



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원 저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리와 책임은 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)



석사학위논문

인삼분획물을 첨가한 파운드케이크의
품질특성 및 항비만 효과

2013년

HANSUNG
UNIVERSITY

한성대학교 경영대학원

호텔관광외식경영학과

외식경영전공

김혁

석사학위논문

지도교수 이명호

인삼분획물을 첨가한 파운드케이크의
품질특성 및 항비만 효과

Physicochemical Property and Inhibitory Effect on the
Adipocyte Growth of Pound Cake treated with
Protopanaxadiol (PPD)

2012년 12월 일

한성대학교 경영대학원

호텔관광외식경영학과

외식경영전공

김혁

석사학위논문
지도교수 이명호

인삼분획물을 첨가한 파운드케이크의
품질특성 및 항비만 효과

Physicochemical Property and Inhibitory Effect on the
Adipocyte Growth of Pound Cake treated with
Protopanaxadiol (PPD)

위 논문을 경영학 석사학위 논문으로 제출함

2012년 12월 일

한성대학교 대학원
호텔관광외식경영학과
외식경영전공
김혁

김 혁의 경영학 석사학위논문을 인준함

2012년 12월 일

심사위원장 _____인

심사위원 _____인

심사위원 _____인

국 문 초 록

인삼분획물을 첨가한 파운드케이크의 품질특성 및 항비만 효과

한성대학교 대학원
호텔관광외식경영학과
외식경영전공
김 혁

케이크는 부드럽고 단맛이 있는 식품으로 식생활의 서구화와 더불어 소비량이 증가하고 있는 식품이다. 본 연구는 인삼의 분산물인 인삼분획물 분말을 우리나라 사람들이 좋아하는 과자의 하나인 파운드케이크에 첨가하여 그 이용 가능성을 알아보고자 다음과 같은 실험을 수행하였다.

파운드케이크의 반죽에 Panaxadiol을 첨가한 물리화학적 특성에서는 panaxadiol의 색은 황갈색으로 파운드케이크 제조 시에 panaxadiol을 첨가하여도 케이크 반죽의 색도에는 영향을 주지 않았으며 점도에서는 대조구와 실험구의 점도는 시료간의 유의적인 차이가 없었고, 파운드케이크 반죽의 수분함량은 32.607-33.138% 범위로, specific gravity는 0.514-0.517 범위로 대조구와 실험구 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

일반성분 및 영양성분에서는 대조구와 실험구 간의 유의적인 차이가 나타나지 않아 Panaxadiol을 파운드케이크에 첨가 시 열량, 수분함량, 조단백질, 조지방 등의 일반성분과 영양성분은 별다른 차이는 없는 것으로 나타냈다.

panaxadiol의 첨가는 파운드케이크의 조직감에서는 springiness, cohesiveness, gumminess, chewiness 모두 유의적인 차이를 나타내지 않아 panaxadiol의 첨가는 파운드케이크의 조직감에 변화를 주지 않는 것으로 나타냈으며 케이크의 hardness는 케이크의 제조 시에 첨가되는 물질의 specific volume에 직접적으로 영향을 받는 것을 알 수 있었다.

Panaxadiol을 첨가한 파운드케이크의 색도에서는 대조구 및 실험구의 crust의 색도는 갈색을, crumb의 색도는 미황색을 나타내었고, 대조구와 실험구 간의 유의적인 차이는 없었으며 관능검사에서는 Panaxadiol을 첨가한 파운드케이크의 외관색, 향기 및 질감에 대한 관능 특성은 대조구와 실험구 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

Panaxadiol 파운드케이크 냉수추출물이 전구지방세포의 생육에 미치는 영향에서는 파운드케이크 Panaxadiol의 처리 농도가 증가할수록 3T3-L1 cell line의 생육이 점차 감소하였으며, Panaxadiol 파운드케이크 냉수추출물이 지방세포의 성장에 미치는

영향에서는 Panaxadiol을 첨가한 파운드케이크는 지방세포가 분화되는 것을 억제하는 효과를 지닌 것으로 나타낸 것으로 보아 파운드케이크에 인삼분획물 분말을 첨가함으로써 기능성 케이크를 만들어 소비자의 욕구와 건강케이크 생산에 쉽게 다가갈 수 있는 계기가 될 것이다.

【주요어】 파운드케이크, 인삼분획물, Panaxadiol, specific volume, 냉수 추출물

목 차

제 1 장 서 론	1
제 2 장 이론적 배경	5
제 1 절 Ginsenosides	5
제 2 절 Adipocyte (3T3-L1)	10
제 3 절 파운드케이크 (Pound cake)	11
제 4 절 물성분석 (Texture Profile Analysis, TPA)	13
제 3 장 실험의 재료 및 방법	15
1. Panaxadiol	15
2. 케이크 반죽 (Cake batter) 및 파운드케이크의 제조	15
3. 반죽의 물리화학적 특성	15
4. 일반성분 분석	16
5. 파운드 케이크의 물리적 품질 특성	17
6. 수분보유력	17
7. 물성	18
8. 색도	18
9. 관능검사	18
10. 3T3-L1 세포배양과 분화	19
11. MTT assay	19
12. Oil red O 염색	20
13. 통계분석	20

제 4 장 실험결과 및 고찰	23
제 1 절 케이크 반죽의 물리적 특성	23
제 2 절 Panaxadiol을 첨가한 파운드 케이크의 품질 특성	31
1. 일반 성분 및 영양성분 분석	31
제 3 절 Panaxadiol을 첨가한 파운드 케이크의 건강기능성	53
1. Panaxadiol 파운드 케이크 냉수추출물이 전구지방세포의 생육에 미치는 영향	53
2. Panaxadiol 파운드 케이크 냉수추출물이 지방세포의 성장에 미치는 영향	53
제 5 장 결 론	59
【참고문헌】	63
ABSTRACT	72

【 표 목 차 】

[Table 1] Ginsenosides and their functions.	8
[Table 2] Formulas for the pound cake added with panaxadiol.	21
[Table 3] Operating condition for texture profile analysis.	22
[Table 4] Correlation coefficients between baking loss rate (BLR) and quality characteristics in the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.	27
[Table 5] Proximate composition of pound cake prepared with various concentration of panaxadiol.	33
[Table 6] Correlation coefficients between baking loss rate (BLR) and quality characteristics in the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.	40
[Table 7] Pearson's correlation coefficients of the quality characteristics in the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.	46
[Table 8] Chromaticities of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.	47
[Table 9] Hunter's <i>L</i> , <i>a</i> , and <i>b</i> values of panaxadiol.	47
[Table 10] Pearson's correlation coefficients of the sensory characteristics in the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.	50
[Table 11] Correlation of the panaxadiol concentration and the viability of 3T3-L1 cell line.	56

【 그 립 목 차 】

<Fig. 1> Structures of genuine saponins.	9
<Fig. 2> Morphology of 3T3-L1 cell lines (differentiated to adipocyte).	11
<Fig. 3> Typical curve of texture profile analysis.	14
<Fig. 4> pH values of the pound cake batter added with various concentrations of panaxadiol.	26
<Fig. 5> Viscosity of the pound cake batter added with various concentrations of panaxadiol.	28
<Fig. 6> Moisture contents of the pound cake batter added with various concentrations of panaxadiol.	29
<Fig. 7> Specific gravity of the pound cake batter added with various concentrations of panaxadiol.	30
<Fig. 8> Weight of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.	34
<Fig. 9> Volume of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.	35
<Fig. 10> Specific volume of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.	36
<Fig. 11> Dough yield of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.	37
<Fig. 12> Baking loss rate of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.	38
<Fig. 13> Water holding capacity of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.	39
<Fig. 14> Hardness of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.	41
<Fig. 15> Springiness of the pound cake added with various	

concentrations of panaxadiol.	42
<Fig. 16> Cohesiveness of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.	43
<Fig. 17> Gumminess of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.	44
<Fig. 18> Chewiness of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.	45
<Fig. 19> Sensory evaluation of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.	48
<Fig. 20> Correlation between the sensory score of texture and the concentration of panaxadiol.	49
<Fig. 21> Acceptability of bitter and/or astringency taste in the 0.5% panaxadiol added pound cake.	51
<Fig. 22> Acceptability of bitter and/or astringency taste in the 1.0% panaxadiol added pound cake.	52
<Fig. 23> Viability of 3T3-L1 cell line treated with cold water extracts of panaxadiol added pound cakes.	55
<Fig. 24> Comparison in the differentiation were examined by Oil red Ostaining for adipogenesis.	56
<Fig. 25> Mean level of adipogenic differentiation in the 3T3-L1 cell line which were treated with the cold water extracts of panaxadiol contained pound cakes. Control; cold water extract of pound	57
<Fig. 26> Relationship between the concentration of panaxadiol and relative adipogenesis.	58

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 목적

인삼 사포닌에 대한 많은 연구가 지속되면서 각각의 ginsenoside가 지닌 건강기능성이 보고되고 있으며, panaxadiol의 건강기능성 효과에 대한 연구결과들이 계속하여 보고되고 있다.

Panaxadiol의 건강기능성으로 가장 많이 알려진 것은 항암작용이다. Panaxadiol은 포유동물의 세포에서 protein 수준을 증가시키고, cyclin A-associated cdk2 활성을 억제하여 인체 암세포의 세포 성장 (cell cycle)을 방해하는 것으로 알려져 있다.¹⁾ 즉, panaxadiol에 의한 암세포 성장 억제는 mitochondrial membrane의 탈분극으로 인한 cytochrome C의 유리에 의해 cdk2 kinase 활성이 증가되어 apoptotic cell death가 유발되는 것으로 알려져 있다.²⁾ 이후에 caspase-9, -3, 및 -7 활성화되는 것으로 보고되어 있다.³⁾

또한 panaxadiol은 thrombin에 의해 유도되는 thromboxane A₂의 형성을 억제하기 때문에 동맥경화증과 같은 순환기 질환을 예방하고 항염증효과가 있으며⁴⁾, 항산화효과⁵⁾를 지니고 있고, cyclooxygenase-2 (COX-2) 발현을 억제하기 때문에 당뇨병성 신증 (diabetic neuropathy)를 예방하는

-
- 1) Y.H. Jin, C.Hoi, J.S. Shin, S. Lee, K.Y. Park, J.H. & Lee, S.K., (2003), "Panaxadiol selectively inhibits cyclin A-associated Cdk activity by elevating p21^{WAF1/CIP1} protein levels in mammalian cells", *Carcinogenesis* 24, pp.1767-1772.
 - 2) _____, Yim, H. Park, J.H. & Lee, S.K., (2003), "Cdk2 activity is associated with depolarization of mitochondrial membrane potential during apoptosis", *Biochem. Biophys. Res. Commun* 305, pp.974-980.
 - 3) ibid, pp.974-980.
 - 4) H.J. Park, Rhee, M.H. Park, K.M. Nam, K.Y. & Park, K.H., (1993), "Panaxadiol from Panax ginseng C.A. Meyer inhibits synthesis of thromboxane A₂ in platelet aggregation induced by thrombin", *Korean J. Ginseng Res* 17, pp.131-134.
 - 5) M.S. Chang, Choi, K.J. & Rho, H.M., (1999), "Effect of the contents ratio of panaxadiol ginsenosides extracted from various compartment of ginseng on the transcription of Cu/Zn superoxide dismutase gene", *J. Ginseng Res* 23, pp.44-49.

효과가 있는 것으로 보고되었다.⁶⁾

Panaxadiol은 비만 및 지방세포의 성장을 억제하는 것으로 보고되고 있다. 즉, 지방전구세포 (3T3-L1)에 panaxadiol을 처리한 경우, tumor necrosis factor-alpha (TNF- α), lipoprotein lipase (LPL), resistin, 및 leptin의 유전자 발현 또는 단백질 합성에 영향을 주어 지방세포로의 성장이 저해 된다.⁷⁾

섭취된 사포닌은 인체의 장관 내에서 대사되기 때문에 최근에는 혈액 중에 존재하는 활성형태에 대한 관심이 증가하고 있다. 그 중에서 protopanaxadiol계 ginsenoside Rb1의 경우, 장관 미생물에 의해 대사되어 20-O- β -glucopyrano sylpanaxadiol (compound K)로 전환된다.⁸⁾ Compound K는 항암 활성이 있으며⁹⁾, 지방세포에서의 triglyceride (TG)의 축적을 억제하고, peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPAR γ)의 발현을 억제하여 지방세포의 분화를 억제한다.¹⁰⁾

1700년대 초반의 영국인들은 글을 읽을 수 있는 사람들이 많지 않았다. 이들은 케이크 만드는 방법을 쉽게 기억하기 위하여 간단한 조리법을 사용하였고, 이렇게 하여 탄생된 것이 파운드케이크 (pound cake)이었다. 파운드케이크의 원조조리법 (original recipe)은 버터, 설탕, 계란 및 밀가루를 각각 1 파운드씩 넣고 케이크를 만들었다. 반죽을 젓는 동안에 혼입되는 공기를 제외하면 다른 종류의 팽창제는 첨가되지 않았다. 따라서 케이크에 들어가는 재료의 양이 모두 1 파운드이었기 때문에 ‘파운드케이크’이

-
- 6) H.J. Han, & Park, S.H., (2008), “Protective effect of ginsenosides against high glucose-induced cell loss in PC12 cells”, *Lab. Anim. Res* 24, pp. 125-130.
 - 7) M.J. Kim, Oh, S.Y. & Yoon, K.S., (2007), “A study on students' intake of streets food and their perception toward their hygiene status of street foods and microbiological analysis”, *Korean J. Food Culture* 22, pp.342-352.
 - 8) J.H. Sung, Hasegawa, H. Matsumiya, S. Uchiyama, M. Ha, J.Y. Lee, M.S. & Huh, J.D., (1995), “Metabolism of ginseng saponins by human intestinal bacteria”, *Kor. J. Pharmacolgy* 26, pp.360-367.
 - 9) S.J. Lee, Sung, J.H. Lee, S.J. Moon, C.K. & Lee, B.H., (1999), “Antitumor activity of a novel ginseng saponin metabolite in human pulmonary adenocarcinoma cells resistant to cis-platin”, *Cancer Lett* 144, p.39-43.
 - 10) Y.S. Choi, Han, G.C. Han, E.J. Park, K.J. Sung, J.H. & Chung, S.H., (2007), “Effects of compound K on insulin secretion and carbohydrate metabolism”, *J. Ginseng Res* 31, pp.79-85.

라 불려지게 되었다.¹¹⁾

최근에는 식품 및 음식의 건강기능성 (functionality)에 대한 일반 시민들의 관심이 급증하면서 파운드케이크에 포함된 버터의 양을 줄이고 식물성 유지를 이용하여 파운드케이크의 열량을 낮추고 건강기능성을 증가시키기 위한 노력들이 보고되고 있고¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾, 흑마늘을 첨가하여 파운드케이크의 항산화성을 증가시킨 경우²²⁾, 벼찌 분말을 첨가하여 파운드케이크의 항산화성을 증가시킨 경우²³⁾, 밀감 분말을 첨가한 경우²⁴⁾, 단

-
- 11) A. Simmons, (1996), *American Cookery: or, the art of dressing viands, fish, poultry and vegetables, and the best modes of making puff-pastes, pies, tarts, puddings, custards and preserves, and all kinds of cakes, from the imperial plum to plain cake*, 2nd ed. (original published by Albany, 1796) reprinted, MA, USA, Applewood Books.
- 12) E. Wilderjans, Lagrain, B. Rbijs. K. & Delcour. J., (2010), "Impact of potassium iodate in a pound cake system", *J. Agric. Food Chem* 58. pp.6465-6471.
- 13) _____, Luyts, A. Goesaert, H. Brijs, K. & Delcour, J.A., (2012a), "A model approach to starch and protein functionality in a pound cake system", *Food Chem* 120, pp.44-51.
- 14) M.A. Sanchez-Pardo, Ortiz-Moreno, A. Mora-Escobedo, R. Chanona-Perez, J.J. & Necoechea-Mondragon, H., (2008), "Comparison of crumb microstructure from pound cake baked in a microwave or conventional oven", *LWT Food Sci. Technol* 41, pp.620-627.
- 15) E. Wilderjans, Pareyt, B. Goesaert, H. Hrijs, K. & Delour, J.A., (2008), "The role of gluten in a pound cake system: A model approach based on gluten-starch blends", *Food Chem* 110, pp.909-915.
- 16) 장경희, 강우원, 곽은정, (2010), 「미강 분말 첨가 파운드 케이크의 품질특성에 미치는 영향」, 『한국식품저장유통학회지』 17, 한국식품저장유통학회, pp.250-255.
- 17) 최순남, 정남용, (2010a), 「캐슈를 첨가한 파운드케이크의 품질특성」, 『한국식품조리과학회지』 26, 한국식품조리과학회, pp. 198-205.
- 18) _____, (2006b), 「올리브유를 첨가한 파운드케이크의 품질특성」, 『한국조리과학회지』, 22, 한국식품조리과학회, pp. 222-228.
- 19) 최순남, 정남용(2006c), 「식물성유를 사용한 파운드케이크의 품질특성」, 『한국조리과학회지』 22, 한국식품조리과학회, pp. 808-814.
- 20) 신유미, 양윤형, 김미경, 조한영, 김미리, (2005), 「 β -glucan 첨가 파운드케이크의 저장 중 품질 특성」, 『한국조리과학회지』 21, 한국조리과학회, pp.950-958.
- 21) 이경희, (1996), 「국산밀로 제조한 파운드케이크의 품질」, 『한국식품영양학회지』 9, 한국식품영양학회, pp.419-423.
- 22) 김경희, 이정옥, 백승한, 육홍선, (2009), 「흑마늘을 첨가한 파운드케이크의 저장 중 품질 특성」, 『동아시아식생활학회지』 19, 동아시아식생활학회, pp.238-246.
- 23) _____, 황혜림, 윤미향, 조지은, 김미선, 육홍선, (2009a), 「벼찌 (*Fruit of Prunus serrulata L var. spontanea* Max. wils.) 분말을 첨가한 파운드케이크의 저장 중 품질 특성」, 『한국식품영양과학회지』 38, 한국식품영양과학회, pp.926-934.
- 24) 박영선, 신솔, 신길만, (2008), 「밀감 분말을 첨가한 파운드케이크의 품질특성」, 『한국식품저장유통학회지』 15, 한국식품저장유통학회, pp.662-668.

호박퓨레를 첨가한 경우²⁵⁾, 클로렐라를 첨가한 경우²⁶⁾ 등이 보고되고 있다. 또한 파운드케이크의 저장성을 향상시키기 위한 연구²⁷⁾가 보고되고 있다.

따라서 본 연구에서는 파운드케이크에 panaxadiol을 첨가하였을 때의 케이크의 식품학적 품질특성을 평가하였고, paxaxadiol을 첨가한 파운드케이크 열수추출물의 처리가 지방세포의 분화에 미치는 영향을 측정하였다.



-
- 25) 박인덕(2008), 「단호박퓨레를 첨가한 파운드케이크와 스폰지케이크의 품질특성」, 『한국식생활문화학회지』 23, 한국식생활문화학회, pp.748-754.
- 26) 최순남, 정남용, (2005d), 「클로렐라를 첨가한 파운드케이크의 품질특성」, 『한국조리과학회지』 21, 한국조리과학회, pp.669-676.
- 27) 강병선, 이영춘, (2007), 「반응표면분석법에 의한 비동결 파운드케이크의 최적 배합비 설정」, 『한국식품저장유통학회지』 14, 한국식품저장유통학회, pp.469-473.

제 2 장 이론적 배경

제 1 절 Ginsenosides

고려인삼은 오가피과 인삼 속에 속하는 약 60 cm 내외의 다년생 초본이다. 학명은 “*Panax ginseng* C.A. Meyer”으로 속명인 “*Panax*”는 라틴어에서 유래된 것으로 “Pan (만능)”과 “Akos (치료)”가 합하여 된 말이다. 고려인삼은 약효의 우수성으로 인해 한방에서는 약 4,000여 년 전부터 신비의 영약으로 다양한 종류의 질병의 예방과 치료의 목적으로 사용하고 있다.

인삼성분에 대한 과학적인 연구는 1854년 Garriques (미국)가 인삼으로부터 무정형의 배당체 혼합물을 분리하여 panaquilon이라고 명명하면서부터 시작되었다 (1). 그 후 1957년 소련의 Breckman은 1957년까지의 연구 결과를 총설적으로 정리하여 인삼의 유효성분으로 사포닌 성분의 효능을 주장하였다.²⁸⁾

사포닌 (saponin)이란 스페인어의 거품에서 유래된 말로 물 및 알콜에 잘 녹고 지속적인 거품이 있으며, 생리적으로 해독 작용과 적혈구 용혈 작용이 있다. 화학적으로는 리벨만부차드 반응에 적색으로 발색되고 비당부 (aglycone, sapogenin)에 당류가 결합된 배당체 (glycoside)이다.

인삼 사포닌 성분은 1964년 일본 동경대학의 시바다가 인삼 (ginseng)에 함유된 배당체라는 뜻으로 “ginsenoside”라 명명하였으며, 박층크로마토그래피 (thin layer chromatography, TLC)에서 분리된 이동거리 순으로 ginsenoside - R₀, -R_a, -R_{b1}, -R_{b2}, -R_c, -R_d, -R_e, -R_f, -R_{g1}, -R_{g2}, -R_{g3}, -R_{h1}, 및 R_{h2} 등으로 명명하였다.²⁹⁾

28) 최강주, (1991), 「원료인삼의 성분과 품질관리」, 『한국고려인삼학회지』 15, 한국고려인삼학회, pp.247-256.

29) S. Shibada., Tanaka, O. Ando, T. Sado, M. Tsushima, S. & Oshawa, T., (1996), “Chemical studies on oriental plant drugs. XIV. Protopanaxadiol, a genuine sapogenin of ginseng saponins”, *Chem. Pharm. Bull* 14, pp. 595-600.

시바다 연구팀은 그 후 계속된 연구를 통하여 사포닌 화합물의 주된 성분들의 구조를 거의 규명하였으며³⁰⁾³¹⁾³²⁾에 의하여 미량의 사포닌 성분들도 규명되어 고려인삼에 함유된 20여 종의 사포닌 화합물에 대한 전 구조가 밝혀졌다 (Table 1).

인삼 사포닌은 Fig. 1과 같이 dammarane 형태의 triterpene (C30)인 비당부 [protopanaxadiol (PD)과 protopanaxatriol (PT)]의 R1, R2, 및 R3 위치의 알콜성 -OH 기에 glucose, rhamnose, xylose, arabinose와 같은 당류가 에테르 결합되어 있는 구조이다.

인삼 사포닌이 갖는 약리 작용은 다양하여 항통증³³⁾, 항암³⁴⁾, 항당뇨³⁵⁾, 간기능 항진작용³⁶⁾, 항혈전³⁷⁾, 항염증작용³⁸⁾ 등이 보고되고 있다.

인삼 사포닌에 대한 많은 연구가 지속되면서 각각의 ginsenoside가 지닌 건강기능성이 보고되고 있으며, panaxadiol의 건강기능성 효과에 대한 연구결과들이 계속하여 보고되고 있다.

Panaxadiol의 건강기능성으로 가장 많이 알려진 것은 항암작용이다. Panaxadiol은 포유동물의 세포에서 protein 수준을 증가시키고, cyclin A-associated cdk2 활성을 억제하여 인체 암세포의 세포 성장 (cell cycle)

-
- 30) H. Besso, Kasai, R. Saruwatari, Y. Fuwa, T. & Tanaka, O., (1982), "Ginsenoside-R_{a1} and ginsenoside-R_{a2}, new dammarane-saponins of ginseng roots", *Chem Pharm Bull* 30, pp.2380-2385.
 - 31) R. Kasai, Besso, H. Tanaka, O. Saruwatari, Y. & Fuwa, T., (1983), "Saponins of red ginseng", *Chem. Pharm. Bull* 32, pp.2120-2125.
 - 32) H. Matsuura, Kasai, R. Tanaka. O. Saruwatari, Y. Kunihiro, K. & Fuwa, T., (1984), "Further studies on dammarane-saponins of ginseng roots", *Chem Pharm Bull* 32, pp.1188-1192.
 - 33) H. Nabata, Saito, H. & Tagagi, K., (1973), "Pharmacological studies of neural saponins (GNS) of Panax ginseng root", *Japan J. Pharmacol* 23, pp.29-41.
 - 34) S. Odashima, Makayabu, Y. Honjo, N. Abe, H. & Arichi, S., (1979), "Induction of phenotypic reverse transformation by ginsenosides in cultured in Morris hepatoma cells", *European J. Cancer* 15, pp.882-892.
 - 35) Z.T. Elma, Ilian, E.Z. & Christiana, I.H., (1991), "Effect of ginsenosides Rg1 on insulin binding in mice liver and brain membranes", *phytotherapy Res* 5, pp.46-48.
 - 36) Y. Yokozawa, & Oura, H., (1990), "Facilitation of protein biosynthesis by ginsenoside-Rb2 administration in diabetic rats", *J. Natural Products* 53, pp.1514-1518.
 - 37) Y.X. Fang, Shen, N. & Chen, X., (1986), "Beneficial changes in prostacyclin and thromboxane A2 by ginsenosides in myocardial infarction and reperfusion injury of dogs", *Acta Pharmacol. Sinica* 7, pp.226-230.
 - 38) S.S. Garriques, (1954), "On panaquilon, a new vegetable substance", *Ann. Chem. Pharm* 90, pp.231-234.

을 방해하는 것으로 알려져 있다.³⁹⁾ 즉, panaxadiol에 의한 암세포 성장 억제는 mitochondrial membrane의 탈분극으로 인한 cytochrome C의 유리에 의해 cdk2 kinase 활성이 증가되어 apoptotic cell death가 유발되는 것으로 알려져 있다.⁴⁰⁾ 이후에 caspase-9, -3, 및 -7 활성화되는 것으로 보고되어 있다.⁴¹⁾

또한 panaxadiol은 thrombin에 의해 유도되는 thromboxane A₂의 형성을 억제하기 때문에 동맥경화증과 같은 순환기 질환을 예방하고 항염증효과가 있으며,⁴²⁾ 항산화효과⁴³⁾를 지니고 있고, cyclooxygenase-2 (COX-2) 발현을 억제하기 때문에 당뇨병성 신증 (diabetic neuropathy)를 예방하는 효과가 있는 것으로 보고되었다.⁴⁴⁾

Panaxadiol은 비만 및 지방세포의 성장을 억제하는 것으로 보고되고 있다. 즉, 지방전구세포 (3T3-L1)에 panaxadiol을 처리한 경우, tumor necrosis factor-alpha (TNF-α), lipoprotein lipase (LPL), resistin, 및 leptin의 유전자 발현 또는 단백질 합성에 영향을 주어 지방세포로의 성장이 저해된다.⁴⁵⁾

섭취된 사포닌은 인체의 장관 내에서 대사되기 때문에 최근에는 혈액 중에 존재하는 활성형태에 대한 관심이 증가하고 있다. 그 중에서 protopanaxadiol계 ginsenoside Rb1의 경우, 장관 미생물에 의해 대사되어 20-O-β-glucopyranosylpanaxadiol (compound K)로 전환된다.⁴⁶⁾ Compound K는 항암 활성이 있으며,⁴⁷⁾ 지방세포에서의 triglyceride (TG)의 축적을 억제하고, peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPAR γ)의 발현을 억제하여 지방세포의 분화를 억제한다.⁴⁸⁾

39) Y.H. Jin, C.Hoi, J.S. Shin, S. Lee, K.Y. Park, J.H. & Lee, S.K., op.cit., pp.1767-1772.

40) _____, Yim, H. Park, J.H. & Lee, S.K., op.cit., pp.974-980.

41) ibid., pp.974-980.

42) H.J. Park, Rhee, M.H. Park, K.M. Nam, K.Y. & Park, K.H., op.cit., pp.131-134.

43) M.S. Chang, Choi, K.J. & Rho, M.H., op.cit., pp.44-49.

44) Han, H.J. & Park, S.H., (2008), "Protective effect of ginsenosides against high glucose-induced cell loss in PC12 cells", *Lab. Anim. Res* 24, pp.125-130.

45) M.J. Kim, Oh, S.Y. & Yoon, K.S., op.cit., pp.342-352.

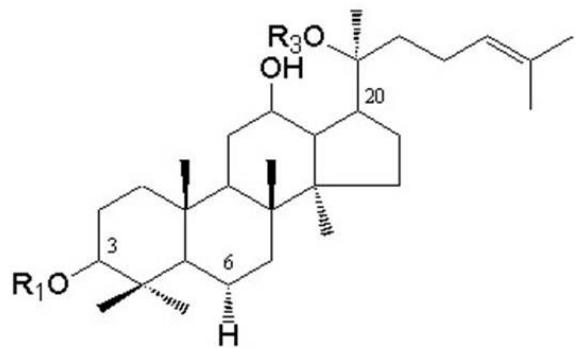
46) J.H. Sung, Hasegawa, H. Matsumiya, S. Uchiyama, M. Ha, J.Y. Lee, M.S. & Huh, J.D., op.cit., pp.360-367.

47) S.J. Lee, Sung, J.H. Lee, S.J. Moon, C.K. & Lee, B.H., op.cit., pp.39-43.

Table 1. Ginsenosides and their functions

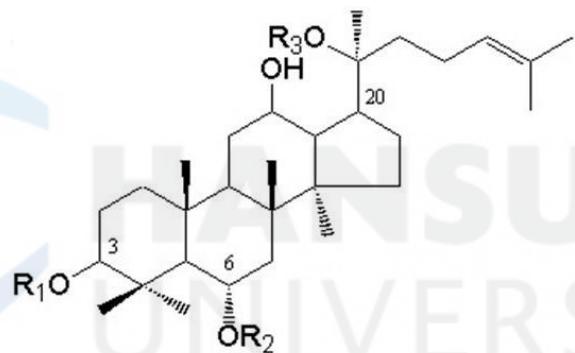
Ginsenosides		Function
Dammara ne	Panaxadi ol	Ginsenoside Rb1 Neurotransmitter release (Xue et al., 2006)
	(PD)	Ginsenoside Rb2 Lowers cholesterol and triacylglycerol levels (Kim et al., 2009)
		Ginsenoside Rc Increase of human sperm mobility (Chen et al., 2001)
		Ginsenoside Rd Attenuates redox imbalance and improves stroke (Ye et al., 2011)
		Ginsenoside Rb3 Anti-hypertension (Wang et al., 2010)
		Ginsenoside Ra1 Antidepressant-like effect (Li et al., 2012)
		Ginsenoside Ra2
		Ginsenoside Ra3
		Malonyl-ginsenoside Rb1 Potentiates NGF-induced neurite outgrowth (Nishiyama et al., 1994)
		Malonyl-ginsenoside Rb2
		Malonyl-ginsenoside Rc
		Malonyl-ginsenoside Rd
		Quinquenoside R1
		Ginsenoside Rg3 Anticancer (Pan et al., 2012)
Ginsenosides		Function
Panaxatri ol		Ginsenoside Re Attenuate anti-scratching behavioral effect (Jang et al., 2012)
	(PT)	Ginsenoside Rf Regulates lipoprotein metabolism (Lee et al., 2006)
		Ginsenoside Rg1 Neuroprotective effects (Wang et al., 2009)
		Ginsenoside Rg2 Anticancer (Yuan et al., 2012)
		Ginsenoside Rh1 Anticancer (Choi et al., 2011)
		Ginsenoside-200-glu -Rf
		Notoginsenoside R1 Inhibits TNF- α -induced fibronectin production (Zhang & Wang, 2006)
Oleanolic acid		Ginsenoside Ro

48) Y.S. Choi, Han, G.C. Han, E.J. Park, K.J. Sung, J.H. & Chung, S.H., op.cit., pp.79-85.



Protopanaxadiol (PD)

R₁ = R₃ = OH



Protopanaxatriol (PT)

R₁ = R₂ = R₃ = OH

Fig. 1. Structures of genuine saponins

제 2 절 Adipocyte (3T3-L1)

3T3 세포는 1962년 미국 뉴욕대학교 의과대학의 G. Todaro와 H. Green이 Swiss mouse embryo tissue로부터 적출하여 만든 세포주이다.⁴⁹⁾ “3T3”가 의미하는 것은 “3-day transfer, inoculum 3×10^5 cells”라는 의미로, primary mouse embryonic fibroblast cells을 ‘3T3 protocol’에 따라 3일간 (첫 번째 “3”) 매일 transfer한 후 (“T”), 3×10^5 cells의 밀도 (두 번째 “3”)로 배양하라는 뜻이다. 3T3 세포주는 사멸하지 않고 20-30 세대 까지 계재할 수 있다.

3T3-L1 세포주는 지방조직의 biological research를 위해 3T3 세포주에서 분화된 세포주이다. 3T3-L1 세포는 특정한 조건 하에서 배양하면 fibroblast-like morphology를 지니며, adipocyte-like phenotype을 지닌 세포로 분화된다. 지방세포로 분화된 3T3-L1 세포는 triglyceride 합성 및 축적이 증가되면서, 가락지 형태 (signet ring appearance)의 지방세포 형태를 나타낸다. 3T3-L1 세포는 epinephrine, isoproterenol, 및 insulin과 같은 lipogenic 또는/그리고 lipolytic hormone에 매우 민감하며 adipogenesis 연구에 가장 많이 사용되고 있는 세포주이다⁵⁰⁾

49) G.J. Todaro, & Green, H., (1993), “Quantitative studies of the growth of mouse embryo cells in culture and their development into established lines”, *J. Cell Biol* 17, pp.299-313.

50) H. Green, & Kehinde, O., (1975), “An established preadipose cell lines and its differentiation in culture”, II. Factors affecting the adipose conversion *Cell* 5, pp.19-27.



Fig. 2. Morphology of 3T3-L1 cell lines (differentiated to adipocyte).
Origin: Korean Cell Line Bank (KCLB, www.cellbank.snu.ac.kr).

제 3 절 파운드케이크 (Pound cake)

1700년대 초반의 영국인들은 글을 읽을 수 있는 사람들이 많지 않았다. 이들은 케이크 만드는 방법을 쉽게 기억하기 위하여 간단한 조리법을 사용하였고, 이렇게 하여 탄생된 것이 파운드케이크 (pound cake)이었다. 파운드케이크의 원조조리법 (original recipe)은 버터, 설탕, 계란 및 밀가루를 각각 1 파운드씩 넣고 케이크를 만들었다. 반죽을 젓는 동안에 혼입되는 공기를 제외하면 다른 종류의 팽창제는 첨가되지 않았다. 따라서 케이크에 들어가는 재료의 양이 모두 1 파운드이었기 때문에 ‘파운드케이크’이라 불려 지게 되었다.⁵¹⁾

51) A. Simmons, *op.cit.*

1796년에 미국에서 발간된 요리책에 두 종류의 파운드케이크 레시피가 출판되었다. 하나는 original recipe였고, 다른 하나는 original recipe를 약간 변형한 것으로 난백과 난황을 분리하여 거품을 내었고, 물과 브랜디(brand)를 소량 첨가하여 파운드케이크를 만드는 방법이었다.⁵²⁾ 이후 1800년대 중반까지 파운드케이크의 레시피는 lighter cake를 만드는 방향으로 약간씩 수정되었다. 1900년대에 화학첨가제인 baking soda와 baking powder가 개발되면서 파운드케이크 제조 시에 화학적 팽창제를 첨가하였다.

최근에는 식품 및 음식의 건강기능성 (functionality)에 대한 일반 시민들의 관심이 급증하면서 파운드케이크에 포함된 버터의 양을 줄이고 식물성 유지를 이용하여 파운드케이크의 열량을 낮추고 건강기능성을 증가시키기 위한 노력들이 보고되고 있고⁵³⁾⁵⁴⁾⁵⁵⁾⁵⁶⁾⁵⁷⁾⁵⁸⁾⁵⁹⁾⁶⁰⁾⁶¹⁾⁶²⁾⁶³⁾⁶⁴⁾⁶⁵⁾⁶⁶⁾⁶⁷⁾ 등이 보고되고 있다. 또한 파운드케이크의 저장성을 향상시키기 위한 연구⁶⁸⁾가 보고되고 있다.

52) ibid.

- 53) E. Wilderjans, Lagrain, B. Rbijs, K. & Delcour, J., op.cit., pp.6465–6471.
- 54) _____, Luyts, A. Goesaert, H. Brijs, K. & Delcour, J.A., op.cit., pp.44–51.
- 55) M.A. Sanchez-Pardo, Ortiz-Moreno, A. Mora-Escobedo, R. Chanona-Perez, J.J. & Necoechea-Mondragon. H., op. cit., pp.620–627.
- 56) E. Wilderjans. Pareyt. B. Goesaert. H. Hrijs. K. & Delour. JA., op.cit., pp.909–915.
- 57) 장경희, 강우원, 곽은정, 전계논문, pp.250–255.
- 58) 최순남, 정남용, (2010a), 전계논문, ,pp.198–205.
- 59) _____, (2006b), 전계논문, pp.222–228.
- 60) _____, (2006c), 전계논문, pp.808–814.
- 61) 신유미, 양윤형, 김미경, 조한영, 김미리, 전계논문, pp.950–958.
- 62) 이경희, 전계논문, pp.419–423.
- 63) 김경희, 이정옥, 백승한, 육홍선, 전계논문, pp.238–246.
- 64) _____, 황혜림, 윤미향, 조지은, 김미선, 육홍선, 전계논문, pp.926–934.
- 65) 박영선, 신솔, 신길만, 전계논문, pp.662–668.
- 66) 박인덕, 전계논문, pp.748–754.
- 67) 최순남, 정남용, (2005d), 전계논문, pp. 669–676.
- 68) 강병선, 이영춘, 전계논문, pp.469–473.

제 4 절 물성분석 (Texture profile analysis, TPA)

TPA 분석법은 질감(texture)이 관능특성 (sensory)에 미치는 영향을 측정하기 위하여 1960년대 개발되었다. TPA는 "Two bite" compression test를 수행한다. 이는 사람이 식품을 2회 씹었을 때의 질감을 'Force (힘)' 대 'Time (시간)'의 그래프로 나타낸 것이다.

TPA 분석으로 얻어진 texture profile curve로부터 다음과 같은 항목을 산출할 수 있다.

1. Fracturability : The ease with which the material will break.
2. Hardness : The force required to compress the material by a given amount
3. Cohesiveness : The strength of the internal bonds in the sample
4. Adhesiveness : The energy required to overcome attractive forces between the food and any surface it is in contact with.
5. Springiness : The elastic recovery that occurs when the compressive force is removed.
6. Gumminess : The energy required to break down a semi-solid food ready for swallowing
7. Chewiness : The energy required to chew a solid food into a state ready for swallowing.
8. Modulus of deformability : the initial slope of the force-deformation curve before the first break in the curve (i.e. before fracture of the sample)

이 때 gumminess와 chewiness는 서로 배제될 수 있다. 한 개의 식품을 TPA 분석하여 모든 물성값을 얻을 수는 없다. 이는 식품의 특성에 따라서 다른 물성을 나타내기 때문이다.

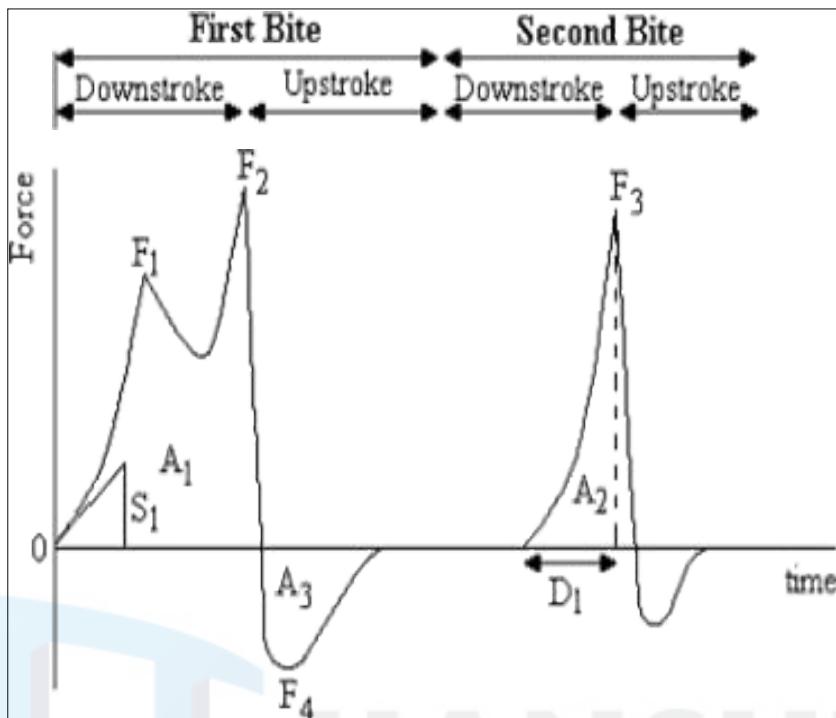


Fig. 3. Typical curve of texture profile analysis.

Texture profile parameters are determined from: Fracturability = F_1 , Hardness = F_2 , Cohesiveness = A_2/A_1 , Adhesiveness = (based on) A_3 , Springiness = D_1 , Gumminess = hardness \times cohesiveness = $F_2 \times A_2/A_1$, Chewiness = hardness \times cohesiveness \times springiness = $F_2 \times A_2/A_1 \times D_1$, Modulus of deformability (based on) slope, S_1

제 3 장 실험재료 및 방법

1. Panaxadiol

백삼 (4년근)은 충남 금산의 인삼시장에서 구입하였고, panaxadiol은 Kwak et al., (2001) 및 Park et al., (1991)의 방법에 준하여 백삼으로부터 분리하여 사용하였다.

2. 케이크 반죽 (Cake batter) 및 파운드케이크의 제조

박력분과 정백당은 큐원 (삼양사) 제품을, 버터 (서울우유)는 무염으로 된 것을 구입하였고, 계란 (팜에버)은 파운드케이크 제조일에 생산된 것으로 사용하였다.

파운드 케이크의 재료 배합 비율은 Table 2와 같다. 제조 방법은 반죽기 (KM-800, Kenwood, England)에 버터와 설탕을 넣고 3분간 혼합하여 크림화시킨 후, 계란을 3-4회에 나누어 넣으면서 5분간 혼합하여 버터와 계란이 분리되지 않도록 한 후, 물을 넣고 30초간 혼합하였다. 밀가루, 틸지분유, 베이킹파우더, 소금 및 인삼분획 분말을 체에 친 후 가볍게 혼합하여 반죽 (batter)을 완성하였다.

파운드케이크 반죽 250g을 베이킹 틀 (길이 180 mm × 넓이 76 mm, 내부높이 50 mm)에 넣어 175°C로 예열된 오븐에서 45분간 구운 후, 실온 ($25 \pm 1^{\circ}\text{C}$)에서 2시간동안 냉각한 후 시료로 사용하였다.

3. 반죽의 물리화학적 특성

반죽 5 g에 증류수 45 mL과 해사 (sea sand) 1 g을 넣고 3분간 교반시킨 후, 10분간 원심분리 (750 g, $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$)한 후, 상등액의 pH를 측정하였다. 제조 직후 반죽의 수분함량을 적외선수분측정기 (Moistureanalyzer, MS-70, A&D Co., Tokyo, Japan)로 측정하였다. 반죽 200mL 중량을 물

200mL 중량으로 나누어 비중을 측정하였다.

반죽 6mL를 Petri dish ($50 \times 12\text{mm}$)에 가득 담아 색차계 (Color meter JX777, Minolta Japan)를 이용하여 명도 (L , lightness), 적색도 (a , redness), 및 황색도 (b , yellowness)로 측정하였다. 표준 백판의 보정치는 $L = 98.46$, $a = -0.23$, 그리고 $b = 1.02$ 이었다.

반죽 50mL를 폴리에틸렌 컵에 담고 실온 ($25 \pm 1^\circ\text{C}$)에서의 반죽의 점도를 측정하였다 (Sine-wave vibro viscometer, SV-10, A&D Co., Tokyo, Japan).

4. 일반성분 분석

파운드케이크의 수분함량은 적외선수분측정기 (Moisture analyzer, MS-70, A&D Co., Tokyo, Japan)로 측정하였다. 파운드 케익을 동결건조한 후 마쇄 (Food mixer, HMF-3100S, Hanilelectric Co., Seoul, Korea)하여 수분을 제외한 일반성분 분석의 시료로 사용하였다. 조단백질은 AOAC 984.13 A-D⁶⁹⁾, 조지방은 AOAC 920.39 A⁷⁰⁾, 조회분은 AOAC 942.05⁷¹⁾ 방법으로 분석하였고, 식이섬유는 AACC 32-07⁷²⁾ 방법으로 분석하였다. 당질 (환원당)은 Somogyi-Nelson 법으로 분석하였다.⁷³⁾

69) AOAC, (2006), *Official Methods of Analysis of AOAC International* (18th ed., Rev. 1). MD, USA, Association of Official Analytical Chemists.

70) ibid.

71) ibid.

72) AACC, (2000), *Approved methods of the AACC*, MN, USA, The American Association of Cereal Chemists.

73) M. Somogyi, (1952), "Note on sugar determination", *Journal of Biological Chemistry* 195, pp.19-25.

5. 파운드케이크의 물리적 품질 특성

파운드케이크의 중량은 굽고 실온에서 2시간동안 냉각시킨 후 측정하였으며, 부피는 종자치환법 (Pyler, 1979)으로 측정하였다. 파운드케이크의 비용적은 케이크의 부피를 중량으로 나누어 산출하였으며, 반죽 수율과 굽기손실률은 다음의 식으로 계산하여 나타내었다 (Summu et al., 2005)⁷⁴⁾.

$$\text{비용적 } (mL/g) = \frac{\text{완제품의 부피 } (mL)}{\text{완제품의 중량 } (g)}$$

$$\text{반죽수율 } (\%) = \frac{\text{반죽의 중량 } (g)}{\text{완제품의 중량 } (g)} \times 100$$

$$\text{굽기손실률 } (\%) = \frac{\text{반죽중량 } (g) - \text{완제품의 중량 } (g)}{\text{반죽중량 } (g)} \times 100$$

6. 수분보유력

실온에서 방냉한 파운드케이크 1g을 시험관에 넣고 증류수 20mL를 가하여 30분간 교반한 ($25 \pm 1^\circ\text{C}$) 후 원심분리 (3,000 rpm, 10 분, $25 \pm 1^\circ\text{C}$)하였다. 상등액을 제거한 후 침전물의 중량을 측정하여 파운드케이크의 수분보유력을 다음과 같이 측정하였다.

$$\text{수분보유력 } (\%) = \frac{\text{침전시료중량 } (g) - \text{시료중량 } (g)}{\text{시료중량 } (g)} \times 100$$

74) G. Summu, Sahin, S. & Sevimli, M., (2005), "Microwave, infrared and infrared-microwave combination baking", *Journal of Food Engineering* 71, pp.150-155.

7. 물성

파운드케이크를 $3 \times 3 \times 3$ cm의 입방체로 잘라 물성을 측정하였고, 그 조건은 Table 3과 같다 (Texture analyzer TA-XT2, Stable Microsystem LTD., UK).

8. 색도

파운드케이크의 색도는 crust와 crumb로 나누어 측정하였다. 즉, 케이크를 crust와 crumb로 나누어 분쇄한 후 Petri dish (50×12 mm)에 가득 담아 색차계 (Color meter JX777, Minolta Japan)를 이용하여 Hunter의 명도 (L , lightness), 적색도 (a , redness), 및 황색도 (b , yellowness)로 나타내었다. 표준 백판의 보정치는 $L = 98.46$, $a = -0.23$, 그리고 $b = 1.02$ 였다. Hue angle (색상)은 $(\tan^{-1} (b^*/a^*))$ 로, 채도 (chroma 또는 intensity)는 $((a^{*2}+b^{*2})^{1/2})$ 로 산출하였다.

9. 관능검사

관능검사는 10대에서부터 60대까지의 남녀 24명을 관능검사요원으로 선정하여 본 실험의 목적과 평가방법에 대해 잘 인지할 수 있도록 사전교육을 실시하였다. 평가항목은 케이크 외관 (figure), 내부의 색 (color), 향기 (flavor), 맛 (taste), 질감 (texture), 및 전체적인 수용도 (overall acceptability)에 대하여 관능특성이 좋을수록 10점 쪽에, 낫을수록 1점 쪽에 표시하도록 하였다. 각 시료마다 무작위로 조합된 3자리 숫자가 주어졌으며, 동일크기로 자른 후에 시료의 번호가 적혀진 일회용 (백색) 접시에 담아 제시하였다.

10. 3T3-L1 세포 배양과 분화

3T3-L1 전구지방세포주는 한국세포주은행 (<http://cellbank.snu.ac.kr>)에서 분양받아, passage 12까지 사용하였다. 전구지방세포주는 1% penicillin-streptomycin (Invitrogen, Carlsbad, CA, USA)과 10% fetal bovine serum (FBS; Invitrogen)을 넣은 Dulbecco's modified Eagle's medium (DMEM; Gibco/BRL, Invitrogen)으로 배양하였다 (37°C, humidified 5% CO₂ incubator). Confluent 세포는 분화배지에서 3일간 배양하였다. 분화배지는 10% FBS, 10 µg/mL insulin (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA), 1 µM dexamethasone (Sigma-Aldrich)을 포함하고 있는 DMEM 배지를 사용하였다. 전구지방세포가 지방세포로 분화하는 동안 매일 분화배지와 시료를 교환하여 주었고, 12일 후에 세포를 회수하였다.

파운드케이크는 동결건조한 후 마쇄하여 실온에서 증류수를 넣어 2시간 추출하였다. 추출수율을 증가시키기 위하여 상기 조작을 3회 반복하였고, 추출액은 동결건조하였다. 이 후, 멸균한 3차 증류수에 재용해하고, syringe filter (0.45 µM)한 것을 지방세포의 분화에 미치는 영향을 측정하는 시료로 사용하였다.

11. MTT assay

Panaxadiol을 넣은 파운드케이크 냉수추출물이 전구지방세포의 생장에 미치는 영향을 측정하기 위하여, 3T3-L1 세포주를 96 well plate에 1 × 10⁵ cell/mL의 농도로 100 µL씩 분주하여 24시간 동안 37°C, 5% CO₂ incubator에서 배양한 후, 시료를 처리하였다. 일정기간 동안 배양한 후, plate의 well마다 20 µL MTT를 분주하여 빛을 차단한 채 37°C incubator (5% carbon dioxide)에서 5시간동안 반응시켰다. Plate의 바닥에 형성된 formazan이 흡수되지 않도록 배지를 제거한 후, DMSO 100 µL를 첨가한 후, 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구의 세포수를 기준으로 상대적인 세포성장 억제율을 산출하였다.

12. Oil Red O 염색

전구지방세포가 지방세포로 분화된 정도는 Oil Red O 염색법을 사용하여 확인하였다. Stationary phase에 도달한 세포는 trypsin-EDTA 용액으로 회수하여 PBS로 2회 세척한 후, 10% formaldehyde로 30분간 고정한 후 60% isopropanol로 세척하고, Oil Red O 용액을 넣어 30분간 반응시켜 세포를 염색하였다. Oil Red O 염색시약은 다음과 같이 제조하였다. 즉, 4.2 g Oil Red O (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)을 60% isopropanol 1,200 mL에 용해하여 실온에서 stirring하면서 overnight 한 후, 여과하고 증류수 900 mL에 희석하였다. 염색된 Oil Red O 시약은 다시 100% isopropanol로 destaining하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였다.

13. 통계분석

모든 실험은 3회 이상 반복측정하여 '평균 ± 표준편차'로 표시하였다. 일원배치분산분석 (ONEWAY-Analysis of Variance)에서 유의적 차이가 있는 항목에 대해서는 Duncan의 다중분석법으로 유의차를 검정하였다. 항목 간의 상관관계는 Simple linear regression analysis를 통해 Pearson's correlation coefficient로 나타내었다. 통계분석에는 SPSS (Statistical Package for Social Sciences, ver. 14.0, SPSS Inc., IL, USA) 프로그램을 사용하였다.

Table 2. Formulas for the pound cake added with panaxadiol

Ingredients (g)	CO	PD-1	PD-2	PD-3
Cake flour	100.0	99.9	99.5	99.0
Sugar	80.0	80.0	80.0	80.0
Egg	80.0	80.0	80.0	80.0
Butter	80.0	80.0	80.0	80.0
Water	20.0	20.0	20.0	20.0
Non-fat dry milk	1.0	1.0	1.0	1.0
Baking powder	2.0	2.0	2.0	2.0
Salt	1.0	1.0	1.0	1.0
Panaxadiol	0	0.1	0.5	1.0

CO; control, PD-1; panaxadiol 0.1% contained pound cake, PD-2; panaxadiol 0.5% contained pound cake, PD-3; panaxadiol 1.0% contained pound cake.

Table 3. Operating condition for texture profile analysis

Classification	Condition
Pretest speed	10.0 mm/sec
Test speed	1.0 mm/sec
Posttest speed	1.0 mm/sec
Probe	P10 (10 mm DIA cylinder aluminium)
Sample area	3.0 mm ²
Contact force	5.0 g
Threshold	20.0 g
Distance	10.0 mm
Strain deformation	90.0 %

제 4 장 실험결과 및 고찰

제 1 절 케이크 반죽의 물리성 특성

케이크 반죽은 부재료 (dry ingredients)가 용해/분산되어 있는 aqueous phase를 연속상으로 하는 oil-in-water emulsion이다. 케이크 반죽의 물리적 특성은 케이크 제조과정 및 완성된 케이크의 품질에 영향을 미치는 중요한 인자이다.⁷⁵⁾⁷⁶⁾ 따라서 다양한 농도의 panaxadiol을 넣어 제조한 파운드케이크의 반죽의 물리화학적 특성을 측정하였다.

Fig. 4에서와 같이, 파운드케이크 반죽의 pH는 panaxadiol 첨가구와 대조구 사이에는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 본 실험에 사용한 panaxadiol의 색은 황갈색으로 파운드케이크 제조 시에 panaxadiol을 첨가하여도 케이크 반죽의 색도에는 영향을 주지 않았다 (Table 4).

화학적으로 leavened baked products의 경우, 반죽의 pH는 최종 제품의 색과 질감에 영향을 주는 중요한 요인이다. 반죽의 pH가 7.0-7.5이면 황갈색 (light brown)이고, pH가 8.8-9.0이면 적갈색 (dark mahogany red)이 된다. 또한 반죽의 pH가 높을수록 완성된 제품의 질감은 “되게 (finer)”된다. 따라서 제품에 따라 적정한 pH 수준을 갖는 것이 좋다. 본 연구에서의 반죽의 pH는 7.01-7.08 범위로 기존에 보고된 파운드케이크 반죽의 pH 범위와 유사하였다.⁷⁷⁾⁷⁸⁾

-
- 75) F. Ronda, Oliete, B. Gomez, M. Caballero, P.A. & Pando, V., (2011), "Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources", *J. Food Eng* 102, pp.272-277.
- 76) R.C. Hoseney, & Smewing, J., (1999), "Instrumental measurement of stickiness of doughs and other foods", *J. Text. Stud* 30, pp.123-136.
- 77) N.Y. Chung, & Choi, S.N., (2005), "Quality characteristics of pound cake with chlorella powder", *Korean J. Food Cookery Sci* 21, pp.669-676.
- 78) Y.M. Shin, Yang, Y.H. Kim, M.K. Cho, H.Y. & Kim, M.R., (2005), "Quality characteristics of pound cake added to β -glucan during storage", *Korean J. Food Cookery Sci* 21, pp.950-958.

케이크 반죽을 혼합하는 동안 반죽으로 혼입된 공기방울 (air cell)은, 케이크를 굽는 동안 케이크의 부피를 증가시키는 역할을 한다.⁷⁹⁾ 반죽으로 혼입되는 공기의 양은 반죽 속도, 반죽기 (beater)의 종류, 점도, 및 반죽의 표면장력에 영향을 받는다.⁸⁰⁾ 공기가 반죽에 보유되는 정도 (efficacy of air retention)는 공기방울의 크기 및 점도에 반비례한다.⁸¹⁾ 실제로 반죽의 점도가 너무 낮으면 공기방울이 반죽 내로 포집되지 않으므로 굽는 과정에서 케이크가 부풀지 않는다. 반대로 반죽의 점도가 너무 높으면 cake baking expansion을 저해한다.⁸²⁾ 따라서 최적의 점도일 때, 부피가 큰 케이크를 제조할 수 있다.⁸³⁾ 그러나 최적 점도 (optimum viscosity value)는 케이크의 레시피마다 다르다.⁸⁴⁾ Fig. 5.에서와 같이, 대조구와 실험구의 점도는 약 2,300–2,500 mPa·s 범위로 시료간의 유의적인 차이가 없었다. ($p = 0.962$) 이는 기존에 보고되었던 파운드케이크의 점도와 유사한 범위이었다.⁸⁵⁾⁸⁶⁾

파운드케이크 반죽의 수분함량은 32.607–33.138% 범위 (Fig. 6)로, specific gravity는 0.514–0.517 범위 (Fig. 7)로 대조구와 실험구 간에 유의적인 차이가 관측되지 않았다. Specific gravity는 케이크 반죽이 aeration 된 정도를 나타내며 완성된 케이크의 부피에 영향을 주는 직접적인 요인이다. 또한 최종 제품의 대칭 (symmetry), 질감, 및 표면 특성 (grain)에 영향을 준다. 따라서 반죽에 첨가하는 부재료, 혼합 방법 (mixing

-
- 79) M. Gomez, Ronda, F. Caballero, P.A. Blance, C.A. & Rosell, C.M., (2007), "Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes", *Food Hydrocoll* 21, pp.167–173.
- 80) S.S. Sahi, & Alava, J.M., (2003), "Functionality of emulsifiers in sponge cake production", *J. Sci. Agricul* 83, pp. 1419–1429.
- 81) ibid, pp. 1419–1429.
- 82) F. Ronda, Oliete, B. Gomez, M. Caballero, P.A. & Pando, V., op.cit., pp.272–277.
- 83) S.S. Sahi, & Alava, J.M., op.cit., pp. 1419–1429.
- 84) ibid, pp.272–277.
- 85) M. Gomez, Ruiz, E. & Oliete, B., (2011), "Effect of batter freezing conditions and resting time on cake quality", *LWT-Food Sci. Technol* 44, pp.911–916.
- 86) R. Kumari, Jeyarani, Y. Soumya, C. & Indrani, D., (2011), "Use of vegetable oils, emulsifiers and hydrocolloids on rheological, fatty acid profile and quality characteristics of pound cake", *J. Texture Stud*, 42, pp.377–386.

operation), 및 혼합 기기가 변화될 경우, 반죽의 specific gravity는 변화한다. Fig. 7.에서와 같이, 대조구 및 실험구의 specific gravity는 0.84-0.87로 파운드 케이크 반죽에 최적인 specific gravity (0.8-0.9)를 나타내고 있다.⁸⁷⁾

Baking하는 동안, aerated emulsion은 전분의 호화 (gelatinization)와 단백질의 응집 (coagulation)에 의해 다공성의 semisolid로 전환되는데, 이와 같은 상 (phase)의 전환은 전분과 단백질 급원에 의해 영향을 받는다.⁸⁸⁾ 즉, 전분의 호화와 단백질 응집 온도가 증가하면, 케이크 반죽은 액상의 aerated emulsion에서 다공성의 고체 (solid)로 변형 (케이크의 부피 증가) 되는데 더 오랜 시간을 필요로 한다.⁸⁹⁾ 본 실험에 사용한 panaxadiol은 전분 및 단백질을 포함하지 않기 때문에 케이크 반죽의 물리적 특성을 변화시키지 않았던 것으로 사료되었다.



87) R. Kumari, Jeyarani, Y. Soumya, C. & Indrani, D., op.cit., pp.377-386.

88) F. Ronda, Oliete, B. Gomez, M. Caballero, P.A. & Pando, V., op.cit., pp.272-277.

89) ibid., pp.272-277.

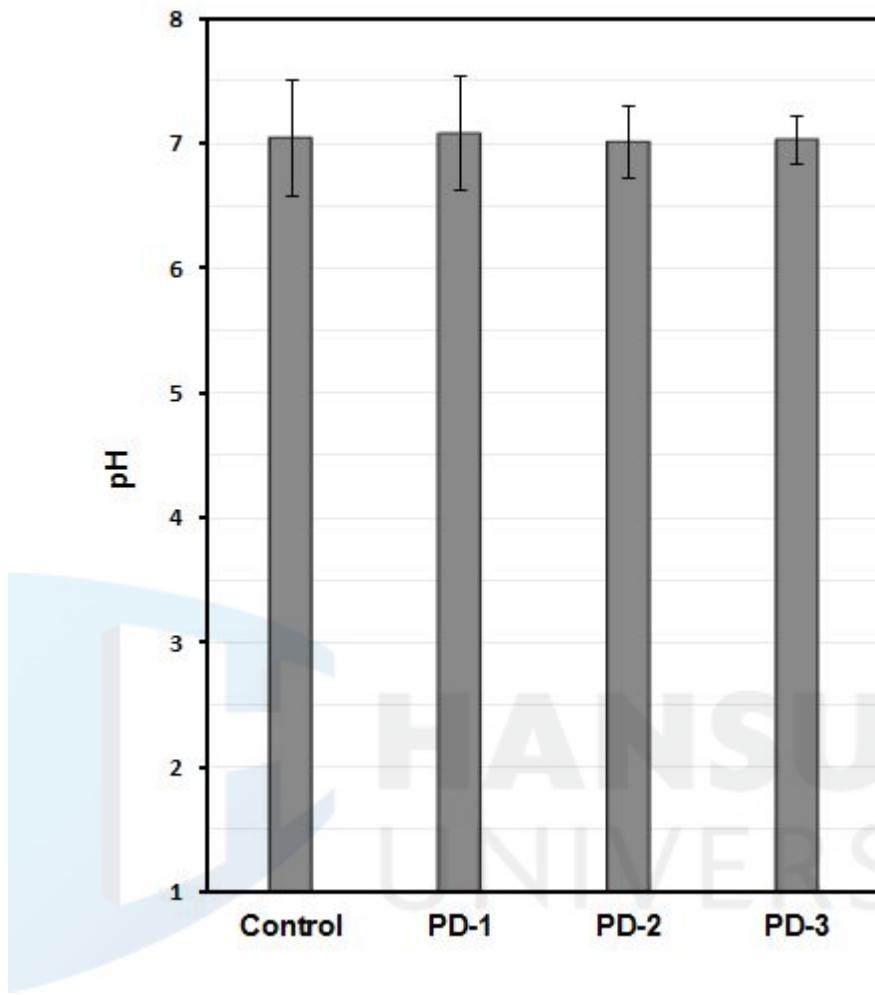


Fig. 4. pH values of the pound cake batter added with various concentrations of panaxadiol.

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained cake batter, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained cake batter, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained cake batter, Control; not contained panaxadiol. Significant differences were not detected among tested samples ($p < 0.680$).

Table 4. Chromaticity of the pound cake batter added with various concentrations of panaxadiol

Groups	Lightness* (<i>L</i> value)	Redness (<i>a</i> value)	Yellowness (<i>b</i> value)
Control	75.40±0.10	2.50±0.10	36.46±0.15
PD-1	75.60±0.26	2.40±0.20	36.50±0.20
PD-2	75.50±0.26	2.33±0.32	36.43±0.32
PD-3	75.23±0.58	2.40±0.43	36.30±0.17
<i>p</i> value	0.206	0.917	0.712

*Chromaticity was expressed as Hunter's *L*, *a*, and *b* values. PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained cake batter, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained cake batter, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained cake batter, Control; not contained panaxadiol.

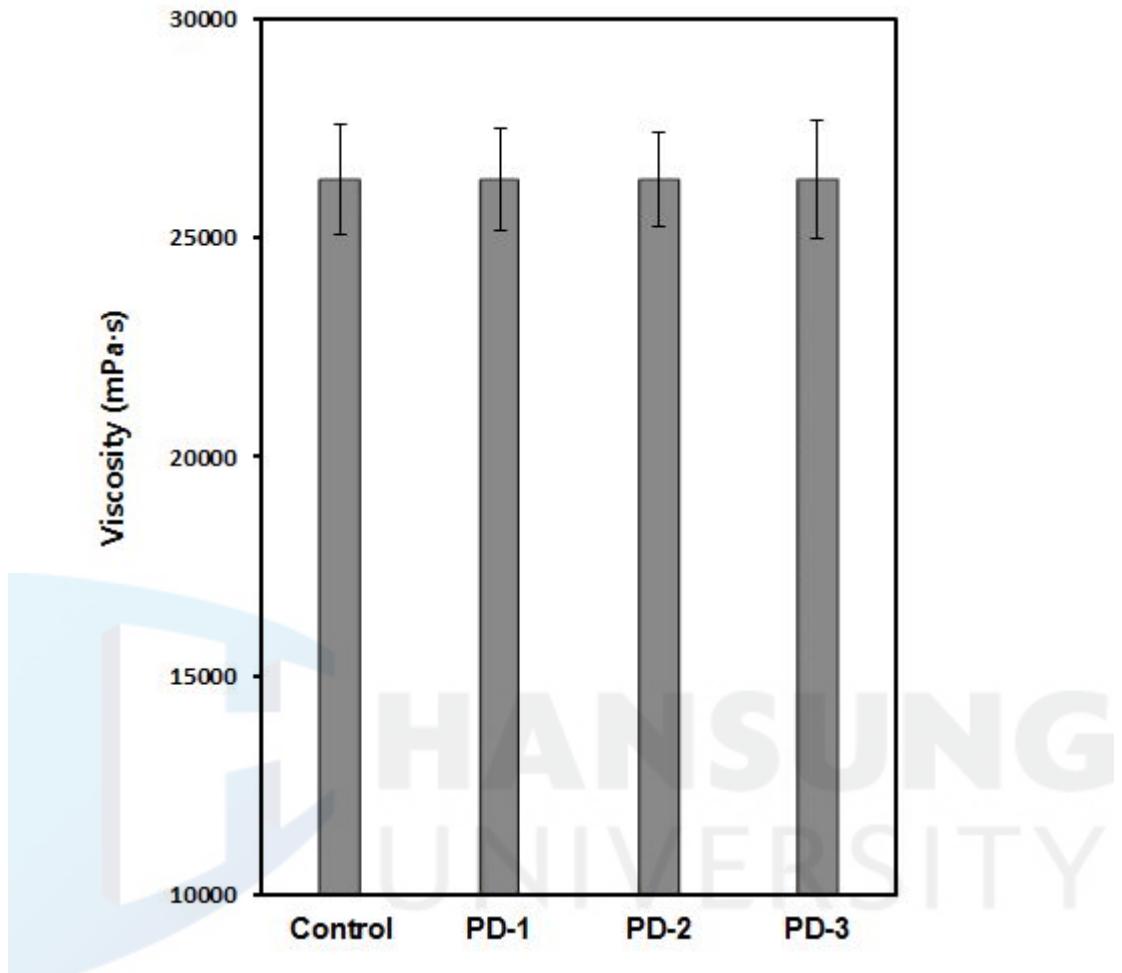


Fig. 5. Viscosity of the pound cake batter added with various concentrations of panaxadiol.

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained cake batter, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained cake batter, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained cake batter, Control; not contained panaxadiol. Significant differences were not detected among tested samples ($p < 0.962$).

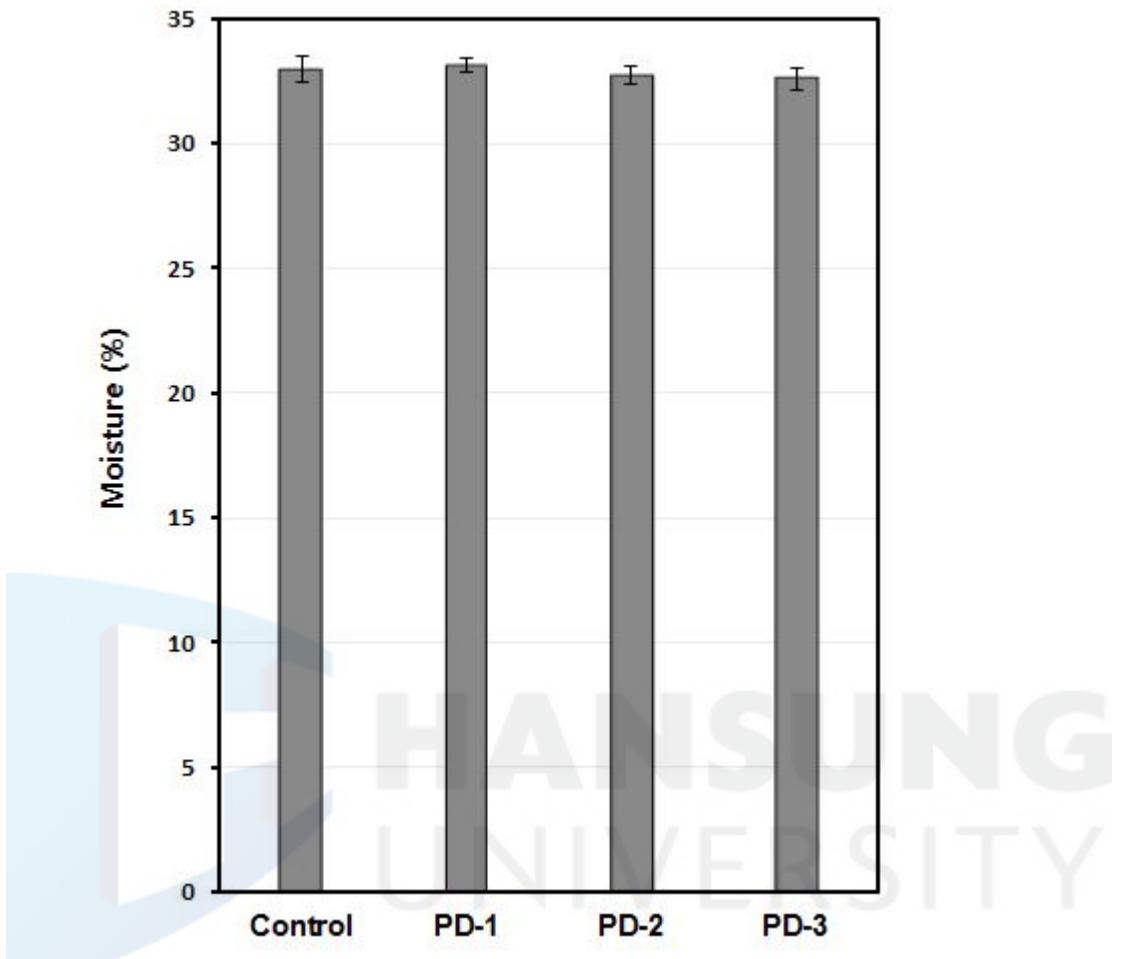


Fig. 6. Moisture contents of the pound cake batter added with various concentrations of panaxadiol.

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained cake batter, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained cake batter, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained cake batter, Control; not contained panaxadiol. Significant differences were not detected among tested samples ($p < 0.418$).

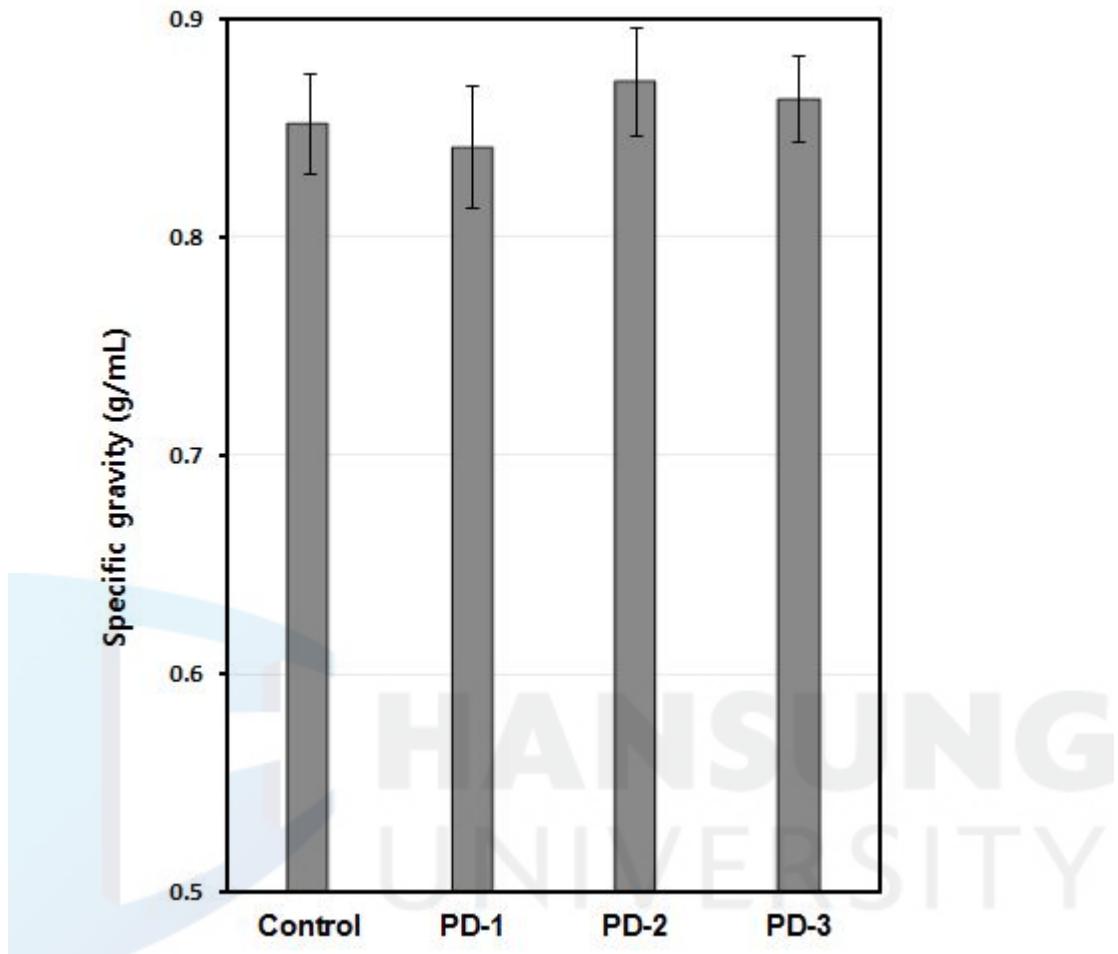


Fig. 7. Specific gravity of the pound cake batter added with various concentrations of panaxadiol.

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained cake batter, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained cake batter, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained cake batter, Control; not contained panaxadiol. Significant differences were not detected among tested samples ($p < 0.075$).

제 2 절 Panaxadiol을 첨가한 파운드케이크의 품질 특성

1. 일반성분 및 영양성분 분석

가공식품의 영양정보 제공은 1990년 미국의 “영양표시 및 영양교육법 (The nutrition Labeling and Education Act)”이 시행된 이후에 일반화되었다.⁹⁰⁾ 일본은 지방자치단체 주도로 운영되고 있으며, 유럽연합은 “소비자의 알 권리 총족, 제품으로부터 소비자 보호, 그리고 공정한 무역거래”를 위하여 영양표시제도를 실시하고 있다.⁹¹⁾ 우리나라는 1995년 영양성분 표시 제로를 처음 도입하였으며, 1996년 식품위생법에 근거하여 식품의약품안전청장 고시로 시행되는 ‘식품 등의 표시 기준’에 영양성분 표시 사항을 규정하고, 점차로 표시대상 품목을 확대 시행해왔다. 식품의약품안전청은 열량, 당질, 단백질, 지방, 나트륨 함량을 표시하도록 하였다.⁹²⁾⁹³⁾ 이와 함께 식품별 국민의 1인당 섭취량과 시장조사 등을 바탕으로 식품별 1회 제공기준량을 산출하고, 1회 제공량을 기준으로 하여 영양성분을 표시하도록 하였다.⁹⁴⁾ 또한 우리나라 19세 이상 성인의 비만율이 1997년 26.2%에서 2007년 31.7%로 증가추세인 점으로 고려할 때,⁹⁵⁾ 식이성 질환을 예방하기 위해서는 가공식품의 영양정보를 제공하는 것이 필요한 상황이다.⁹⁶⁾

90) K.I. Kwon, Won, Y.S. Kim, S.J. Kang, H. Kim, H.N. Kim, J.Y. Kim, S.Y. Kim, K. Lee, J.H. Jung, S.M. Ock, S.W. Ju, L.E. Kim, J.W. Kim, M.C. & Park, H.K., (2010), “A Survey on customers’ perceptions of nutrition labeling for processed food and restaurant meal”, *Korean J. Nutr* 43, pp.181-188.

91) H. Przyrembel, (2004), “Food labelling legislation in the EU and consumers information”, *Trends Food Sci. Technol* 15, pp.360-365.

92) K.L. Kwon, Park, S.H. Lee, J.H. Kim, J.Y. Yoo, K.S. Lee, J.S. Kim, S.Y. Sung, H.N. Nam, H.S. Kim, J.W. Lee, H.Y. Parj, H.K. & Kim, M.C., (2007), “Prevalence of nutrition labeling and claims on processed, and packaged foods”, *Korean J. Community Nutr* 12, pp.206-213.

93) *Commentaries of Foods Labelling StandardsKorea Food*, Drug Administration, (2005).

94) _____, (2007).

95) KNHANES, *The Fourth Korean National Health and Nutrition Examination Survey (IV-1 2007)*, (2008), Korea Centers for Disease Control and Prevention, pp.195-197.

96) K.I. Kwon, Won, Y.S. Kim, S.J. Kang, H. Kim, H.N. Kim, J.Y. Kim, S.Y. Kim, K. Lee, J.H. Jung, S.M. Ock, S.W. Ju, L.E. Kim, J.W. Kim, M.C. & Park, H.K., op.cit., pp.181-188.

따라서 panaxadiol을 첨가하여 제조한 파운드케이크와 대조구의 일반성분 함량을 분석하였다. Table 5에서와 같이, 대조구 및 실험구는 열량 400 Kcal, 수분함량 25%, 조단백질 5.5 g, 조지방 22 g, 회분 0.75 g, 환원당 46 g, 칼슘 25 mg, 철분 0.8 mg, 칼륨 88 mg, 나트륨 210 mg, 인 70 mg, retinol 130 RE, beta-carotene 32 µg, thiamin 52 µg, riboflavin 87 µg, niacin 345 µg 정도를 함유하고 있었고, 대조구와 실험구 간의 유의적인 차이는 관측되지 않았다. 따라서 panaxadiol 첨가 시 파운드케이크의 일반성분의 차이는 없는 것으로 사료되었다.

초·중등학교 학생들은 대부분 하루 2회 이상으로 간식으로 섭취하는데,⁹⁷⁾ 간식 중 과자 및 빵 등의 가공식품의 섭취가 증가하고 있다.⁹⁸⁾ 아동 및 청소년들이 선호하는 식품들은 대부분 나트륨 함량이 높은 것들이 많기 때문에⁹⁹⁾¹⁰⁰⁾¹⁰¹⁾, 국가에서는 아동의 식생활 안전관리를 위해 학교 주변 200미터 이내를 'green food zone'으로 정하여 당, 트랜스 지방 및 나트륨 함량이 높은 식품의 판매를 금지하고, 영양표시 실시도 강화하고 있다.¹⁰²⁾ 최근의 보고¹⁰³⁾에 의하면, 제과제빵류의 평균 나트륨 함량은 369.83 mg으로, 본 연구의 대조구 및 실험구보다 1.75배 높은 수치이다. 따라서 본 연구에서 적용한 파운드케이크 레시피를 이용할 경우, 나트륨 함량이 낮은 파운드케이크를 제조할 수 있을 것으로 사료되었다.

-
- 97) S.K. Choi, Choi, H.J. Chang, N.S. Cho, S.H. Choi, Y.S. Park, H.K. & Joung, H.J. (2008), "Snacking behaviors in middle and high school students in Seoul", *Korean J. Community Nutr* 13, pp.199-206.
- 98) O.H. Lee, Chung, Y.S & Moon, J.H., (2010), "Analysis of Na and Cl contents in children's favorite foods", *Korean J. Nutr* 43, pp.524-532.
- 99) M.H. Kang, & Yoon, K.S., (2009), "Elementary school students' amounts of sugar, sodium, and fats exposure through intake of processed food", *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr* 38, pp.52-61.
- 100) S.O. Kim, (2007), "Ginseng saponin-Re and Coix lachrymajobi var. mayuen regulate obesity related genes expressions, TNF-alpha, leptin, lipoprotein lipase and resistin in 3T3-L1 adipocytes", *J. Life Sci* 17, pp. 1523-1532.
- 101) M.F. Jacobson, (2005), "Sodium content of processed foods: 1983-2004", *Am. J. Clin. Nutr* 81, pp.941-942.
- 102) O.H. Lee, Chung, Y.S & Moon, J.H., op.cit., pp.524-532.
- 103) ibid, pp.524-532.

Table 5. Proximate composition of pound cake prepared with various concentration of panaxadiol

	Control	PD-1	PD-2	PD-3	p value
Energy (Kcal)	406.86±2.34	406.19±1.72	405.24±2.01	405.43±2.79	0.848
Moisture (%)	24.56±0.63	24.97±1.83	24.97±1.38	24.55±0.63	0.890
Crude protein (g)	5.47±0.07	5.47±0.10	5.43±0.12	5.48±0.09	0.938
Crude fat (g)	22.06±0.56	21.90±0.57	21.83±0.61	22.01±0.55	0.958
Ash (g)	0.76±0.021	0.75±0.037	0.76±0.019	0.74±0.018	0.565
Reducing sugar (g)	45.98±0.35	46.14±0.47	45.80±0.33	45.86±0.90	0.883
Ca (mg)	24.88±0.06	24.81±0.05	24.87±0.03	24.86±0.03	0.309
Fe (mg)	0.83±0.007	0.83±0.020	0.83±0.019	0.83±0.018	0.455
K (mg)	87.82±1.36	88.05±1.28	88.52±0.82	88.55±0.78	0.807
Na (mg)	211.93±2.09	210.92±3.01	210.36±0.78	210.23±1.86	0.750
P (mg)	69.82±0.92	69.84±0.86	69.86±1.17	69.69±0.87	0.230

	Control	PD-1	PD-2	PD-3	p value
Retinol (RE)	128.54±12.9 ₉	128.61±6.35	128.37±10.4 ₇	128.48±10.08	0.993
Beta-carotene (µg)	32.25±1.78	32.25±1.03	32.24±1.04	32.22±1.06	0.102
Thiamin (µg)	52.21±0.03	52.24±0.11	52.33±0.06	52.28±0.12	0.243
Riboflavin (µg)	87.29±0.14	87.31±0.11	87.31±0.14	87.40±0.14	0.396
Niacin (µg)	344.33±3.43	345.84±3.19	344.42±2.50	346.35±2.49	0.754

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained pound cake, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake, Control; not contained panaxadiol.

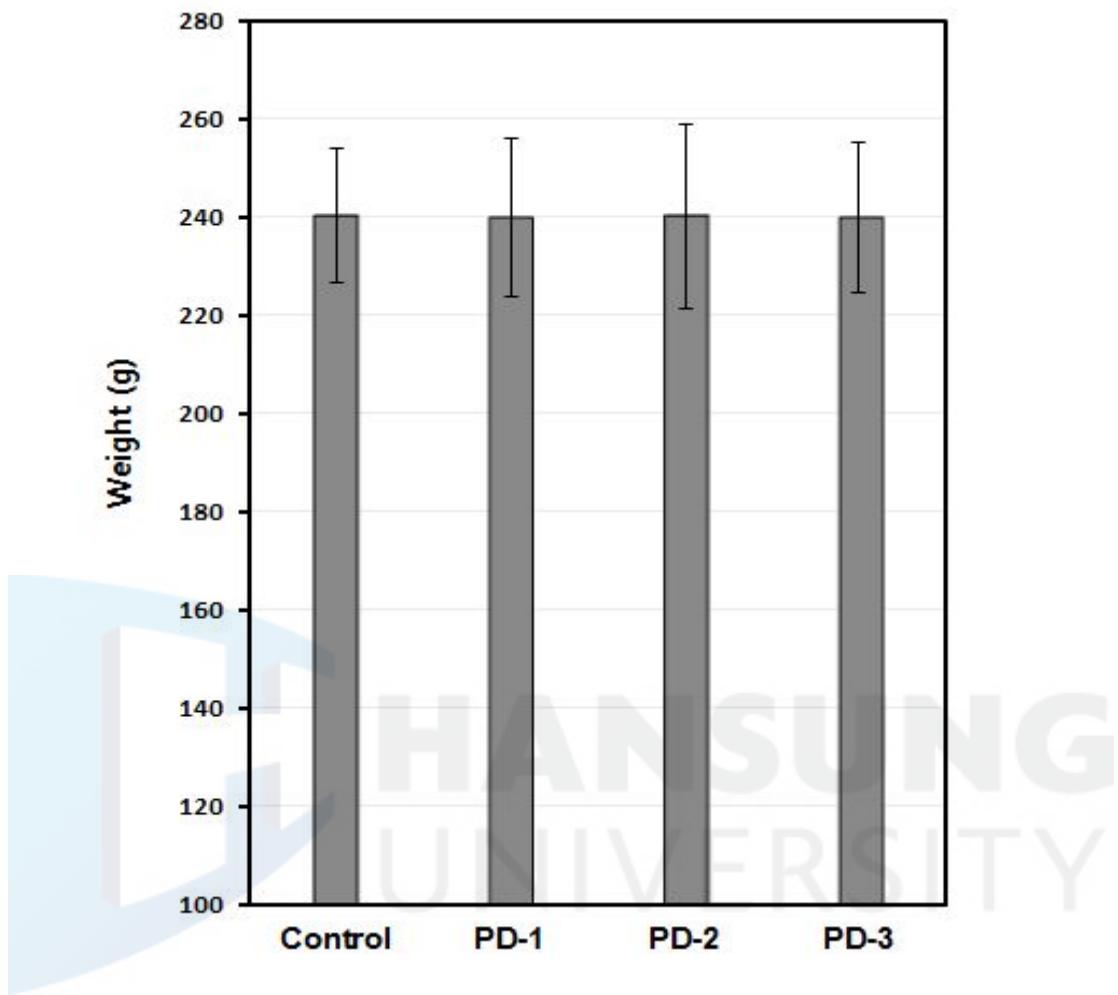


Fig. 8. Weight of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained pound cake, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake, Control; not contained panaxadiol. Significant differences were not detected among tested samples ($p < 0.965$).

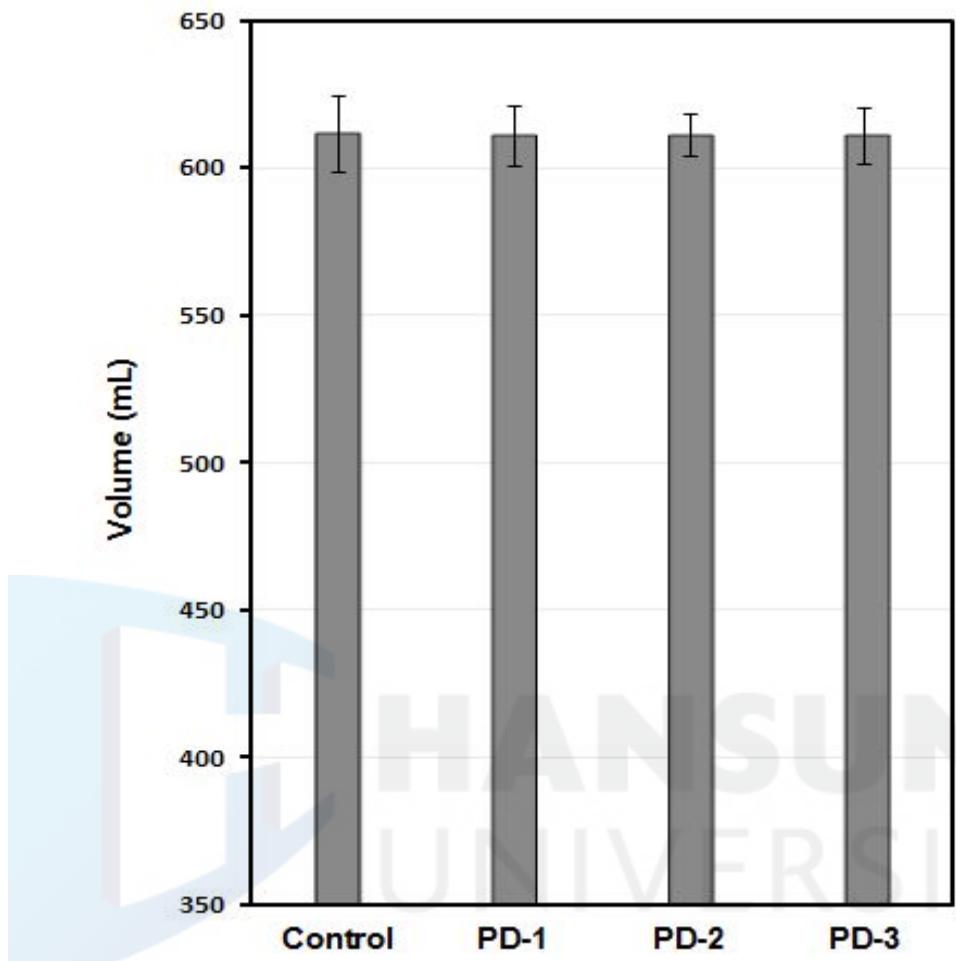


Fig. 9. Volume of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained pound cake, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake, Control; not contained panaxadiol. Significant differences were not detected among tested samples ($p < 0.669$).

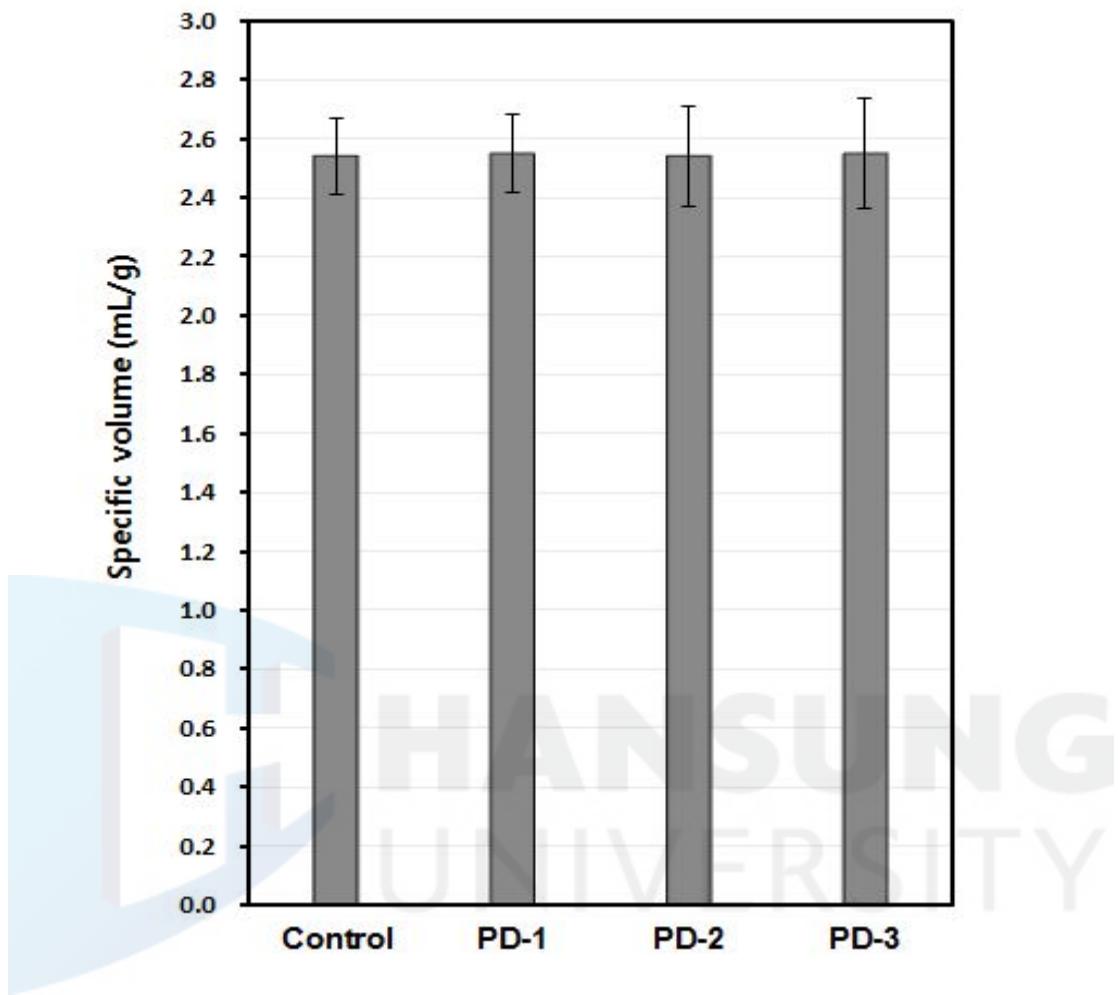


Fig. 10. Specific volume of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained pound cake, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake, Control; not contained panaxadiol. Significant differences were not detected among tested samples ($p < 0.995$).

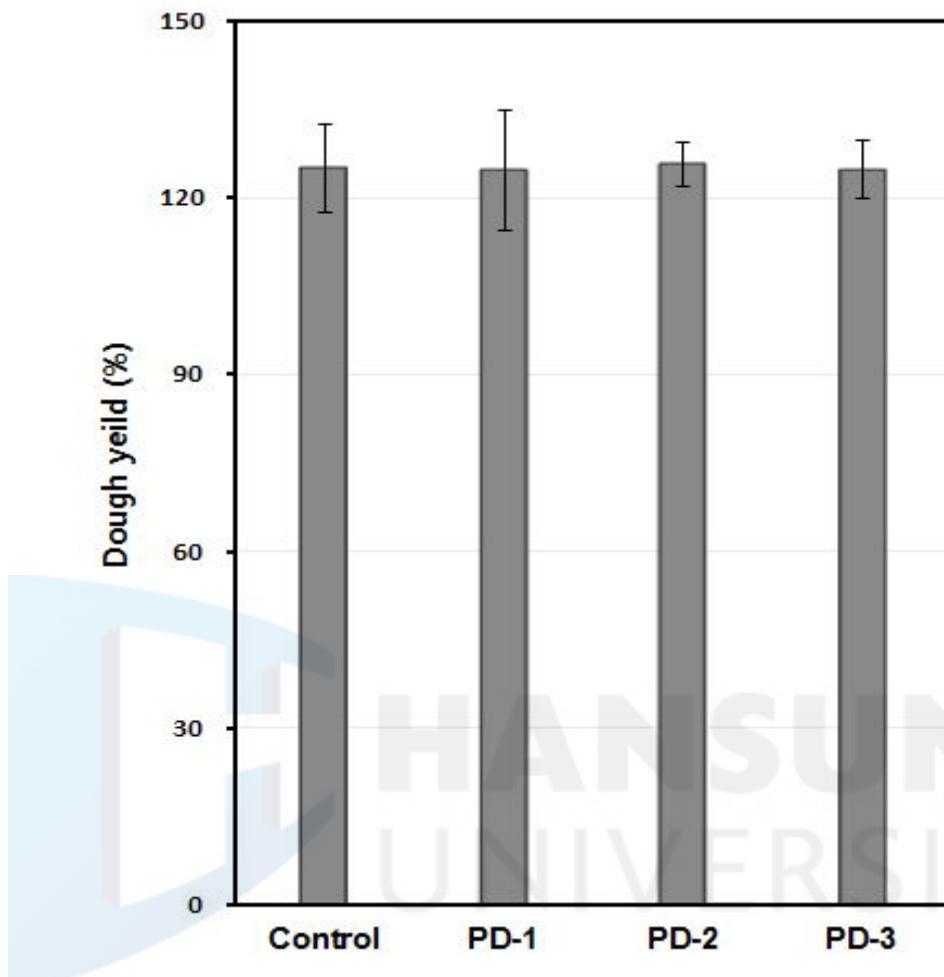


Fig. 11. Dough yield of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained pound cake, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake, Control; not contained panaxadiol. Significant differences were not detected among tested samples ($p < 0.391$).

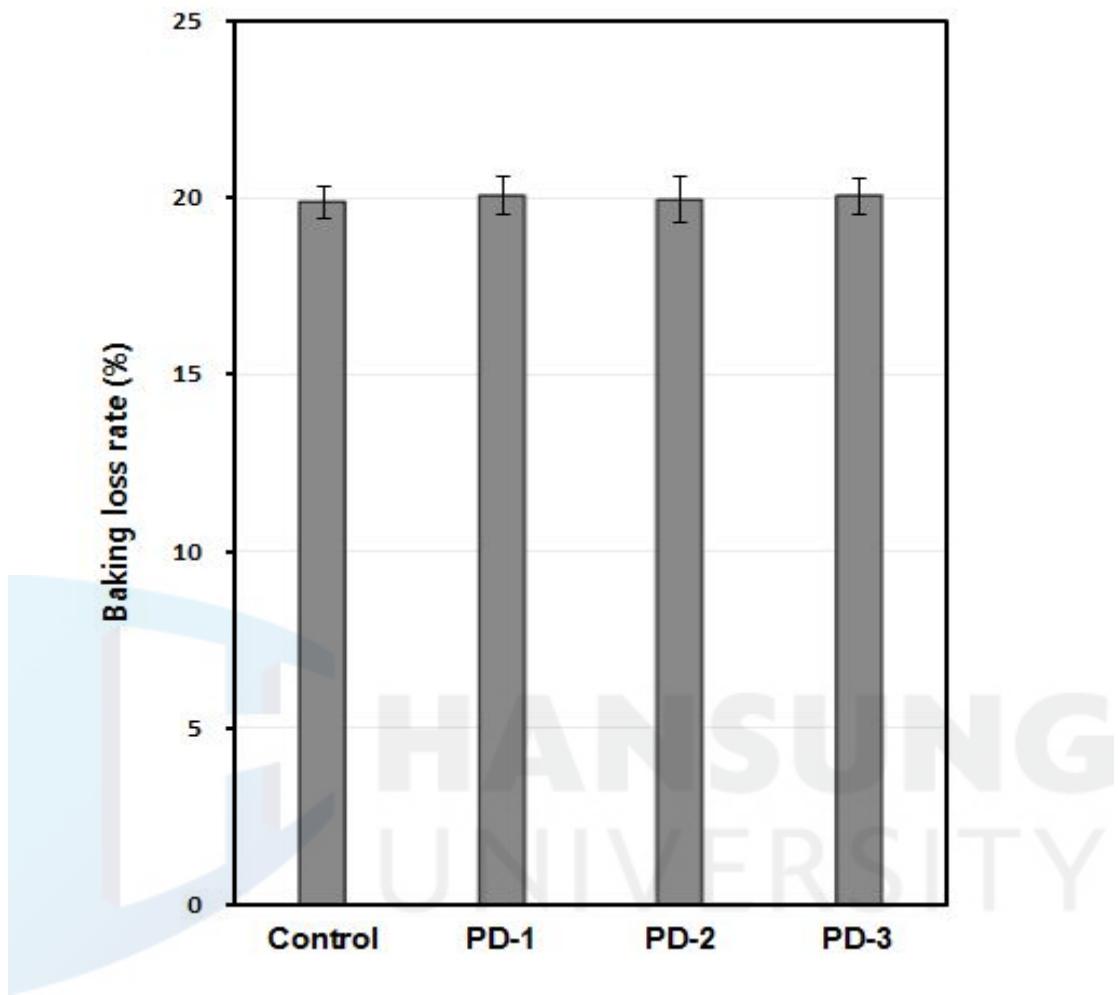


Fig. 12. Baking loss rate of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained pound cake, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake, Control; not contained panaxadiol. Significant differences were not detected among tested samples ($p < 0.965$).

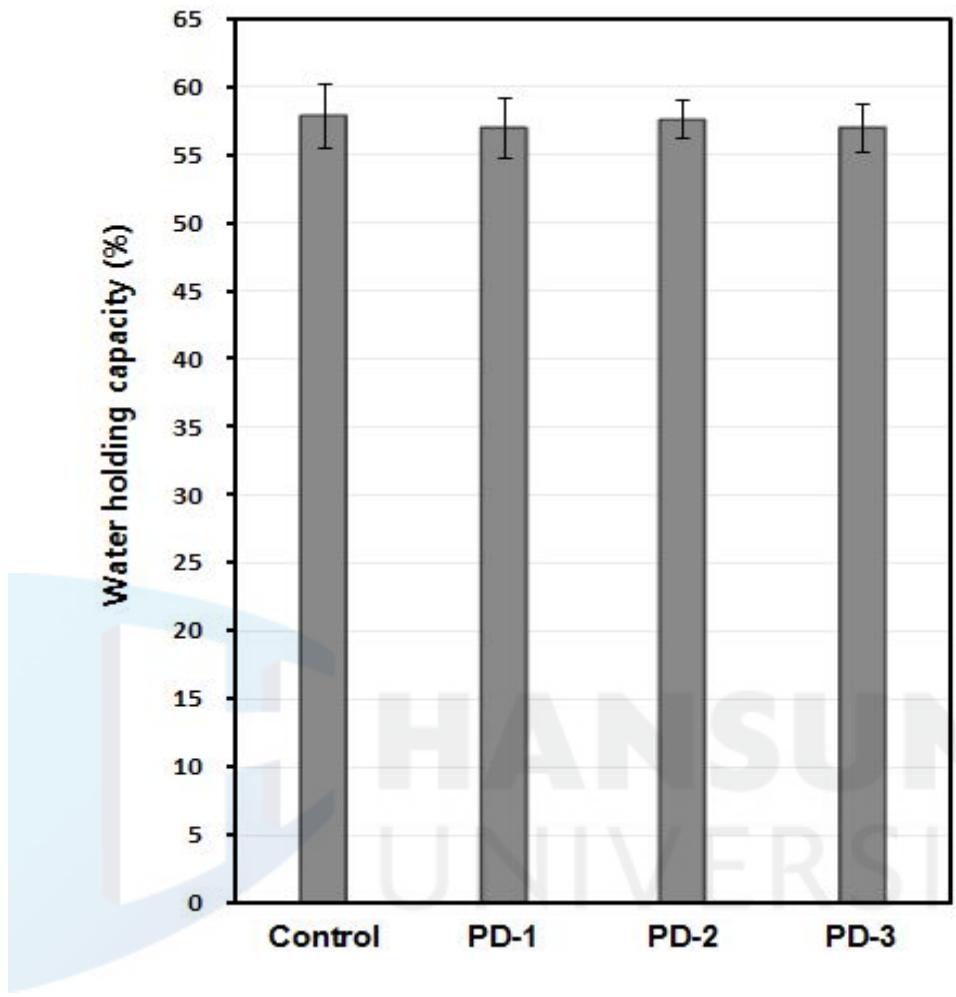


Fig. 13. Water holding capacity of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained pound cake, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake, Control; not contained panaxadiol. Significant differences were not detected among tested samples ($p < 0.922$).

Table 6. Correlation coefficients between baking loss rate (BLR) and quality characteristics in the pound cake added with various concentrations of panaxadiol

	Hardness	Volume	Moisture	WHC
BRL	0.862 ^a	-0.882 ^a	0.926 ^a	0.835 ^a

Superscript letter denotes value that was significantly correlated between categories ($p = 0.01$), analyzed by Simple linear regression analysis. WHC; water holding capacity, BLR; baking loss rate.

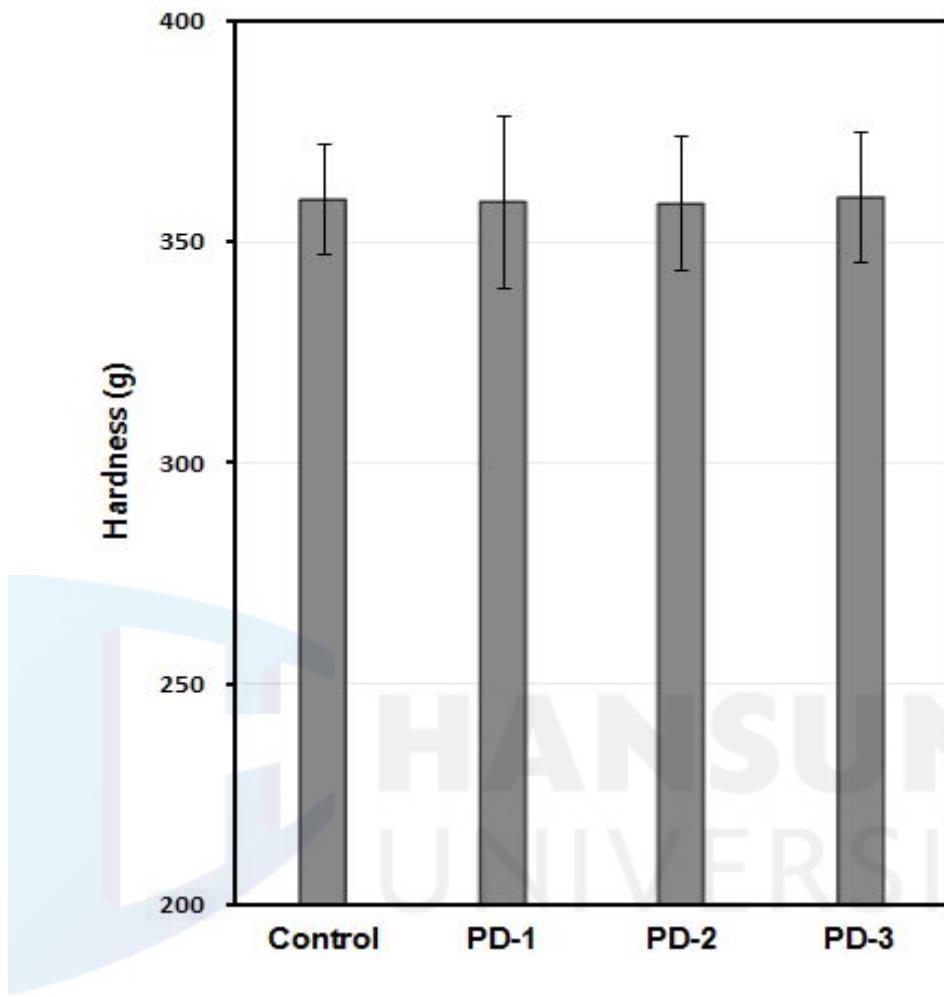


Fig. 14. Hardness of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake, PD-2; panaxadiol 0.5%

(w/w) contained pound cake, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake,

Control; not contained panaxadiol. Significant differences were not detected among tested samples ($p < 0.701$).

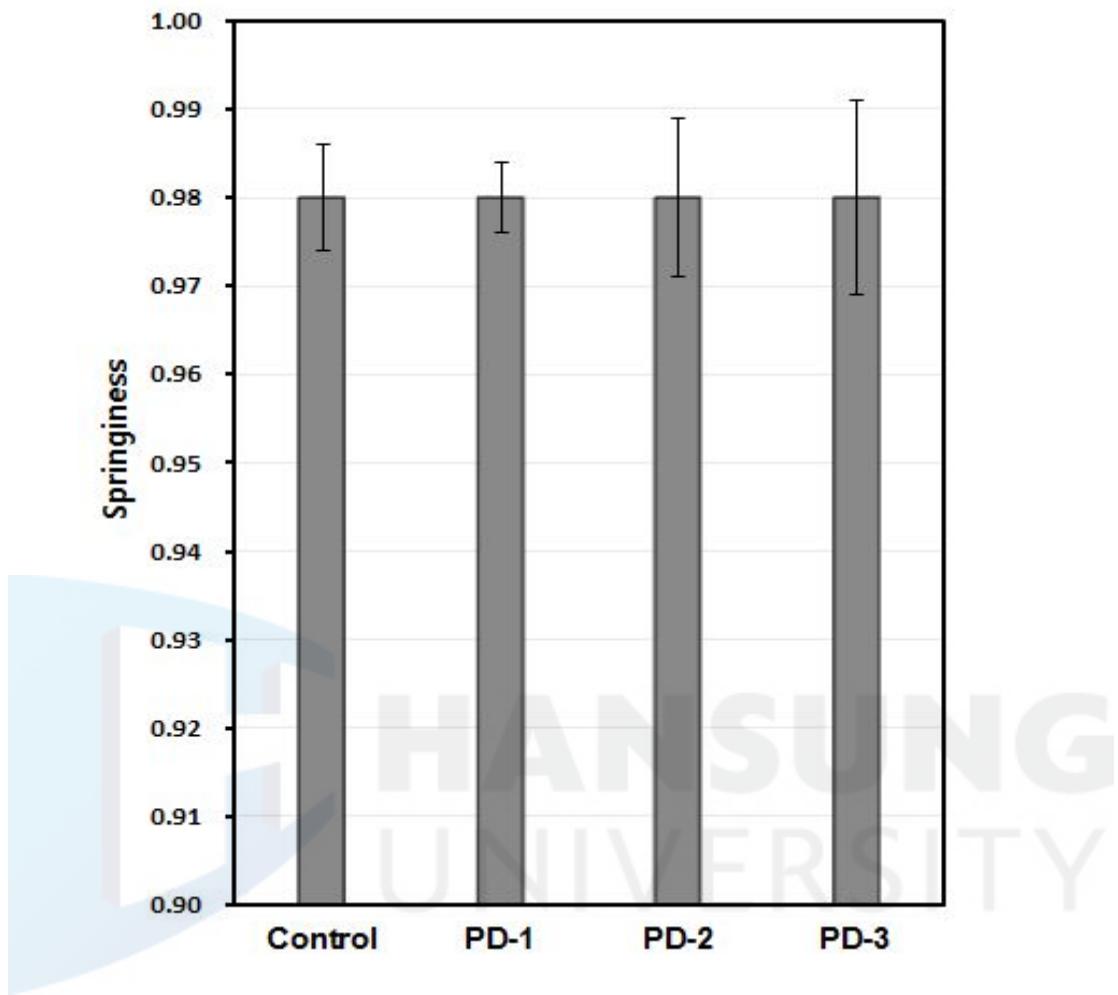


Fig. 15. Springiness of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained pound cake, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake, Control; not contained panaxadiol. Significant differences were not detected among tested samples ($p < 0.701$).

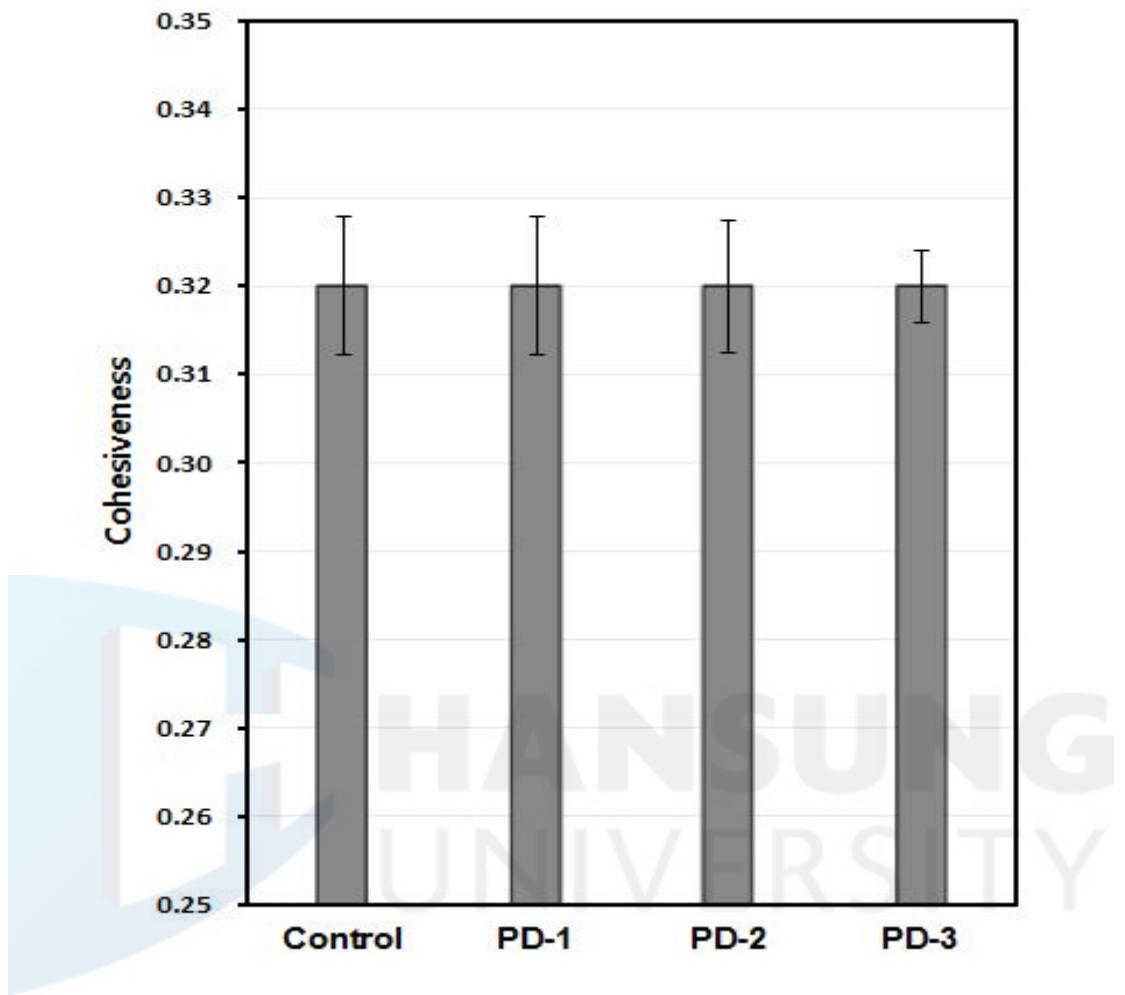


Fig. 16. Cohesiveness of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained pound cake, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake, Control; not contained panaxadiol. Significant differences were not detected among tested samples ($p < 0.983$).

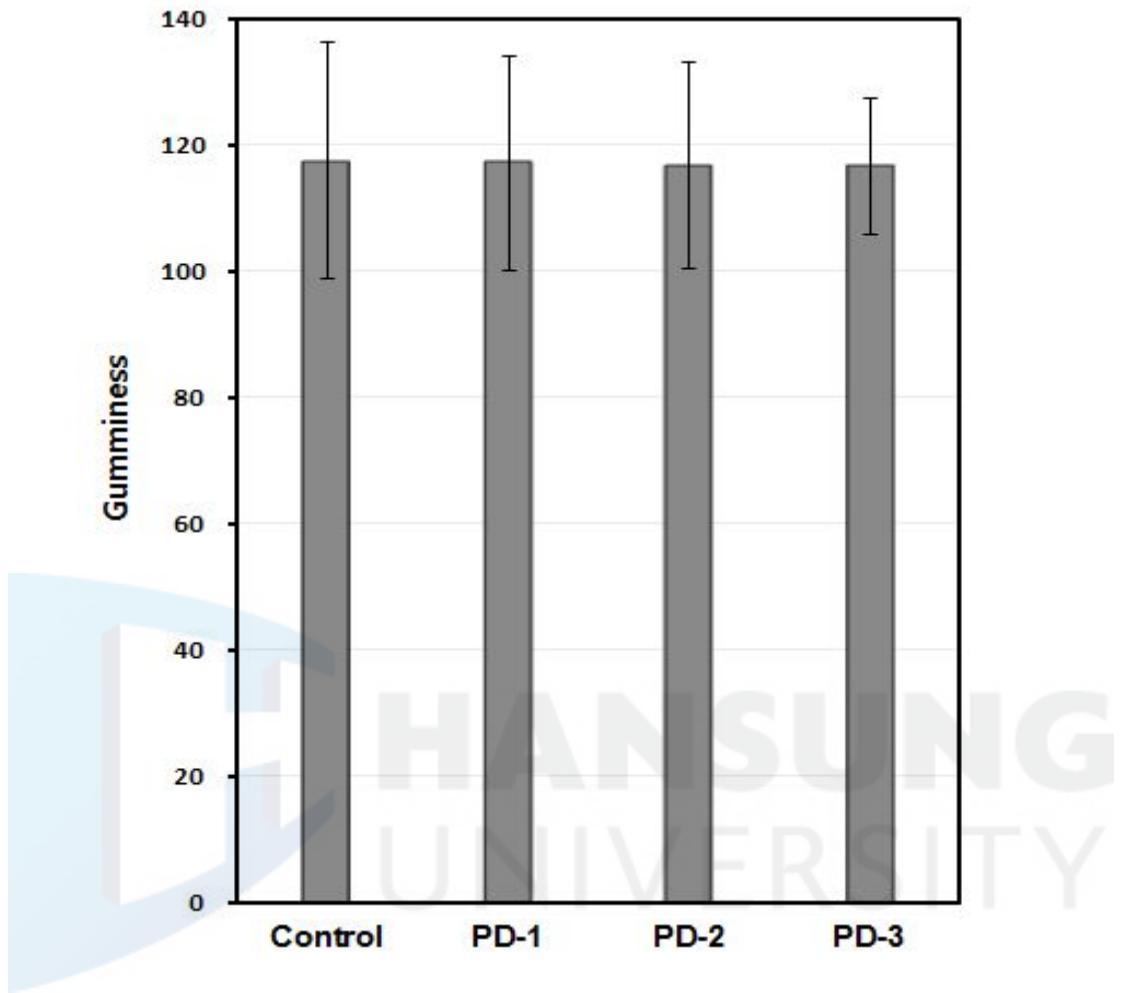


Fig. 17. Gumminess of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained pound cake, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake, Control; not contained panaxadiol. Significant differences were not detected among tested samples ($p < 0.970$).

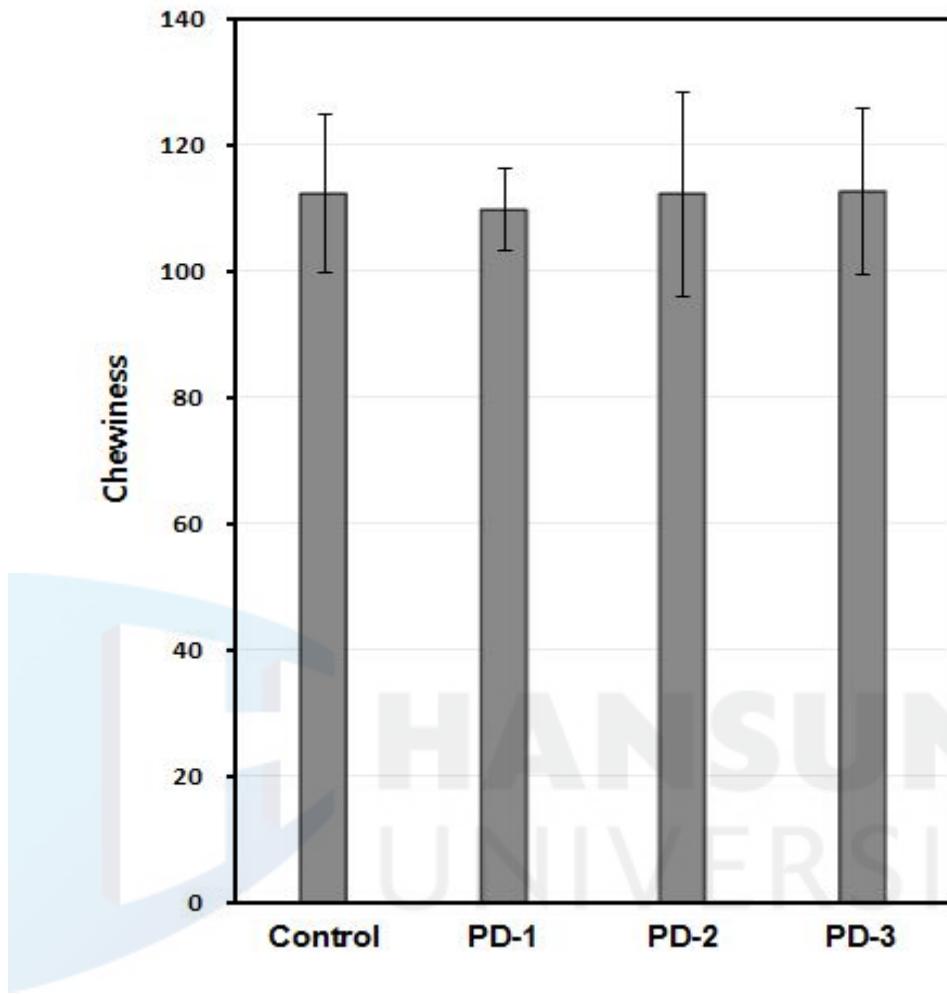


Fig. 18. Chewiness of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained pound cake, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake, Control; not contained panaxadiol. Significant differences were not detected among tested samples ($p < 0.970$).

Table 7. Pearson's correlation coefficients of the quality characteristics in the pound cake added with various concentrations of panaxadiol

	Hardness	Weight	Volume	SV	Moisture	WHC
Hardness	1	0.808 ^a	-0.823 ^a	-0.803 ^a	0.695 ^b	0.848 ^a
Weight	0.808 ^a	1	-0.746 ^a	-0.975 ^a	0.759 ^a	0.877 ^a
Volume	-0.823 ^a	-0.746 ^a	1	0.793 ^a	-0.766 ^a	-0.764 ^a
SV	-0.803 ^a	-0.975 ^a	0.793 ^a	1	-0.764 ^a	-0.833 ^a
Moisture	0.695 ^b	0.759 ^a	-0.766 ^a	-0.764 ^a	1	0.762
WHC	0.848 ^a	0.877 ^a	-0.764 ^a	-0.833 ^a	0.762	1

Superscript letters denote values that were significantly different. a; significant at $p = 0.01$, b; significant at $p = 0.05$, analyzed by Simple linear regression analysis. SV; specific volume, WHC; water holding capacity.

Table 8. Chromaticities of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol

		Control	PD-1	PD-2	PD-3	p value
Crumb	L (Lightness)	70.73±0.61	71.10±0.66	70.97±0.51	71.23±0.38	0.721
	a (Redness)	-2.17±0.06	-2.13±0.05	-2.20±0.11	-2.13±0.57	0.627
	b (Yellowness)	30.17±1.15	30.20±1.16	30.13±0.57	30.13±0.15	0.863
	Chroma	30.24±1.17	30.28±0.98	30.21±0.51	30.21±1.49	0.870
	Hue angle	94.11±1.02	94.04±1.10	94.18±1.96	94.05±1.26	0.628
Crust	L (Lightness)	50.58±0.21	50.23±0.12	50.47±0.25	50.50±0.26	0.332
	a (Redness)	2.33±0.25	2.53±0.32	2.27±0.31	2.30±0.21	0.648
	b (Yellowness)	25.03±0.31	24.93±0.15	25.10±0.35	25.00±0.26	0.901
	Chroma	25.14±0.33	25.06±0.18	25.20±0.34	25.11±0.25	0.937
	Hue angle	84.68±0.51	84.20±0.70	84.34±0.71	84.74±0.49	0.601

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained pound cake, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake, Control; not contained panaxadiol.

Table 9. Hunter's L, a, and b values of panaxadiol

Lightness (L)	Redness (a)	Yellowness (b)
82.5±0.2	-9.2±0.1	29.4±0.2

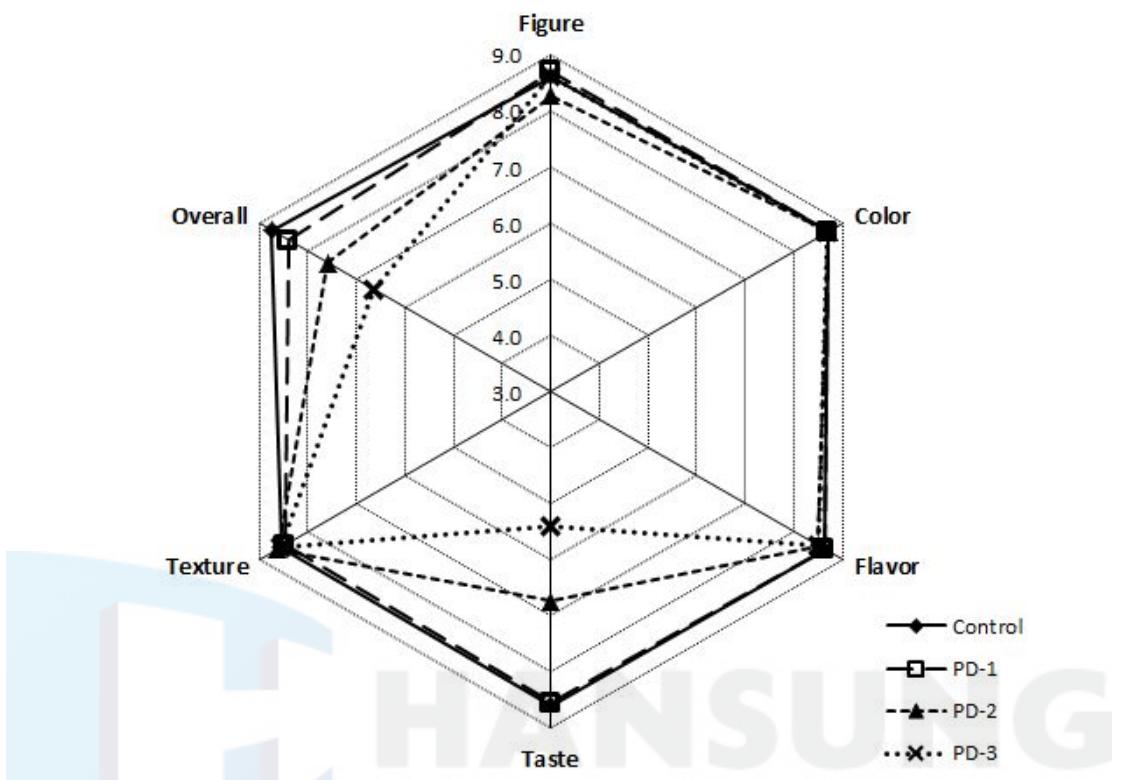


Fig. 19. Sensory evaluation of the pound cake added with various concentrations of panaxadiol.

PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained pound cake, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake, Control; not contained panaxadiol. Significant differences were not detected among tested samples in figure ($p = 0.441$), color ($p = 0.823$), flavor ($p = 0.432$), and texture ($p = 0.589$) categories. Significant differences were observed between the control group and the tested groups in taste ($p = 0.001$) and overall acceptability ($p = 0.011$) categories.

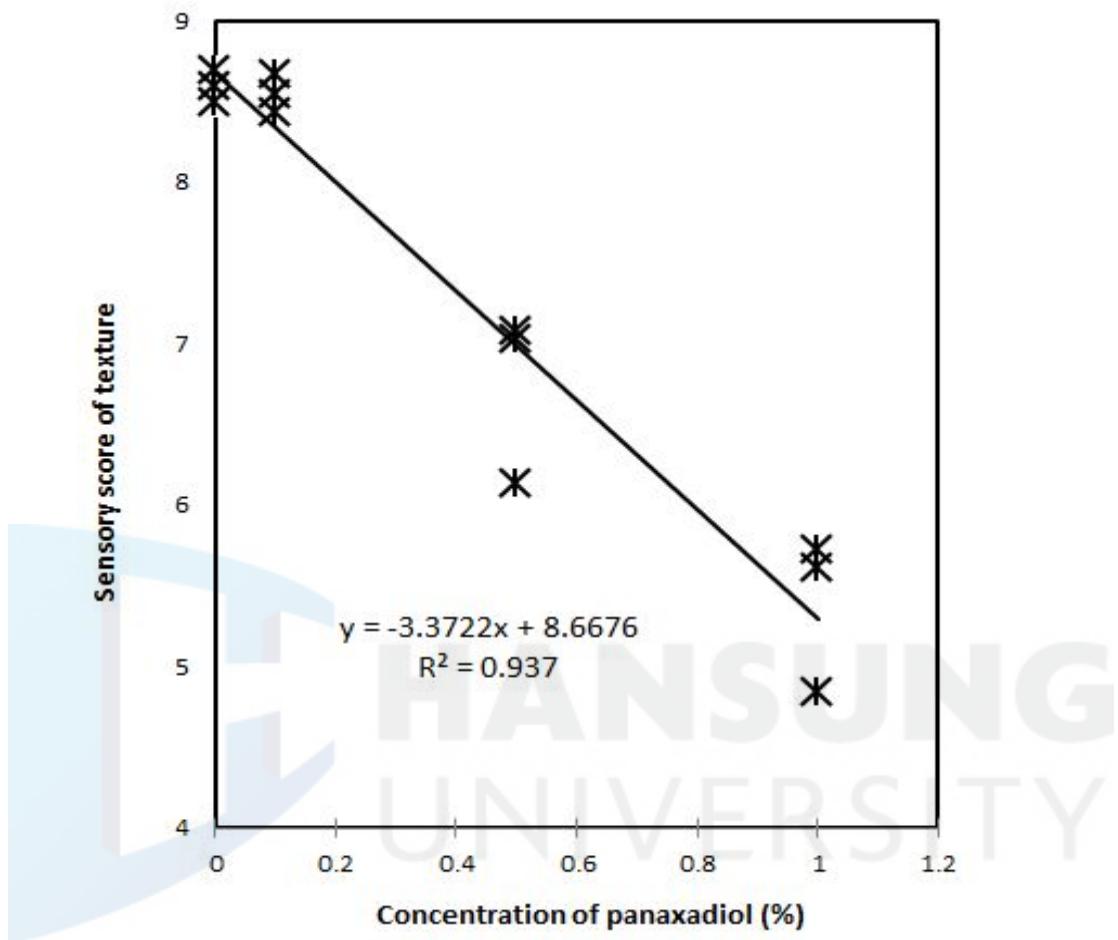


Fig. 20. Correlation between the sensory score of texture and the concentration of panaxadiol.

Pearson's correlation coefficient was $r^2 = -0.968$ ($p = 0.01$).

Table 10. Pearson's correlation coefficients of the sensory characteristics in the pound cake added with various concentrations of panaxadiol

	Figure	Color	Flavor	Taste	Texture	OA*
Figure	1	0.406	0.157	0.188	-0.026	0.116
Color	0.406	1	-0.233	0.173	0.053	0.239
Flavor	0.157	-0.233	1	0.493	-0.436	0.51
Taste	0.188	0.173	0.493	1	-0.085	0.964 ^a
Texture	-0.026	0.053	-0.436	-0.085	1	-0.192
OA	0.116	0.239	0.51	0.964 ^a	-0.192	1

*OA; overall acceptability. Superscript letter denotes value that was significant at $p = 0.001$.

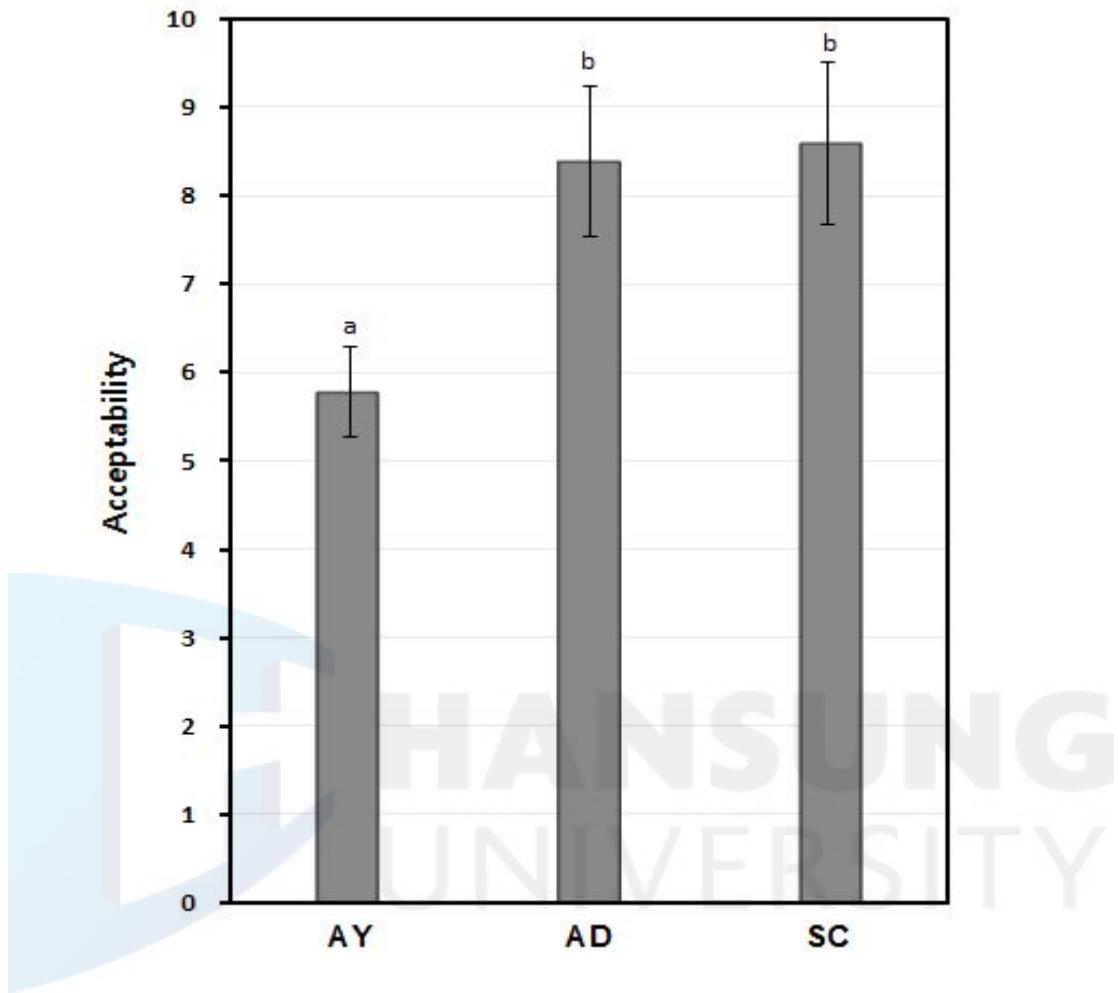


Fig. 21. Acceptability of bitter and/or astringency taste in the 0.5% panaxadiol added pound cake.

AY; Adolescence and young adults (10–20 generation), AD; adults (30–40 generation), SC; senescence (over 50 generation). Same letters in a figure denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

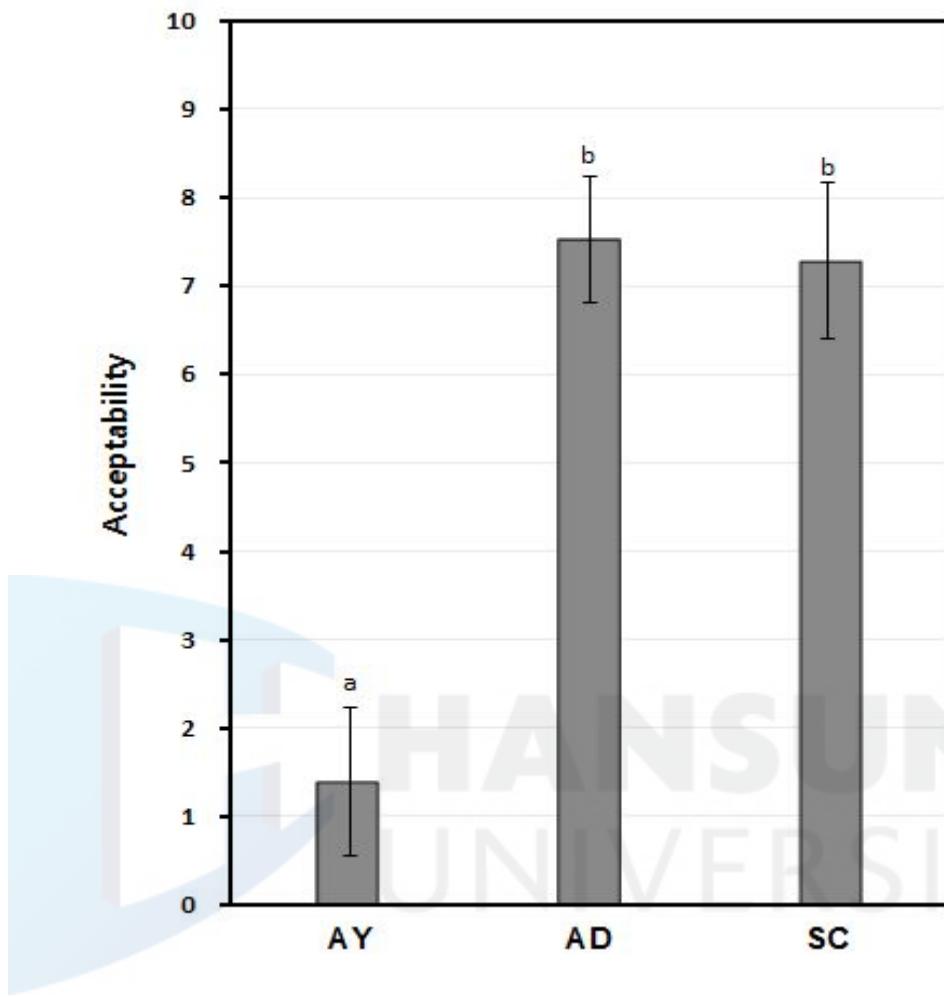


Fig. 22. Acceptability of bitter and/or astringency taste in the 1.0% panaxadiol added pound cake.

AY; Adolescence and young adults (10–20 generation), AD; adults (30–40 generation), SC; senescence (over 50 generation). Same letters in a figure denote values that were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

제 3 절 Panaxadiol을 첨가한 파운드케이크의 건강기능성

1. Panaxadiol 파운드케이크 냉수추출물이 전구지방세포의 생육에 미치는 영향

전술한 바와 같이, panaxadiol을 첨가하여 제조한 파운드케이크를 동결건조한 후, 실온에서 물로 추출하였다. 파운드케이크의 냉수추출물이 전구지방세포인 3T3-L1의 생육에 미치는 영향을 파악하였다 (Fig. 23). 파운드케이크의 종류에 관계없이 25 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 까지는 3T3-L1 cell line의 생육에 아무런 영향을 미치지 않았으나, 파운드케이크 냉수추출물의 처리 농도가 증가할수록 3T3-L1 cell line의 생육이 점차 감소하였다. 이는 파운드케이크 냉수추출물의 처리 농도와 비례하였다 (Table 11). 그러나 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 파운드케이크 냉수추출물을 처리하였을 때에도, 3T3-L1의 relative viability는 90% 이상을 유지하였다. 따라서 파운드케이크 냉수추출물 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 를 사용하였다.

2. Panaxadiol 파운드케이크 냉수추출물이 지방세포의 성장에 미치는 영향

[실험 및 방법]에서 서술한 바와 같이 파운드케이크에 포함된 유지의 추출을 최소화하기 위하여, 모든 시료를 실온에서 물로 추출하였다. 각각의 추출물 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 를 전구지방세포가 지방세포로 분화되는 과정에 처리하여, 파운드케이크 및 panaxadiol이 지방세포의 분화에 미치는 영향을 측정하였다 (Figs. 24-25). Figs. 24-25에서와 같이, 정상적인 실험조건에서 전구지방세포가 지방세포로 분화되는 정도 (Normal group)를 기준으로 하였을 때, control group은 지방세포로의 분화를 유의적으로 촉진하였다. 반면에 PD-1의 adipogenesis 정도는 normal group 보다는 약간 높았으나 두 실험구 사이에 유의적인 차이는 관측되지 않았고, PD-2 및 PD-3의

adipogenesis는 normal group보다 유의적으로 감소하였다. Fig. 26에서와 같이, panaxadiol 처리농도와 adipogenesis 사이에는 강한 음의 상관관계 ($r^2 = -0.841$, $p = 0.01$)가 존재하였다. 즉, panaxadiol의 처리 농도가 증가 할수록 전구지방세포가 지방세포로 분화되는 정도가 유의적으로 감소하였다. 따라서 panaxadiol을 첨가한 파운드케이크는 지방세포가 분화되는 것을 억제하는 효과를 지닌 것으로 사료되었다.

전구지방세포인 3T3-L1은 glucocorticoid dexamethasone과 phosphodiesterase inhibitor인 methylisobutylxanthine의 처리에 의해 지방 세포로 분화된다. 지방세포로의 분화에는 100여 가지가 넘는 단백질의 발현이 관여된다. 즉, C/EBPs family¹⁰⁴⁾ ¹⁰⁵⁾, PPAR γ ¹⁰⁶⁾, ADD1/SREBP1 c¹⁰⁷⁾ 등은 지방세포로의 분화를 촉진하는 것으로 알려져 있는 대표적인 전사인자들이다. 반면에, Wnt 계열 단백질¹⁰⁸⁾, TGF- β ¹⁰⁹⁾, PGF2 α ¹¹⁰⁾는 전구지방세포의 분화를 억제한다.

Compound K는 panaxadiol의 최종분해산물이다.¹¹¹⁾의 보고에 의하면 compound K는 3T3-L1이 지방세포로 분화되는 것을 억제하였다. Panaxadiol에는 compound K 외에도 많은 종류의 사포닌이 포함되어 있다. 따라서 panaxadiol을 첨가한 파운드케이크가 지방세포의 분화를 억제

-
- 104) G.J. Darlington, Ross, S.E. & MacDougald, O.A., (1998), "The role of C/EBP genes in adipocyte differentiation", *J. Biol. Chem* 273, pp.30057-30060.
- 105) R.P. Brun, J.B. Kim, H.u. E, Altok, S. & Spiegelman, B.M., (1996), "Adipocyte differentiation: a transcriptional regulatory cascade", *Curr. Opin. Cell Biol* 8, pp.826-832.
- 106) J.B. Kim, & Spiegelman, B.M., (1996), "ADD1/SREBP1 promotes adipocyte differentiation and gene expression linked to fatty acid metabolism", *Genes Dev* 10, pp.1096-1097.
- 107) ibid, pp.1096-1097.
- 108) K.A. Lugo, Kennell, J.A. Ochocinska, M.J. Ross, S.e. Wright, W.S. & MacDougald, O.A., (2002), "Wnt signaling protects 3T3-La preadipocytes from apoptosis through induction of insulin-like growth factors", *J. Biol. Chem* 277, pp.38239-38244.
- 109) L. Choy, Skillington, J. & Derynck, R.J., (2000), "Roles of autocrine TGF-beta receptor and Smad signaling in adipocyte differentiation", *J. Cell Biol* 149, pp.667-682.
- 110) G.Y. Chiou, & Fong, J.C., (2005), "Synergistic effect of prostaglandin F2 α and cyclic AMP on glucose transport in 3T3-L1 adipocytes", *J. Cellular Biochem* 94, pp.627-634.
- 111) YS, Choi, Han, GC, Han, EJ, Park, KJ, Sung, JH, & Chung, SH. op.cit., pp.79-85.

하는 과학적인 기전을 설명할 수는 없었고, 이에 관한 후속연구가 필요한 것으로 사료되었다.

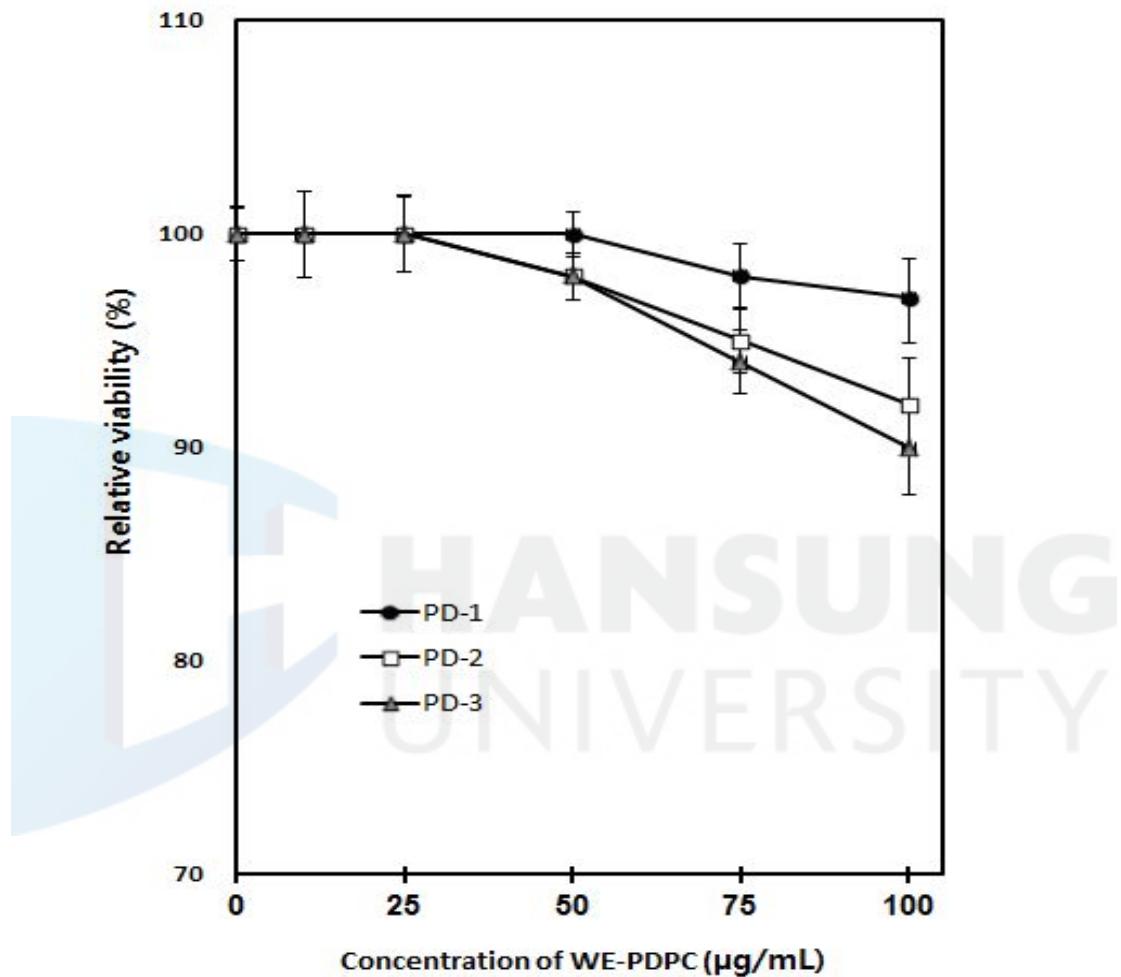


Fig. 23. Viability of 3T3-L1 cell line treated with cold water extracts of panaxadiol added pound cakes.

WE-PDPC; cold water extracts of panaxadiol added pound cake. PD-1; panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake, PD-2; panaxadiol 0.5% (w/w) contained pound cake, PD-3; panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake.

Table 11. Correlation of the panaxadiol concentration and the viability of 3T3-L1 cell line

Group	Equation	Correlation
PD-1	$y = -0.0308x + 100.5$	$R^2 = 0.8128$
PD-2	$y = -0.0824x + 101.07$	$R^2 = 0.9281$
PD-3	$y = -0.1015x + 101.4$	$R^2 = 0.9091$

PD-1; cold water extract of panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake,

PD-2; cold water extract of panaxadiol 0.5% (w/w) contained pound cake,

PD-3; cold water extract of panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake.

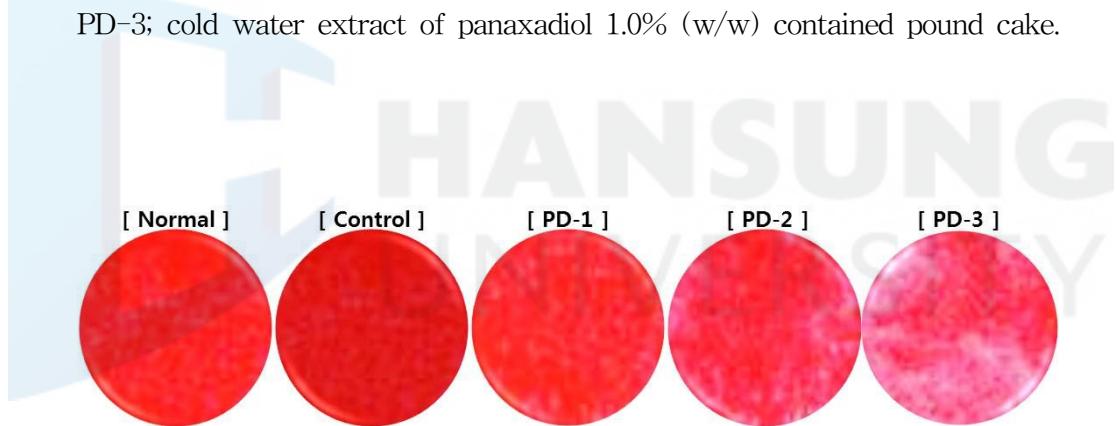


Fig. 24. Comparison in the differentiation were examined by Oil red O staining for adipogenesis.

The adipogenic differentiation of the control group was superior to the panaxadiol treated groups. Magnification was $\times 200$. PD-1; cold water extract of panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake, PD-2; cold water extract of panaxadiol 0.5% (w/w) contained pound cake, PD-3; cold water extract of panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake.

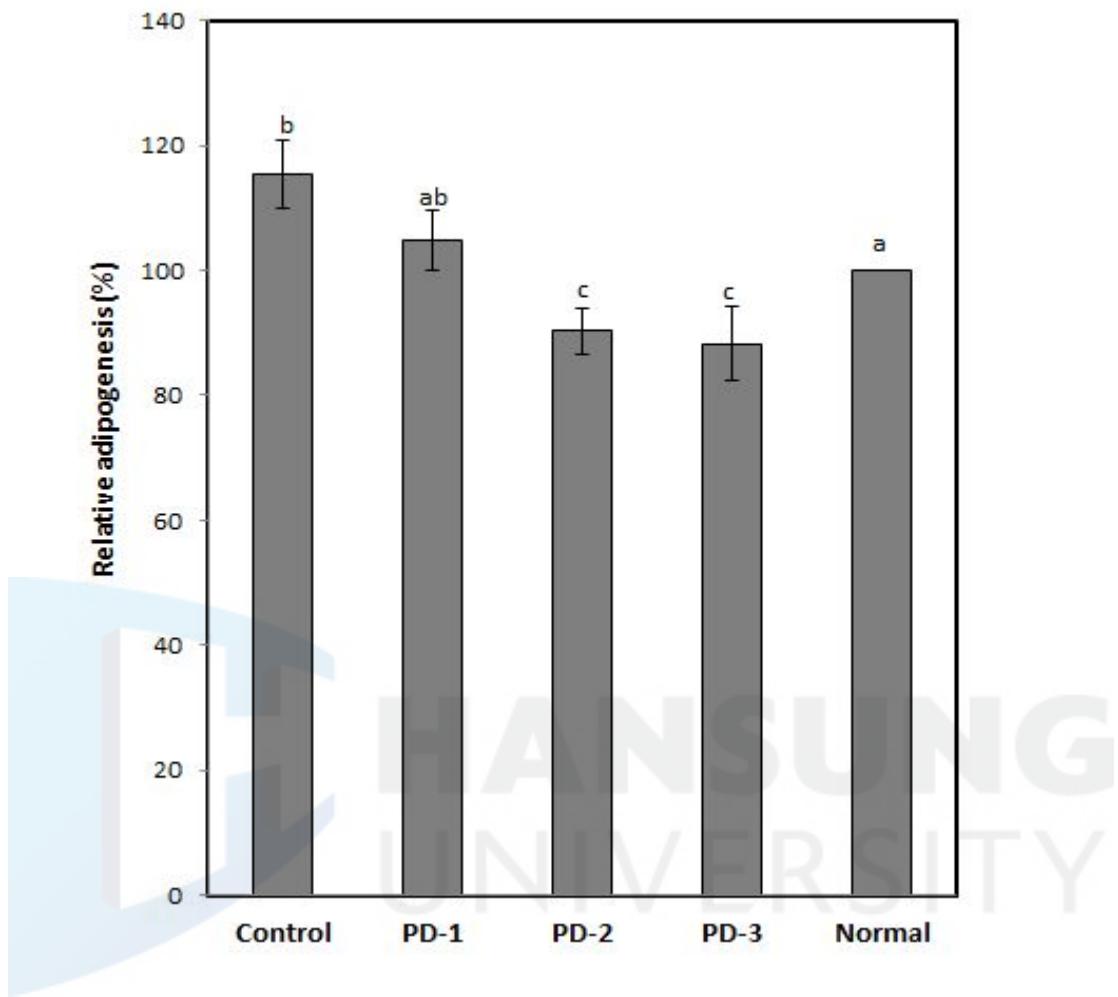


Fig. 25. Mean level of adipogenic differentiation in the 3T3-L1 cell line which were treated with the cold water extracts of panaxadiol contained pound cakes.

Control; cold water extract of pound cake, PD-1; cold water extract of panaxadiol 0.1% (w/w) contained pound cake, PD-2; cold water extract of panaxadiol 0.5% (w/w) contained pound cake, PD-3; cold water extract of panaxadiol 1.0% (w/w) contained pound cake, Normal; differentiated adipocytes (3T3-L1). After Oil red O staining, the optical density of Oil red O-positive cells was determined at 510 nm.

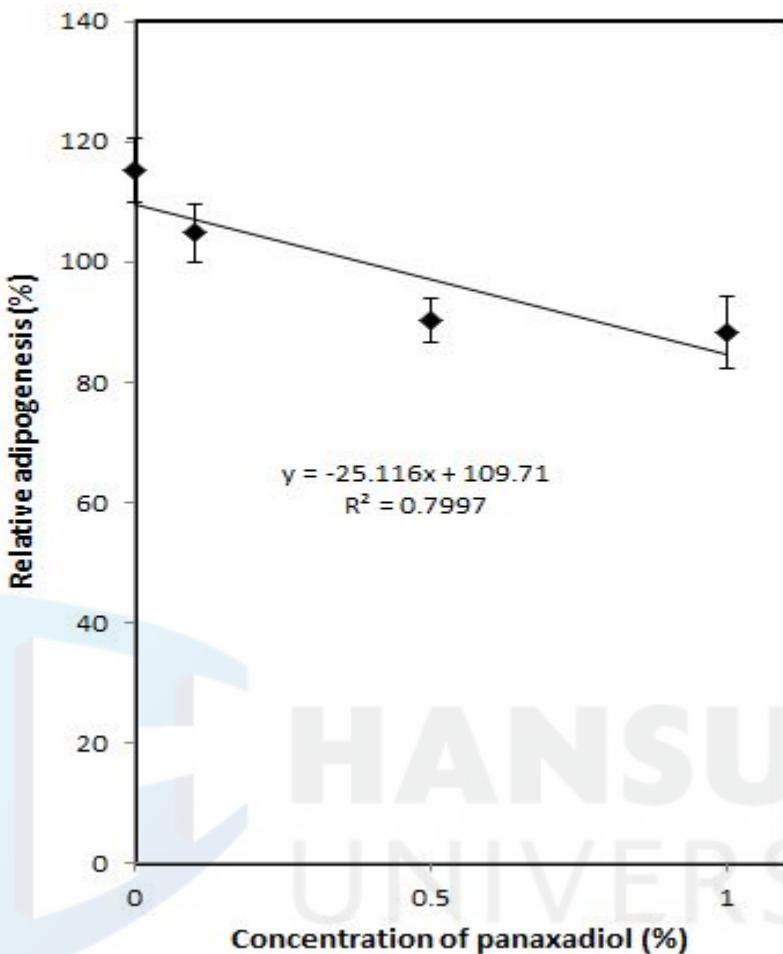


Fig. 26. Relationship between the concentration of panaxadiol and relative adipogenesis.

Pearson's correlation coefficient was $r^2 = -0.841$ ($p = 0.01$). Adipogenesis was determined by Oil red O staining described in the Section of Materials and Methods.

제 5 장 결 론

본 연구에서는 다양한 약리적 효능과 기능성을 갖고 있는 인삼분획물을 제품 제조에 이용하고자 인삼분획물 분말을 제조해 파운드케이크에 첨가해 제조한 후 반죽의 물리화학적 특성, 일반성분, 색도 등을 분석하고 관능검사를 통해 제품의 특성을 실험한 결과는 다음과 같다.

1. 파운드케이크 반죽의 물리적 특성에서 pH는 panaxadiol 첨가구와 대조구 사이에는 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 본 실험에 사용한 panaxadiol의 색은 황갈색으로 파운드케이크 제조 시에 panaxadiol을 첨가하여도 케이크 반죽의 색도에는 영향을 주지 않았다. 반죽의 pH가 높을수록 완성된 제품의 질감은 “되게 (finer)”된다. 따라서 제품에 따라 적정한 pH 수준을 갖는 것이 좋다. 본 연구에서의 반죽의 pH는 7.01-7.08 범위로 기존에 보고된 파운드케이크 반죽의 pH 범위와 유사하였다.

2. 파운드케이크 반죽의 수분함량은 32.607-33.138% 범위로, specific gravity는 0.514-0.517 범위로 대조구와 실험구 간에 유의적인 차이가 판측되지 않았다.

최종 제품의 대칭 (symmetry), 질감, 및 표면 특성 (grain)에 영향을 주는데 반죽에 첨가하는 부재료, 혼합 방법 (mixing operation), 및 혼합 기기가 변화될 경우, 반죽의 specific gravity는 변화한다. 대조구 및 실험구의 specific gravity는 0.84-0.87로 파운드케이크 반죽에 최적인 specific gravity (0.8-0.9)를 나타내어 panaxadiol은 전분 및 단백질을 포함하지 않기 때문에 케이크 반죽의 물리적 특성을 변화시키지 않았던 것으로 사료되었다.

3. Panaxadiol을 첨가한 파운드케이크의 품질 특성에서는 일반성분 함량에서는 대조구와 실험구 간의 유의적인 차이를 나타내지 않아 panaxadiol 첨가 시 파운드케이크의 일반성분의 차이는 없는 것으로 나타내었다.

4. Panaxadiol 의 첨가가 파운드케이크의 가공 적성에 미치는 영향에서는 파운드케이크 제조 시에 첨가된 panaxadiol의 함량 (%)은 사용된 밀가루 중량의 0.1-1.0%이었다. 대조구 및 실험구의 중량, 부피 및 specific volume은 유의적인 차이를 나타내지 않았는데 이는 파운드케이크를 제조하는 과정이 동일하였기 때문에, 대조구와 실험구의 중량, 부피, 및 specific volume에 유의적인 차이가 없었던 것으로 나타내었다. 대조구 및 실험구의 반죽수율, 굽기손실율 및 수분보유율은 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 따라서 panaxadiol은 파운드케이크의 굽기 과정에 영향을 미치지 않는 것으로 사료되었다.

굽기손실율이 hardness ($r^2 = 0.862, p < 0.01$), 수분함량 ($r^2 = 0.926, p < 0.01$), 및 수분보유력 ($r^2 = 0.835, p < 0.01$)과 강한 양의 상관관계를 나타내는 반면, 굽기손실율과 케이크의 부피 사이에는 강한 음의 상관관계 ($r^2 = -0.882, p < 0.01$)를 나타내었다. 이는 굽는 과정에서의 수분은 수증기로 팽창되어 케이크의 부피를 팽창시키며, 굽기손실율이 적을수록 케이크 내부에 보존되는 수분의 양이 많기 때문에 케이크가 보다 촉촉한 질감을 갖는 것을 알 수 있었다.

5. Panaxadiol을 넣은 파운드케이크의 texture는 첨가되는 부재료의 특성에 따라 달라지는데 본 실험에서는 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 파운드케이크의 hardness는 케이크의 중량 ($r^2 = 0.808, p < 0.01$), 수분보유력 ($r^2 = 0.848, p < 0.01$) 및 수분함량 ($r^2 = 0.695, p < 0.05$)에 비례하고, 케이크의 specific volume ($r^2 = -0.803, p < 0.01$)과 부피에 반비례 ($r^2 = -0.823, p < 0.01$)하였다. 케이크의 부피는 중량 ($r^2 = -0.823, p < 0.01$), hardness ($r^2 = -0.823, p < 0.01$), 수분함량 ($r^2 = -0.766, p < 0.05$), 및 수분보유력 ($r^2 = -0.764, p < 0.01$)에 반비례하여 케이크의 부피가 클수록, 기공이 발달하여 softness가 증가하므로 경도가 감소하는 것을 알 수 있었다.

6. Panaxadiol을 첨가한 파운드케이크의 색도에서 대조구 및 실험구의

crust의 색도는 갈색을, crumb의 색도는 미황색을 나타내었고, 대조구와 실험구 간의 유의적인 차이는 없었다. panaxadiol은 미황색의 분말이기 때문에 panaxadiol을 넣은 파운드 케이크 (crust 및 crumb) 색도의 변화에 영향을 미치지 않았다.

7. Panaxadiol을 첨가한 파운드케이크의 관능검사의 파운드케이크의 외관, 색, 향기 및 질감에 대한 관능 특성은 대조구와 실험구 간에 유의적인 차이가 없었으나 panaxadiol 첨가량과 쓴맛의 관능검사 결과가 강한 음의 상관관계 ($r^2 = -0.968$, $p = 0.01$)를 나타내어 panaxadiol의 첨가량이 증가 할수록 ‘맛’의 관능검사 수치가 유의적으로 감소하였으나 다른 관능검사 항목은 ‘전체적인 수용도’에 유의적인 영향을 미치지 않았던 것을 고려할 때, 소량의 panaxadiol로도 패널이 쓴맛을 감지하여 파운드케이크의 ‘전체적인 수용도’를 감소시킨 것으로 사료되었다.

8. Panaxadiol 파운드케이크 냉수추출물이 전구지방세포의 생육에 미치는 영향에서는 파운드케이크의 종류에 관계없이 25 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 까지는 3T3-L1 cell line의 생육에 아무런 영향을 미치지 않았으나, 파운드케이크 냉수추출물의 처리 농도가 증가할수록 3T3-L1 cell line의 생육이 점차 감소하였다.

9. Panaxadiol 파운드케이크 냉수추출물이 지방세포의 성장에 미치는 영향에서는

상적인 실험조건에서 전구지방세포가 지방세포로 분화되는 정도 (Normal group)를 기준으로 하였을 때, control group은 지방세포로의 분화를 유의적으로 촉진하였으며, PD-1의 adipogenesis 정도는 normal group 보다는 약간 높았으나 두 실험구 사이에 유의적인 차이는 관측되지 않았고, PD-2 및 PD-3의 adipogenesis는 normal group보다 유의적으로 감소하였다. 또 panaxadiol 처리농도와 adipogenesis 사이에는 강한 음의 상관관계 ($r^2 = -0.841$, $p = 0.01$)가 존재하였다. 즉, panaxadiol의 처리 농도가 증가할수록

전구지방세포가 지방세포로 분화되는 정도가 유의적으로 감소하였다.

이상의 결과 일반성분 함량에서는 panaxadiol 첨가 시 파운드케이크의 일반성분의 차이는 없었으나 나트륨 함량이 낮은 파운드케이크를 제조 할 수 있고 panaxadiol의 첨가는 파운드케이크의 조직감에 변화를 주지 않는 것으로 나타내었다. panaxadiol을 첨가한 파운드케이크는 지방세포가 분화되는 것을 억제하는 효과를 지닌 것으로 나타내어 인삼분획물을 이용한 기능성이 우수한 식품개발에 효과적으로 활용될 것으로 기대된다.



【참고문헌】

1. 국내문헌

- 장병선, 이영춘, (2007), 「반응표면분석법에 의한 비동결 파운드케이크의 최적 배합비 설정」, 『한국식품저장유통학회지』 14, 한국식품저장유통학회, pp.469-473.
- 김경희, 이정옥, 백승한, 육홍선, (2009), 「흑마늘을 첨가한 파운드케이크의 저장 중 품질 특성」, 『동아시아식생활학회지』 19, 동아시아식생활학회, pp.238-246.
- _____, 황혜림, 윤미향, 조지은, 김미선, 육홍선, (2009a), 「벼찌 (Fruit of *Prunus serrulata* L var. *spontanea* Max. wils.) 분말을 첨가한 파운드케이크의 저장 중 품질 특성」, 『한국식품영양과학회지』 38, 한국식품영양과학회, pp.926-934.
- 박영선, 신솔, 신길만, (2008), 「밀감 분말을 첨가한 파운드케이크의 품질 특성」, 『한국식품저장유통학회지』 15, 한국식품저장유통학회, pp.662-668.
- 박인덕(2008), 「단호박퓨레를 첨가한 파운드케이크와 스폰지케이크의 품질특성」, 『한국식생활문화학회지』 23, 한국식생활문화학회, pp.748-754.
- 신유미, 양윤형, 김미경, 조한영, 김미리, (2005), 「 β -glucan 첨가 파운드케이크의 저장 중 품질 특성」, 『한국조리과학회지』 21, 한국조리과학회, pp.950-958.
- 이경희, (1996), 「국산밀로 제조한 파운드케이크의 품질」, 『한국식품영양학회지』 9, 한국식품영양학회, pp.419-423.
- 장경희, 강우원, 곽은정, (2010), 「미강 분말 첨가 파운드 케이크의 품질특성에 미치는 영향」, 『한국식품저장유통학회지』 17, 한국식품저장유통학회, pp.250-255.
- 최강주, (1991), 「원료인 삼의 성분과 품질관리」, 『한국고려인삼학회지』

- 15, 한국고려인삼학회, pp.247-256.
- 최순남, 정남용, (2006c), 「식물성유를 사용한 파운드케이크의 품질특성」,『한국조리과학회지』 22, 한국식품조리과학회, pp. 808-814.
- _____, (2005d), 「클로렐라를 첨가한 파운드케이크의 품질특성」,『한국조리과학회지』 21, 한국조리과학회, pp.669-676.
- _____, (2006b), 「올리브유를 첨가한 파운드케이크의 품질특성」,『한국조리과학회지』, 22, 한국식품조리과학회, pp. 222-228.
- _____, (2010a), 「캐슈를 첨가한 파운드케이크의 품질특성」,『한국식품조리과학회지』 26, 한국식품조리과학회, pp. 198-205.



2. 국외문헌

- AACC, (2000), *Approved methods of the AACC*, MN, USA, The American Association of Cereal Chemists.
- AOAC, (2006), *Official Methods of Analysis of AOAC International* (18th ed., Rev. 1). MD, USA, Association of Official Analytical Chemists.
- Besso, H., R., Kasai, Y. Saruwatari, T. Fuwa, & O. Tanaka, (1982), "Ginsenoside-R_{a1} and ginsenoside-R_{a2}, new dammarane-saponins of ginseng roots", *Chem. Pharm. Bull* 30, pp.2380-2385.
- Brun, R.P., J.B. Kim, H.u. E, Altiok, S. & B.M. Spiegelman, (1996), "Adipocyte differentiation: a transcriptional regulatory cascade", *Curr. Opin. Cell Biol* 8, pp.826-832.
- Chang, M.S., K.J. Choi, & H.M. Rho, (1999), "Effect of the contents ratio of panaxadiol ginsenosides extracted from various compartment of ginseng on the transcription of Cu/Zn superoxide dismutase gene", *J. Ginseng Res* 23, pp.44-49.
- Chiou, G.Y., & J.C.Fong, (2005), "Synergistic effect of prostraglandin F2 α and cyclic AMP on glucose transport in 3T3-L1 adipocytes", *J. Cellular Biochem* 94, pp.627-634.
- Choi, S.K., H.J. Choi, N.S. Chang, S.H. Cho, Y.S. Choi, H.K. Park, & H.J. Joung, (2008), "Snacking behaviors in middle and high school students in Seoul", *Korean J. Community Nutr* 13, pp.199-206.
- _____, Y.S., G.C. Han, E.J. Han, K.J. Park, J.H. Sung, & S.H. Chung, (2007), "Effects of compound K on insulin secretion and carbohydrate metabolism", *J. Ginseng Res* 31, pp.79-85.
- Choy, L., J. Skillington, & R.J. Derynck, (2000), "Roles of autocrine TGF-beta receptor and Smad signaling in adipocyte

- differentiation", *J. Cell Biol* 149, pp.667–682.
- Chung, N.Y. & S.N. Choi, (2005), "Quality characteristics of pound cake with chlorella powder", *Korean J. Food Cookery Sci* 21, pp.669–676.
- Commentaries of Foods Labelling Standards Korea Food, Drug Administration*, (2005),
-
- _____, (2007).
- Darlington, G.J., S.E. Ross, & O.A. MacDougald, (1998), "The role of C/EBP genes in adipocyte differentiation", *J. Biol. Chem* 273, pp.30057–30060.
- Elma, Z.T., E.Z. Ilian, & I.H. Christiana, (1991), "Effect of ginsenosides Rg1 on insulin binding in mice liver and brain membranes", *phytotheraphy Res* 5, pp.46–48.
- Fang, Y.X., N. Shen, & X. Chen, (1986), "Beneficial changes in prostacyclin and thromboxane A2 by ginsenosides in myocardial infarction and reperfusion injury of dogs", *Acta Pharmacol. Sinica* 7, pp.226–230.
- Garriques, S.S., (1954), "On panaquilon, a new vegetable substance", *Ann. Chem. Pharm* 90, pp.231–234.
- Gomez, M., E. Ruiz, & B. Oliete, (2011), "Effect of batter freezing conditions and resting time on cake quality", *LWT-Food Sci. Technol* 44, pp.911–916.
- _____, F. Ronda, P.A. Caballero, C.A. Blance, & C.M. Rosell, (2007), "Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes", *Food Hydrocoll* 21, pp.167–173.
- Green, H., & O. Kehinde, (1975), "An established preadipose cell lines and its differentiation in culture", *II. Factors affeting the adipose conversion* *Cell* 5, pp.19–27.

- Han, H.J. & S.H. Park, (2008), "Protective effect of ginsenosides against high glucose-induced cell loss in PC12 cells", *Lab. Anim. Res* 24, pp.125–130.
- Hoseney, R.C. & J. Smewing, (1999), "Instrumental measurement of stickiness of doughs and other foods", *J. Text. Stud* 30, pp.123–136.
- Jacobson, M.F., (2005), "Sodium content of processed foods: 1983–2004", *Am. J. Clin. Nutr* 81, pp.941–942.
- Jin, Y.H., H. Yim, J.H. Park, & S.K. Lee, (2003), "Cdk2 activity is associated with depolarization of mitochondrial membrane potential during apoptosis", *Biochem. Biophys. Res. Commun* 305, pp.974–980.
- _____, J.S. Choi, S. Shin, K.Y. Lee, J.H. Park, & S.K. Lee, (2003), "Panaxadiol selectively inhibits cyclin A-associated Cdk activity by elevating p21^{WAF1/CIP1} protein levels in mammalian cells", *Carcinogenesis* 24, pp.1767–1772.
- Kang, M.H., & K.S. Yoon, (2009), "Elementary school students' amounts of sugar, sodium, and fats exposure through intake of processed food", *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr* 38, pp.52–61.
- Kasai, R., H. Besso, O. Tanaka, Y. Saruwatari, & T. Fuwa, (1983), "Saponins of red ginseng", *Chem. Pharm. Bull* 32, pp.2120–2125.
- Kim, J.B. & B.M. Spiegelman, (1996), "ADD1/SREBP1 promotes adipocyte differentiation and gene expression linked to fatty acid metabolism", *Genes Dev* 10, pp.1096–1097.
- _____, M.J., S.Y. Oh, & K.S. Yoon, (2007), "A study on students' intake of streets food and their perception toward their hygiene status of street foods and microbiological analysis", *Korean J. Food Culture* 22, pp.342–352.
- _____, S.O., (2007), "Ginseng saponin-Re and Coix lachrymajobi var.

- mayuen regulate obesity related genes expressions, TNF-alpha, leptin, lipoprotein lipase and resistin in 3T3-L1 adipocytes", *J. Life Sci* 17, pp. 1523–1532.
- KNHANES, *The Fourth Korean National Health and Nutrition Examination Survey (IV-1 2007)*, (2008), Korea Centers for Disease Control and Prevention.
- Kumari, R. Y., Jeyarani, C. Soumya, & D. Indrani, (2011), "Use of vegetable oils, emulsifiers and hydrocolloids on heological, fatty acid profile and quality charactersitics of pound cake", *J. Texture Stud*, 42, pp.377-386.
- Kwon, K.I., Y.S. Won, S.J. Kim, H. Kang, H.N. Kim, J.Y. Kim, S.Y. Kim, K. Kim, J.H. Lee, S.M. Jung, S.W. Ock, L.E. Ju, J.W. Kim, M.C. Kim, & H.K. Park, (2010), "A Survey on customers' perceptions of nutrition labeling for processed food and restaurant meal", *Korean J. NUTr* 43, pp.181–188.
- Kwon, K.L., S.H. Park, J.H. Lee, J.Y. Kim, K.S. Yoo, J.S. Lee, S.Y. Kim, H.N. Sung, H.S. Nam, J.W. Kim, H.Y. Lee, H.K. Parj, & M.C. Kim, (2007). "Prevalence of nutrition labeling and claims on processed, and packaged foods", *Korean J. Community Nutr* 12, pp.206–213.
- Lee, O.H., Chung, Y.S & J.H. Moon, (2010), "Analysis of Na and Cl contents in children's favorite foods", *Korean J. Nutr* 43, pp.524–532.
- _____, S.J., J.H. Sung, S.J. Lee, C.K. Moon, & B.H. Lee, (1999), "Antitumor activity of a novel ginseng saponin metabolite in human pulmonary adenocarcinoma cells resistant to cis-platin", *Cancer Lett* 144, pp.39–43.
- Lugo, K.A., J.A. Kennell, M.J. Ochocinska, S.e. Ross, W.S. Wright, & O.A. MacDougald, (2002), "Wnt signaling protects 3T3-La

- preadipocytes from apoptosis through induction of insulin-like growth factors", *J. Biol. Chem.* 277, pp.38239–38244.
- Matsuura, H., R. Kasai, O. Tanaka, Y. Saruwatari, K. Kunihiro, & T. Fuwa, (1984), "Further studies on dammarane-saponins of ginseng roots", *Chem. Pharm. Bull.* 32, pp.1188–1192.
- Nabata, H. H., Saito, & K. Tagagi, (1973), "Pharmacological studies of neural saponins (GNS) of Panax ginseng root", *Japan J. Pharmacol.* 23, pp.29–41.
- Odashima, S., Y. Makayabu, N. Honjo, H. Abe, & S. Arichi, (1979), "Induction of phenotypic reverse transformation by ginsenosides in cultured Morris hepatoma cells", *European J. Cancer* 15, pp.882–892.
- Park, H.J., M.H. Rhee, K.M. Park, K.Y. Nam, & K.H. Park, (1993), "Panaxadiol from Panax ginseng C.A. Meyer inhibits synthesis of thromboxane A₂ in platelet aggregation induced by thrombin", *Korean J. Ginseng Res.* 17, pp.131–134.
- Przyrembel, H., (2004), "Food labelling legislation in the EU and consumers information", *Trends Food Sci. Technol.* 15, pp.360–365.
- Ronda, F., B. Oliete, M. Gomez, P.A. Caballero, & V. Pando, (2011), "Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different strach sources", *J. Food Eng.* 102, pp.272–277.
- Sahi, S.S., & J.M. Alava, (2003), "Functionality of emulsifiers in sponge cake production", *J. Sci. Agricul.* 83, pp. 1419–1429.
- Sanchez-Pardo, M.A., A. Ortiz-Moreno, R. Mora-Escobedo, J.J. Chanona-Perez, & H. Necoechea-Mondragon, (2008), "Comparison of crumb microstructure from pound cake baked in a microwave or conventional oven", *LWT Food Sci. Technol.* 41, pp.620–627.

- Shibada, S., O. Tanaka, T. Ando, M. Sado, S. Tsushima, & T. Oshawa, (1996), "Chemical studies on oriental plant drugs. XIV. Protopanaxadiol, a genuine sapogenin of ginseng saponins", *Chem. Pharm. Bull.* 14, pp. 595–600.
- Shin, Y.M., Y.H. Yang, M.K. Kim, H.Y. Cho, & M.R. Kim, (2005), "Quality characteristics of pound cake added to β -glucan during storage", *Korean J. Food Cookery Sci* 21, pp.950–958.
- Simmons, A., (1996), *American Cookery: or, the art of dressing viands, fish, poultry and vegetables, and the best modes of making puff-pastes, pies, tarts, puddings, custards and preserves, and all kinds of cakes, from the imperial plumb to plain cake*, 2nd ed. (original published by Albany, 1796) reprinted, MA, USA, Applewood Books.
- Somogyi, M., (1952), "Note on sugar determination", *Journal of Biological Chemistry* 195, pp.19–25.
- Summu, G., S. Sahin, & M. Sevimli, (2005), "Microwave, infrared and infrared-microwave combination baking", *Journal of Food Engineering* 71, pp.150–155.
- Sung, J.H., H. Hasegawa, S. Matsumiya, M. Uchiyama, J.Y. Ha, M.S. Lee, & J.D. Huh, (1995), "Metabolism of ginseng saponins by human intestinal bacteria", *Kor. J. Pharmacolgy* 26, pp.360–367.
- Todaro, G.J., & H. Green, (1993), "Quantitative studies of the growth of mouse embryo cells in culture and their development into established lines", *J. Cell Biol* 17, pp.299–313.
- Wilderjans, E., B. Pareyt, H. Goesaert, K. Hrijs, & J.A. Delour, (2008), "The role of gluten in a pound cake system: A model approach based on gluten-starch blends", *Food Chem* 110, pp.909–915.
- _____, A. Luyts, H. Goesaert, K. Brijs, & J.A. Delcour, (2012a), "A model approach to starch and protein functionality in a pound

- cake system”, *Food Chem* 120, pp.44–51.
- Wilderjans, E., B. Lagrain, K. Rbijs. & J. Delcour, (2010), “Impact of potassium iodate in a pound cake system”, *J. Agric. Food Chem* 58. pp.6465–6471.
- Yokozawa, Y. & H. Oura, (1990), "Facilitation of protein biosynthesis by ginsenoside-Rb2 administration in diabetic rats", *J. Natural Products* 53, pp.1514–1518.



ABSTRACT

Physicochemical Property and Inhibitory Effect on the
Adipocyte Growth of Pound Cake treated with
Protopanaxadiol (PPD)

Kim, Hyuk

Major in Food Service Management

**Dept. of Hotel, Tourism and Restaurant
Management**

**Graduate School of Business Administration
Hansung University**

Cakes are soft, sweet, and becoming widely popular with the westernized diet. This study added Protopanaxadiol (PPD) powder, a ginseng derivative, to pound cake, one of most popular types of cake in Korea, and performed the following experiment to examine its usability.

In terms of the physicochemical properties of pound cake batter containing Panaxadiol, the color of Panaxadiol was yellow-brown and did not change the color of batter. Also, there was no significant difference between the viscosity of control sample and experiment sample. The moisture content of pound cake batter was between 32.607 and 33.138% and specific gravity was between 0.514 and 0.517. Therefore, there was no significant difference between the samples.

There was no significant difference between the general substances

and nutritional values of samples. It was concluded that Panaxadiol does not affect the calories, moisture content, crude protein, and crude fat of the pound cake batter.

In terms of the influence of Panaxadiol on the processing of pound cake, there was no significant difference between the weight, volume, and specific volume of the samples.

Also, the moisture content of batter, loss in baking, and moisture retention of experiment sample were not significantly different, and it was concluded that Panaxadiol does not affect the baking process of pound cake. There was a strong positive correlation between moisture content and moisture retention, but there was a strong negative correlation between the loss in baking and the volume of cake. This manifested that moisture expands as vapor in the baking process to expand the volume of cake.

The addition of Panaxadiol did not have a significant influence on the pound cake's springiness, cohesiveness, gumminess, and chewiness in terms of its texture and the hardness of cake was directly influenced by the specific volume of ingredients added.

In terms of the color of pound cake, the crust of both control and experiment samples was brown and the crumb was light yellow with no significant difference between the samples. In sensory test, there was no significant difference between the appearance color, fragrance, and texture of pound cake samples with or without Panaxadiol.

In terms of the influence of Panaxadiol extracts from pound cake in cold water on the growth of adipocytes, the growth of 3T3-L1 cell line decreased gradually with the concentration of Panaxadiol in pound cake increased. In terms of the influence of Panaxadiol extracts in cold water on the growth of adipocytes, it was found that the pound cake

containing Panaxadiol inhibited adipocyte proliferation. Therefore, adding Panaxadiol powder to pound cake is expected to create a functional cake to satisfy consumers' desire for healthy cake.

【Keywords】 Pound Cake, Ginseng Derivative, Panaxadiol, Specific Volume, Extracts in Cold Water

