>b</sup> | 56.60 (p=0.001)   |
| 2                       | <sup>A</sup> 320.0±0.00 <sup>b</sup> | <sup>B</sup> 240.0±7.07 <sup>b</sup> | <sup>B</sup> 235.0±0.00 <sup>b</sup>  | <sup>A</sup> 295.0±28.28 <sup>a</sup> | 16.39 (p=0.0103)  |
| Degassing               | 144.5±0.71 <sup>c</sup>              | 146.0±1.41 <sup>d</sup>              | 147.5±0.71 <sup>d</sup>               | 149.0±1.41 <sup>c</sup>               | 6.00 (p=0.0581)   |
| 3                       | <sup>A</sup> 415.0±7.07 <sup>a</sup> | <sup>C</sup> 260.0±0.00 <sup>a</sup> | <sup>C</sup> 264.0±8.49 <sup>a</sup>  | <sup>B</sup> 285.0±7.07 <sup>ab</sup> | 251.19 (p<0.0001) |
| 4                       | <sup>A</sup> 415.0±7.07 <sup>a</sup> | <sup>C</sup> 260.0±0.00 <sup>a</sup> | <sup>C</sup> 264.0±8.49 <sup>a</sup>  | <sup>B</sup> 285.0±7.07 <sup>ab</sup> | 251.19 (p<0.0001) |
| F value                 | 1790.03 (p<0.0001)                   | 329.74 (p<0.0001)                    | 75.15 (p<0.0001)                      | 56.38 (p<0.0001)                      |                   |

<sup>1)</sup>Means±SD

<sup>A,B,C</sup>Means in a row followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

<sup>a,b,c,d</sup>Means in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

<Table 3> Changes in pH of *Jeungpyun* batter added with Goji berry powder during 4 hrs fermentation at 30°C

| Fermentation time (hrs) | Goji berry powder conc. (%)           |                                     |                                     |                                     | F value           |
|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
|                         | 0                                     | 2                                   | 4                                   | 6                                   |                   |
| 0                       | <sup>B</sup> 4.81±0.01 <sup>1)a</sup> | <sup>B</sup> 4.84±0.02 <sup>a</sup> | <sup>A</sup> 4.97±0.01 <sup>a</sup> | <sup>A</sup> 4.99±0.01 <sup>a</sup> | 90.20 (p=0.0004)  |
| 1                       | <sup>C</sup> 4.67±0.00 <sup>b</sup>   | <sup>B</sup> 4.78±0.06 <sup>a</sup> | <sup>A</sup> 4.90±0.04 <sup>a</sup> | <sup>A</sup> 4.93±0.01 <sup>b</sup> | 21.92 (p=0.006)   |
| 2                       | <sup>C</sup> 4.42±0.02 <sup>c</sup>   | <sup>B</sup> 4.58±0.05 <sup>b</sup> | <sup>A</sup> 4.71±0.05 <sup>b</sup> | <sup>A</sup> 4.76±0.01 <sup>c</sup> | 34.21 (p=0.0026)  |
| 3                       | <sup>D</sup> 4.27±0.01 <sup>d</sup>   | <sup>C</sup> 4.49±0.03 <sup>b</sup> | <sup>B</sup> 4.66±0.02 <sup>b</sup> | <sup>A</sup> 4.74±0.01 <sup>c</sup> | 255.44 (p<0.0001) |
| 4                       | <sup>B</sup> 4.23±0.11 <sup>d</sup>   | <sup>B</sup> 4.34±0.01 <sup>c</sup> | <sup>A</sup> 4.55±0.01 <sup>c</sup> | <sup>A</sup> 4.68±0.03 <sup>d</sup> | 27.02 (p=0.0041)  |
| F value                 | 54.47 (p=0.0003)                      | 59.11 (p=0.0002)                    | 62.55 (p=0.0002)                    | 173.05 (p<0.0001)                   |                   |

<sup>1)</sup>Means±SD

<sup>A,B,C,D</sup>Means in a row followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

<sup>a,b,c,d</sup>Means in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

<Table 4> Changes in Brix of *Jeungpyun* batter added with Goji berry powder during 4 hrs fermentation at 30°C

| Fermentation time (hrs) | Goji berry powder conc. (%)           |                                     |                                     |                                     | F value          |
|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------|
|                         | 0                                     | 2                                   | 4                                   | 6                                   |                  |
| 0                       | <sup>D</sup> 2.05±0.07 <sup>1)a</sup> | <sup>C</sup> 2.20±0.00 <sup>a</sup> | <sup>B</sup> 2.30±0.00 <sup>a</sup> | <sup>A</sup> 2.40±0.00 <sup>a</sup> | 35.67 (p=0.0024) |
| 1                       | <sup>D</sup> 1.80±0.00 <sup>b</sup>   | <sup>C</sup> 1.95±0.07 <sup>b</sup> | <sup>B</sup> 2.10±0.00 <sup>b</sup> | <sup>A</sup> 2.25±0.07 <sup>b</sup> | 30.00 (p=0.0033) |
| 2                       | <sup>C</sup> 1.60±0.00 <sup>c</sup>   | <sup>B</sup> 1.80±0.00 <sup>c</sup> | <sup>A</sup> 1.95±0.07 <sup>c</sup> | <sup>A</sup> 2.05±0.07 <sup>c</sup> | 30.67 (p=0.0032) |
| 3                       | <sup>D</sup> 1.50±0.00 <sup>d</sup>   | <sup>C</sup> 1.70±0.00 <sup>c</sup> | <sup>B</sup> 1.80±0.00 <sup>d</sup> | <sup>A</sup> 1.90±0.00 <sup>d</sup> | p<0.0001         |
| 4                       | <sup>D</sup> 1.40±0.00 <sup>e</sup>   | <sup>C</sup> 1.55±0.07 <sup>d</sup> | <sup>B</sup> 1.70±0.00 <sup>e</sup> | <sup>A</sup> 1.80±0.00 <sup>d</sup> | 49.00 (p=0.0013) |
| F value                 | 134.00 (p<0.0001)                     | 61.75 (p=0.0002)                    | 114.00 (p<0.0001)                   | 60.75 (p=0.0002)                    |                  |

<sup>1)</sup>Means±SD

<sup>A,B,C,D</sup>Means in a row followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

<sup>a,b,c,d,e</sup>Means in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

는 발효 전과 비교했을 때 0%는 약 2.9배 증가하였고 2, 4, 6%는 약 1.8~1.9배의 부피 증가를 보여 구기자 분말 0% 첨가군에서 증편 반죽의 부피가 크게 증가하였다. 우유 첨가 증편에 관한 연구(Jang & Park 2007)에서 증편 반죽의 부피는 우유 무첨가군보다 첨가군에서 더 많이 증가하는 경향을 보였다. 파프리카즙 첨가 증편의 품질에 관한 연구(Jung et al. 2004)에서는 파프리카즙 첨가군이 파프리카즙 무첨가군에 비해 발효 팽창력이 둔화되는 양상을 나타내었다. 발효 시간이 경과함에 따라 증편 반죽의 부피가 증가한 것은 증편 제조 시 첨가되는 탁주에는 다양한 종류의 곰팡이, 효모, 세균 등의 미생물이 생육하고 있는데 이러한 효모의 발효 및 유산균의 발효에 의한 이산화탄소 생성으로 설명할 수 있다 (Han & Sung 2008; Park & Lee 2004).

2) pH

구기자 증편 반죽의 발효 시간에 따른 pH의 변화는 <Table 3>과 같다. 발효 0시간의 증편반죽의 pH는 구기자분말 0, 2, 4, 6% 첨가군이 4.81, 4.84, 4.97, 4.99로 구기자 분말의 첨가량이 많아질수록 증가하였다. 발효 시간이 경과함에 따라 모든 군에서 반죽의 pH는 유의적으로 감소하였으며, 발효 완료 후 0%(4.23)와 2%(4.34) 첨가한 구기자 증편이 4%(4.55)와 6%(4.68)첨가한 구기자 증편보다 유의적으로

낮은 pH를 나타내었다. 로즈마리 첨가 증편에 관한 연구 (Kang et al. 2006)에서도 본 연구결과와 유사하게 로즈마리 분말의 첨가량이 많아짐에 따라 pH 증가하였다. 하수오 분말을 첨가한 증편 반죽(Lee & Park 2011)은 5.66~6.33로 구기자 증편 반죽의 발효 초기 pH보다 높았으며 양배추 분말을 첨가한 증편 반죽(Kim & Yang 2010)은 4.65~4.78로 구기자 증편의 발효 초기 pH보다 낮았다. 증편 반죽의 pH가 발효 시간이 경과함에 따라 감소한 것은 본 연구의 결과와 동일하였는데 발효 시간이 경과함에 따라 증편 반죽의 pH가 감소하는 것은 유산균의 발효에 의한 lactic acid 등의 유기산 생성에 의한 것이라고 하였다(Park & Chung 1996). 그러나 구기자 분말 4% 이상 첨가한 증편반죽은 발효하는 과정에서 유기산의 생성이 다소 억제되는 것으로 나타났다.

3) 당도

구기자 증편 반죽의 발효 시간에 따른 당도의 변화는 <Table 4>에서 보는 바와 같이 발효 0시간의 증편반죽의 당도는 구기자 분말 0, 2, 4, 6%첨가군이 2.05, 2.20, 2.30, 2.40°Brix로 구기자 분말의 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가하였다. 청양구기자농협(www.cygugija.co.kr)에서 구기자의 총당을 287.68 mg/g로 보고하였다. 그러므로 구기자 분말 자체에 함유된 당분에 의해 구기자 분말의 첨가량이 많아질

<Table 5> The volume of *Jeungpyun* added with Goji berry powder

| Goji berry powder conc. (%) | Volume (mL)               |
|-----------------------------|---------------------------|
| 0                           | 27.83±0.71 <sup>1)a</sup> |
| 2                           | 26.17±0.24 <sup>b</sup>   |
| 4                           | 25.50±0.24 <sup>b</sup>   |
| 6                           | 23.83±0.71 <sup>c</sup>   |
| F value                     | 19.73 (p=0.0074)          |

<sup>1)</sup>Means±SD

<sup>a,b,c</sup>Means in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

수록 반죽의 당도가 증가하는 것으로 사료된다. 발효 시간이 경과함에 따라 모든 군에서 반죽의 당도는 유의적으로 감소하여 발효 완료 후 0, 2, 4, 6% 첨가군의 당도는 1.40, 1.55, 1.70, 1.80°Brix로 감소하였다. 발효 시간이 경과함에 따라 증편 반죽의 당도가 낮아지는 것은 효모가 발효 하는 동안 당을 이용하기 때문인 것으로 사료된다.

2. 구기자 증편의 품질 특성

1) 부피

구기자 증편의 부피는 <Table 5>에서 보는 바와 같이 0% 첨가군이 27.83 mL이었으나 2%와 4% 첨가군에서 26.17 mL와 25.50 mL로 감소하였고 6%첨가군은 23.83 mL로 크게 감소하였다. 주박 추출물 첨가 증편에 관한 연구(Ko & Sim 2014)에서도 본 연구결과와 유사하게 주박 추출물 분말 첨가량이 많아짐에 따라 증편의 부피가 감소하였는데 주박에 함유된 식이섬유소가 증편 반죽의 수분을 흡수하여 부피 감소에 영향을 미친 것으로 보고하였다. Kim(2005)은 증편을 만드는 기본 재료 이외의 물질 첨가량이 많아지면 증편의 팽화를 방해한다고 하였으며 Jang & Park(2007)은 부재료의 첨가가 증편의 부피 증가를 저해하는 것으로 보고하였다.

2) pH와 당도

증편의 pH와 당도는 <Table 6>에서 보는 바와 같이 구기자 분말 0, 2, 4, 6% 첨가한 증편의 pH는 4.67, 4.85, 4.96, 5.02로 구기자 분말의 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가하였다. 또한 모든 군에서 발효 과정 중 감소했던 증편 반죽의 pH가 증자 후 높아졌는데 이는 반죽을 증자하는 과정 중 유기산이 휘발하였기 때문으로 사료된다(Jang &

<Table 7> Hunter color L, a, b values of *Jeungpyun* added with Goji berry powder

| Goji berry powder conc. (%) | Hunter color              |                         |                         |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                             | L value                   | a value                 | b value                 |
| 0                           | 65.90±2.50 <sup>1)a</sup> | -2.00±0.11 <sup>d</sup> | 1.52±0.35 <sup>d</sup>  |
| 2                           | 60.76±0.65 <sup>b</sup>   | 4.67±1.12 <sup>c</sup>  | 25.99±2.38 <sup>c</sup> |
| 4                           | 54.83±1.05 <sup>c</sup>   | 8.78±0.05 <sup>b</sup>  | 32.58±0.29 <sup>b</sup> |
| 6                           | 46.42±1.35 <sup>d</sup>   | 14.09±0.21 <sup>a</sup> | 37.13±0.16 <sup>a</sup> |
| F value                     | 58.31 (p=0.0009)          | 279.05 (p<0.0001)       | 340.31 (p<0.0001)       |

<sup>1)</sup>Means±SD

<sup>a,b,c,d</sup>Means in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

Park 2007). pH가 5 이하로 내려가면 유산균 이외의 미생물 증식이 억제되어 증편의 저장성이 높아지게 된다고 하였는데(Lee & Woo 2001) 구기자 증편의 pH는 4.85~5.02로 이러한 증편의 낮은 pH는 미생물 증식을 억제하여 증편이 여름 떡으로 사용되었던 이유일 것으로 사료된다. 구기자 분말 0, 2, 4, 6% 첨가한 증편의 당도는 1.10, 1.20, 1.35, 1.50°Brix로 구기자 분말의 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가하였다. Choi & Seo(2012)의 복분자 증편 연구에서 복분자 분말과 농축액의 첨가량이 증가할수록 증편의 당도가 높았다고 보고하였다.

3) 색도

증편의 색도는 <Table 7>과 같다. 구기자 분말 0, 2, 4, 6% 첨가한 증편의 L값은 65.90, 60.76, 54.83, 46.42로 구기자 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. 증편의 a값은 0%가 -2.00, 2%가 4.67, 4%가 8.78, 6%가 14.09, b값은 0%가 1.52, 2%가 25.99, 4%가 32.58, 6%가 37.13로 구기자 분말 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가하였다. 구기자 분말 첨가 절편에 관한 연구(Lee & Kim 2007)에서 구기자 분말의 첨가량이 많아질수록 떡이 더 어둡고 적색이 강해졌다고 보고하였다. 구기자 가루 첨가 인절미에 관한 연구(Lee et al. 2004)에서도 구기자 가루 첨가량이 많을수록 명도는 감소하여 인절미의 색이 어둡고 구기자의 붉은색 때문에 적색도가 유의하게 높았다고 보고하여 본 연구의 결과와 유사하였다.

<Table 6> The pH and Brix of *Jeungpyun* added with Goji berry powder

|       | Goji berry powder conc. (%)          |                        |                        |                        | F value           |
|-------|--------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|
|       | 0                                    | 2                      | 4                      | 6                      |                   |
| pH    | <sup>D</sup> 4.67±0.01 <sup>1)</sup> | <sup>C</sup> 4.85±0.01 | <sup>B</sup> 4.96±0.02 | <sup>A</sup> 5.02±0.01 | 208.37 (p<0.0001) |
| °Brix | <sup>D</sup> 1.10±0.00               | <sup>C</sup> 1.20±0.00 | <sup>B</sup> 1.35±0.07 | <sup>A</sup> 1.50±0.00 | 49.00 (p=0.0013)  |

<sup>1)</sup>Means±SD

<sup>A,B,C,D</sup>Means in a row followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

<Table 8> Consumer acceptability scores\* of *Jeungpyun* added with Goji berry powder for the elderly

| Goji berry powder conc. (%) | Appearance              | Smell           | Taste                   | Texture         | Overall acceptance      |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|
| 0                           | 4.13±0.96 <sup>1)</sup> | 3.75±0.86       | 4.00±0.82 <sup>ab</sup> | 4.25±0.68       | 4.25±0.77 <sup>a</sup>  |
| 2                           | 4.44±0.96               | 4.13±0.72       | 4.44±0.63 <sup>a</sup>  | 4.06±0.77       | 4.31±0.79 <sup>a</sup>  |
| 4                           | 4.19±0.83               | 3.81±0.91       | 3.63±1.02 <sup>b</sup>  | 4.25±0.68       | 4.00±0.63 <sup>ab</sup> |
| 6                           | 3.56±1.21               | 3.44±1.26       | 3.38±1.26 <sup>b</sup>  | 3.88±0.81       | 3.50±0.97 <sup>b</sup>  |
| F value                     | 2.18 (p=0.0997)         | 1.38 (p=0.2566) | 3.71 (p=0.0161)         | 0.95 (p=0.4240) | 3.41 (p=0.0232)         |

<sup>1)</sup>Means±SD

\*1=dislike very much, 5=like very much

<sup>a,b</sup>Means in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

<Table 9> Consumer acceptability scores\* of *Jeungpyun* added with Goji berry powder for university students

| Goji berry powder conc. (%) | Appearance               | Smell           | Taste                  | Texture                | Overall acceptance     |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 0                           | 3.85±0.83 <sup>1)a</sup> | 3.52±0.83       | 3.51±0.83 <sup>a</sup> | 3.52±0.91 <sup>b</sup> | 3.52±0.76 <sup>a</sup> |
| 2                           | 3.91±0.98 <sup>a</sup>   | 3.61±0.75       | 3.70±0.81 <sup>a</sup> | 4.06±0.75 <sup>a</sup> | 3.73±0.72 <sup>a</sup> |
| 4                           | 3.64±0.93 <sup>a</sup>   | 3.61±0.83       | 3.39±1.06 <sup>a</sup> | 4.00±0.83 <sup>a</sup> | 3.58±0.87 <sup>a</sup> |
| 6                           | 3.12±0.93 <sup>b</sup>   | 3.36±1.14       | 2.55±0.90 <sup>b</sup> | 3.58±0.87 <sup>b</sup> | 2.64±0.90 <sup>b</sup> |
| F value                     | 5.01 (p=0.0026)          | 0.53 (p=0.6602) | 10.45 (p<0.0001)       | 3.73 (p=0.0131)        | 12.15 (p<0.0001)       |

<sup>1)</sup>Means±SD

<sup>a,b</sup>Means in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

### 3. 구기자 증편의 관능평가

구기자 증편의 어르신과 대학생 대상의 관능검사 결과는 <Table 8, 9>에 나타내었다. 어르신 대상의 관능검사 결과는 외관(appearance), 냄새(smell), 조직감(texture)에서 구기자분말 첨가에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 맛(taste)과 전반적인 기호도(overall acceptance)에서 유의성이 나타났다. 구기자 증편의 맛은 2% 첨가군이 4.44로 4%(3.63), 6%(3.38) 첨가군보다 높았고 0% 첨가군은 4.00이었다. 증편의 전반적인 기호도는 0%(4.25), 2%(4.31), 4%(4.00)첨가군이 6% 첨가군(3.50)보다 높았다<Table 8>. 대학생 대상의 관능검사 결과는 냄새(smell)에서 유의성이 없었으나 외관(appearance), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall acceptance)에서 유의성이 나타났다<Table 9>. 구기자 증편의 외관(appearance)은 0, 2, 4% 첨가군이 3.85, 3.91, 3.64로 6% 첨가군(3.12)보다 높았다. 이는 구기자 분말의 첨가량이 많아질수록 증편이 진한 황색이 되었기 때문으로 사료된다. 증편의 맛(taste)은 0%(3.51), 2%(3.70), 4%(3.39)첨가군이 6%(2.55)첨가군보다 선호도가 높았다. 증편의 조직감(texture)은 2, 4% 첨가군이 4.06, 4.00으로 0%(3.52), 6%(3.58)보다 선호도가 높았다. 증편의 전반적인 기호도(overall acceptance)는 6% 첨가군이 2.64로 0%(3.52), 2%(3.73), 4%(3.58)첨가군보다 낮았다.

어르신과 대학생에서 모두 구기자 분말 6% 첨가한 증편의 전반적인 기호도가 낮았는데 이는 구기자가 쓴맛을 가지

고 있어 첨가량이 많아질수록 쓴맛이 강하게 느끼기 때문일 것이다. 모든 관능검사 항목에서 어르신이 대학생보다 높은 점수를 나타내어 구기자 증편에 대한 기호도가 대학생보다 높았으며 구기자 분말을 4% 수준까지 첨가 가능할 것으로 사료된다.

멤쌀가루에 구기자 분말을 0, 3, 6, 9, 12% 첨가한 구기자 절편을 제조하여 7점 척도법으로 관능평가를 실시한 결과 색(6.90)과 전반적인 기호도(6.00)에서 6% 첨가군이 다른 첨가군에 비해 유의적으로 기호도가 좋다고 평가되었는데(Lee & Kim 2007) 그러나 본 연구에서는 6% 첨가 증편이 0, 2, 4% 첨가군보다 낮은 기호도를 나타내었다. 이는 응용형태에 따라 첨가농도에 대한 기호도가 차이가 나는 것으로 볼 수 있다.

<Table 10> DPPH free radical scavenging activities of *Jeungpyun* added with Goji berry powder

| Gojiberry powder conc. (%) | DPPH radical scavenging activity (%) |
|----------------------------|--------------------------------------|
| 0                          | 10.24±0.78 <sup>1)d</sup>            |
| 2                          | 33.15±0.18 <sup>c</sup>              |
| 4                          | 47.48±0.66 <sup>b</sup>              |
| 6                          | 60.60±2.30 <sup>a</sup>              |
| F value                    | 585.33 (p<0.0001)                    |

<sup>1)</sup>Means±SD

<sup>a,b,c,d</sup>Means in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

#### 4. 구기자 증편의 항산화 효과

구기자 분말 0, 2, 4, 6% 첨가군의 DPPH free radical 소거능은 10.24%, 33.15%, 47.48%, 60.60%로 구기자 분말 첨가량이 많아질수록 DPPH free radical 소거능이 유의적으로 증가하였다<Table 10>. Han & Sung(2007)의 인삼 막걸리를 첨가한 증편의 DPPH free radical 소거능도 인삼 막걸리의 첨가량이 많아질수록 증가한다고 보고하였다. Lee & Park(2011)의 연구에서도 허수오 분말을 첨가한 증편의 항산화능이 0, 2, 4, 6, 8 첨가군이 6.05, 7.40, 8.27, 11.11, 12.33%로 허수오 분말의 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가한다고 보고하였다. 그러나 본 연구의 결과가 더 높은 항산화능이 나타났는데 구기자에는 carotenoids, betaine 등 다양한 항산화물질이 함유되어있기 때문일 것으로 사료된다. 그러므로 구기자 분말을 증편에 첨가함으로써 어르신 간식으로 사용할 수 있는 구기자 증편에 항산화능을 부여할 수 있을 것이다.

### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 건강기능 효과를 가지는 구기자를 분말을 0, 2, 4, 6% 첨가하여 증편을 제조하고 그 품질 특성을 검토하였다. 증편 반죽을 30°C에서 4시간 동안 발효하면서 1시간 간격으로 부피, pH, 당도의 변화를 측정하였고 완성된 증편의 부피, pH, 당도, 색도, 관능검사, 항산화 효과를 측정된 결과는 다음과 같다.

증편 반죽의 발효 완료 후 최종 부피는 발효 전과 비교했을 때 0%첨가군은 약 2.9배, 2, 4, 6% 첨가군은 약 1.8~1.9배 증가하였다. 반죽의 pH와 당도는 구기자 분말의 첨가량이 많아질수록 높았으며 발효 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향이였다. 구기자 증편의 품질 특성을 살펴본 결과, 증편의 부피는 구기자 첨가량이 많아질수록 감소하였고 발효 과정 중 감소했던 pH는 증가하였다. 색도는 구기자 분말의 첨가량이 많아질수록 L값은 유의적으로 감소하고 a값과 b값은 유의적으로 증가하였다. 어르신을 대상으로 관능검사를 한 결과 구기자 증편의 맛(taste)은 2% 첨가군이 4.44로 4%(3.63), 6%(3.38) 첨가군보다 높았고 0%첨가군은 4.00이었다. 구기자 증편의 전반적인 기호도(overall acceptance)는 0%(4.25), 2%(4.31), 4%(4.00)첨가군이 6% 첨가군(3.50)보다 높았다. 대학생 대상의 관능검사 결과는 외관(appearance), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall acceptance)에서 6% 첨가군의 기호도가 낮았다. 구기자 증편의 전반적인 기호도(overall acceptance)는 6%첨가군이 2.64로 0%(3.52), 2%(3.73), 4%(3.58)첨가군보다 낮았다. 어르신과 대학생에서 모두 구기자 분말 6% 첨가한 증편의 전반적인 기호도가 낮았고 모든 관능검사 항목에서 어르신이 대학생보다 높은 점수를 나타내어 구기자 증편에 대한 기호도가 대학생보다 높은 것으로 생각되며, 구기자 분말을 4% 수준까

지 첨가 가능한 것으로 나타났다. 구기자 증편의 DPPH free radical 소거능은 6%(60.60), 4%(47.48), 2%(33.15), 0%(10.24) 순으로 구기자 분말의 첨가량이 많아질수록 유의적으로 높게 나타났다.

이상의 결과에서 구기자 분말의 첨가량이 많아질수록 항산화능은 유의적으로 높았지만 구기자 증편의 관능평가에서는 6% 첨가 증편의 기호도가 낮았으므로 구기자 분말을 4%까지 첨가 가능할 것으로 사료된다. 또한 구기자 증편에 대한 기호도가 어르신이 대학생보다 높게 나타나 구기자 증편이 어르신 간식으로 이용 가능성이 있을 것으로 생각된다.

### References

- Cho EJ, Kim MJ, Choi WS. 2007. Quality properties of Jeungpyun with added Withprickly Pear (Cheonmyuncho) powder. *J. East Asian Soc. Diet. Life*, 17(6):903-910
- Cho KJ, Han DH. 1998. Study on food habits of the elderly in institution. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27(4):756-764
- Cho YH, Woo KJ, Hong SY. 1994. The studies of Jeung-Pyun preparation (in standardization of preparation). *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 10(4):322-327
- Choi JJ, Seo BH. 2012. A study on quality characteristics of Jeungpyeon with added Rubus Coreanus Miquel. *J. East Asian Soc. Diet. Life*, 22(1):52-61
- Han MJ, Sung JH. 2008. Development of Jeungpyun prepared by ginseng traditional wine(Makgeolli). *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 24(6):837-848
- Jang JS, Park YS. 2007. Changes in properties of Jeung-pyun prepared with the addition of milk. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 23(3):354-362
- Jung JY, Choi MH, Hwang JH, Jung HJ. 2004. Quality characteristics of Jeung-Pyun prepared with paprika juice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 33(5):869-874
- Kang IH. 2000. Dduk and Kyoajul of Korea. Daehankyokwaseo, Seoul, Korea, p 12
- Kang SH, Lee KS, Yoon HH. 2006. Quality characteristics of Jeungpyun with added rosemary powder. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 22(2):758-763
- Kim DH, Ahn BY, Park BH. 2003. Effect of Lycium chinense fruit on the physicochemical properties of Kochujang. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 35(3):461-469
- Kim EM. 2005. Quality characteristics of Jeung-Pyun according to the level of red ginseng powder. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 21(2):209-216
- Kim KS, Lee SY. 2002. The quality and storage characteristics of Jeung-Pyun prepared with Opuntia ficus-india var. Sabolen powder. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 18(2):179-184
- Kim KY, Yang MO. 2010. Quality properties of Jeungpyun prepared with cabbage (Brassica oleracea var. capitata)

- Powder. *J. East Asian Soc. Diet. Life*, 20(2):291-298
- Kim YA. 2005. Effects of Lycium chinense powders on the quality characteristics of yellow layer cake. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 34(3):403-407
- Ko YS, Sim KH. 2014. Quality Characteristics and Antioxidant Activity of *Jeung-pyun* added with *Ju-bak* Powder. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 24(2): 190-200
- Kwon KD, Park WJ, Kim S. 2008. Product attributes and new product strategies affecting consumer purchases of Lycium Chinense. *Korean J. Food Preserv.*, 15(4):612-616
- Lee EA, Woo KJ. 2001. Quality characteristics of *Jeung-Pyun* (Korean rice cake) according to the type and amount of the oligosaccharide added. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 17(5):431-440
- Lee GS, Park CS. 2011. Quality characteristics of *Jeungpyun* prepared with different ratios of Polygonum Multiflorum Thunb powder. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 27(4):35-46
- Lee HJ, Cha KH, Park JH. 2004. Quality characteristics of Injeulmi by different ratios of *Kugija* (Lycii fructus) powder. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 20(4):409-417
- Lee MY, Kim JK. 2007. Quality characteristics of Jeolpyeon by different ratios of Lycii fructus powder. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 23(6):818-823
- Lim YS, Cha WJ, Lee SK, Kim YJ. 2003. Quality characteristics of wet noodle with Lycii fructus powder. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 35(1):77-83
- Park BH, Jo HS, Park SY. 2005. A study on the antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with Lycii fructus powder. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 21(1):94-102
- Park BH, Ko KM, Jeon ER. 2010. Quality characteristics of Tofu prepared with Lycii fructus powder during storage. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 26(5):586-595
- Park BH, Yang HH, Choi HS. 2012. Quality characteristics and antioxidative effect of *Yukwa* prepared with Lycii fructus powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 41(6):745-751
- Park MY, Lee GS. 2006. Nutrition and welfare for elderly. Kwangmungak, Seoul, Korea. pp 99-175
- Park SJ, Lee HJ, Kim WS, Lim JY, Choi HM 2006. Food preference test of the Korean elderly menu development. *Korean J. Community Nutr.*, 11(1):98-107.
- Park YJ, Kim MH, Bae SJ. 2002. Enhancement of anticarcinogenic effect by combination of Lycii fructus with vitamin C. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 31(1):143-148.
- Park YS, Chung SS. 1996. Changes in chemical properties of *Jeungpyun* product during fermentation. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 12(3):300-304.
- Shin YJ, Lee JA, Park GS. 2008. Quality characteristics of fish pastes containing Lycii fructus powder. *J. East Asian Soc. Diet. Life*, 18(1):22-28.
- Yim DS. 2012. Analysis of production and trade of Lycium chinense mill. in Korea and China. *Korean J. Intl. Agri.*, 24(4):425~428.
- You SY. 1988. Medicinal plant culture. Ohsung Press Co., Seoul, p 244-253.
- Chengyang gugija nonghyup 2016. Available from: [http://www.cygugija.co.kr/shop\\_add\\_page/index.htm?page\\_code=sub2\\_2](http://www.cygugija.co.kr/shop_add_page/index.htm?page_code=sub2_2) [accessed 2016.3.11]
- Statistics Korea 2016. Available from: [http://kostat.go.kr/portal/korea/kor\\_nw/2/1/index.board?bmode=read&aSeq=348565](http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/1/index.board?bmode=read&aSeq=348565) [2016.4.8]

---

Received August 8, 2016; revised September 12, 2016; accepted October 13, 2016