pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 31, No. 5, pp. 365~374 (2016)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2016.31.5.365

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

식초의 농도가 초밥의 식품안전성 및 품질에 미치는 영향

이상빈[1] · 김성훈[1] · 송호수[2]*
[1]영산대학교 관광대학원 조리예술전공, [2]영산대학교 서양조리학과

Effect of Vinegar Concentration on Food Safety and Quality Characteristics of Rice with Vinegar

Sang-Been Lee[1], Sung-Hun Kim[1], and Ho-Su Song[2]*
[1]*Dept. of Culinary Art Graduate School Of Tourism Youngsan University, Busan 48015, Korea*
[2]*Dept. of Western Cuisine & Culinary Arts, Youngsan University, Busan 48015, Korea*
(Received August 16, 2016/Revised September 3, 2016/Accepted September 13, 2016)

ABSTRACT - This study was carried out to investigate the effect of vinegar on pH, total bacterial count, texture and color of rice with vinegar before and after storage at 4°C and 25°C. This results obtained were summarized as follows : The pH value and total bacterial counts were not significant changed under different storage conditions with sushi vinegar, but control without sushi vinegar was increased the number of bacteria from storage 1 days. and When rice with vinegar was stored at low temperature (4°C), the tendency of textural changes such as hardness, springiness, cohesiveness, chewiness, brittleness and adhesiveness was almost the same as those of 25°C. However, the rate of change was much higher in rice with vinegar when stored at 4°C than at 25°C. and The Hunter's color parameters such as L, a, and b, of rice with vinegar were not changed much during storage at both 25°C. However, L value was slightly increased during storage, but a value was increased negatively without changing b value of rice with vinegar during storage at 4°C.

Key words : vinegar, rice with vinegar, total bacterial count, texture, color

초밥(sushi)이란 식초에 버무린 밥을 회, 해산물, 채소, 달걀 등을 얹거나 채워서 만드는 일본요리로써 초밥은 손바닥에 밥을 넣고 손으로 뭉쳐 모양을 만든 다음 그 위에 신선한 생선을 살짝 얹어서 먹는 음식이다. 우리나라에서는 생선초밥이라고 부르며, 일본인 들은 "니기리즈시"라 한다. 생선초밥의 역사는 200여 년 전 에도시대에 동경에서 시작된 것으로 "하나야 요베이"가 창안한 것으로. 이때 처음으로 생선초밥에 와사비라는 왜 겨자도 초밥에 같이 사용되었으며, 초밥이 일본에 문헌에 나오는 것은 718년에 나온 양로령(養老令) 중에 부역령(賦役令)이다. 이때 붕어를 비롯한 생선, 그리고 전복과 홍합으로 만든 초밥이 있었다. 그러나 이 시대에는 어패류를 소금에 절인 다음 밥을 함께 섞어두고 자연발효시키면 밥에서 유산균이 생겨 신맛이 나는데, 그 신맛이 어패류가 부패되는 것을 방지하면서 독특한 맛을 낸다. 이것을 초밥이라고 하였고, 이는 생선의 부패를 방지하기 위해 만든 저장식품이었다[1].

보통 초밥을 만드는 법에 따라서 "나레즈시"와 "하야즈시"로 크게 두 가지로 나누며, 그 기준은 식초에 있으며, 전자는 밥의 자연발효에 의하여 신맛을 나게 하는 것이며 후자는 식초에 의하여 신맛을 나게 하는 것으로 "하야즈시"는 즉석음식으로 간소화시켜 세 가지 요리법으로 분화되었다. 즉, 쌀밥에 식초를 뿌려서 새콤하게 조미한 다음 김으로 싼 것이 "노리마키"이고, 생선조각 또는 해물을 뭉친 밥에 얹은 것이 "니기리즈시", 두부 조각을 기름에 튀겨서 만든 유부를 조미하여 주머니처럼 벌리고 그 속에 맛이 나게 조미한 밥을 뭉쳐 넣은 것이 "이나리즈시"이다[2,3].

초밥의 기원이라고 할 수 있는 생선과 쌀을 삭혀서 보관하는 방법은 농경문화, 더운 날씨와 관련이 있어서 동남아에서 민물고기 보존용으로 곡물과 곁들인 것이 시초라고 추정한다. 이것이 중국을 거쳐서 일본에 전해진 것으로 여겨지나 오늘날의 일본의 초밥(すし)과는 차이가 있다. 우리나라에도 유사한 식품이 있으며 이것이 식해(食해)이다. 식해는 생선을 곡물과 소금으로 버무려서 발효 숙성시켜 놓은 음식이다. 식해는 다른 나라에는 없는 한국

*Correspondence to: Ho-Su Song, Dept. of Western Cuisine & Culinary arts, Youngsan University, Busan 48015, Korea
Tel: 82-51-540-7142
E-mail: hssong@ysu.ac.kr

특유의 명칭으로 그 기원은 밥이라는 食과 젓갈이라는 의미의 醢가 합쳐서 성립한 말이다. 젓갈[醢]는 생선과 소금으로 만드는데, 그것에다 밥[食]을 첨가하여 만든 것이 식해이다[4]. 현대인은 시간적 공간적 제약이 없이 식사가 가능한 편의성을 추구하고 있으며, 이로 인해 도시락, 김밥, 초밥, 샌드위치, 햄버거 등 즉석 섭취 식품의 수요가 점차 증가하고 있다[5,6]. 구매 선호도가 높은 즉석섭취 식품은 김밥, 햄버거, 초밥, 샌드위치 등이며 선택하는 데는 맛이 가장 중요한 요인이다.

초밥은 우리나라에서 가장 선호되는 일본 식품으로 맛이 좋고 위생적으로 알려져 있다[7]. 초밥의 위생에 관한 연구는 주로 초밥의 저장성[8], 초밥에 적합한 쌀 품종의 품질에 관한 연구[9], 유통 중인 생선 초밥의 오염 미생물 분석[10], 식중독 위험성 인식이 높은 잠재적 위해식품 섭취실태[11], 냉동 보관 온도 및 식초 처리에 따른 초밥용 생선의 오염 지표 세균의 변화[12], 우리나라 주요 냉장판매식품의 보관 온도 실태 조사[13], 김밥과 김초밥의 저장성 비교[14], 초밥 메뉴에서 *Staphylococcus aureus*에 대한 정량적 위해평가(QRA) 모델링[15], 즉석 섭취 식품에 대한 미생물 오염 분석 등이 수행되었다[16,17]. 초밥에 사용되는 식초는 전분 또는 당이 함유되어 있는 곡류 또는 과실류를 알코올 발효와 초산발효에 의해서 생성되는 초산이 포함되어 있는 조미 식품이다. 식초에는 사과과즙으로 만드는 사과식초가 가장 높은 시장 점유율을 보이고 있으며, 외국에는 포도를 발효하는 와인식초가 주종을 이루고 있다[18,19]. 식초에 관한 연구를 살펴보면 식초는 장류를 제외하고 우리나라에서 가장 많이 소비되는 식품이며, 식품을 오래 보존하게 하는 기능 이외에 젖산 분해 촉진, 콜레스테롤 저하 및 체지방 감소에 효과가 있다고 보고되었다[20,21]. 그리고 식초 또는 초산 섭취에 의한 관련 연구로는 고혈압 예방[22], 항비만 및 항당뇨 효과[23], 칼슘 흡수의 증대[24], 글리코겐 저장 능력 향상[25], 및 혈중 지질 농도 감소 및 운동 기능성 증대의 기능이 있다[26]. 과즙을 이용하는 식초 제조 방법에는 주정을 희석하고 무기염 등을 혼합하여 초산 발효한 양조식초에 과즙을 30% 첨가한 과실 식초와 순수한 과실을 원료로 알코올과 초산발효의 2단계를 거쳐 생산하는 식초로 구분된다[27]. 일반적으로 알코올과 초산발효 모두를 진행한 식초에서 총 페놀과 총 플라보노이드 함량이 높고, DPPH 라디칼 소기 능과 같은 항산화 활성도 높다고 보고되었다[28]. 식품공전에서 식초에 대한 품질 규격으로 총산 함량을 4-29%로 정하고 있다. 식초에는 초산을 비롯하여 25여 종의 유기산, 20 여종의 ester 및 각종 영양 물질이 함유되어 있는 것으로 보고되어 있으나[29], 이러한 초밥의 제조 시 필수적으로 사용되는 조미용 식초를 이용하여 식초의 농도를 달리 한 초밥에 관한 미생물 오염에 관한 연구나 물성, 색도에 관한 연구는 거의 수행되지 않고 있다.

이에 본 연구에서는 일반 식초, 2배 산도 식초 및 3배 산도 식초를 이용하여 만든 초밥을 상온(25°C)와 저온(4°C)에서 저장하면서 저장기간에 따른 일반세균수, 물성 및 색도의 변화를 비교・검토함으로써 식초의 농도가 초밥의 품질에 미치는 영향을 검토하고 초밥의 유통기간 및 위생적인 초밥을 만들기 위한 기초자료로 이용하고자 한다.

Materials and Methods

초밥용 식초의 제조

사과 양조 식초(Ottogi, Seoul, Korea)는 일반 산도 (moderate; 초산함량 6-7%), 2배 산도(double strength; 초산함량 13-14%), 3배 산도 (triple strength; 초산함량 18-19%)를 각각 사용하였다. 초밥 식초 (일반산도, 2배 산도, 3배 산도)는 식초, 설탕, 소금을 3:2:1의 비율로 혼합하여 사용하였다. 설탕은 뜨거운 물에 포화되도록 녹여서, 포화된 설탕물을 사용하였다.

초밥의 제조

초밥용 밥은 쌀 1 kg을 수돗물을 이용하여 3 회 수세하고 물에 12 min 침지시킨 후 체에 10 min 동안 밭쳐 물이 빠지면서 쌀알에 여분의 물이 흡수되도록 하였다. 그리고 마른 쌀 무게의 1 배가 되도록 생수를 첨가하고 전기 보온밥솥으로 취반 하였다. 대조군은 배합 초를 첨가하지 않은 밥 이였고 초밥은 밥 양의 10%의 배합 초를 넣고 주걱으로 잘 섞어 양념이 밥에 골고루 배이도록 한 후 5 분간 숙성을 시킨 후 실험에 이용하였다.

pH 측정

pH Meter (MP220, Mettler Toledo, Herisau, Switzerland)를 이용하여 시료 pH를 측정하였다. Stomacher pack에 4°C와 25°C에서 저장한 시료 10 g을 넣은 후 90 mL의 증류수를 가하고 Stomacher 400 circulator (Seward, London, England)를 이용하여 260 rpm에서 2분간 분쇄하였다. 분쇄 후 상등액을 뽑아 pH meter를 이용하여 pH를 측정하였다.

일반세균수 측정

일반세균수 측정은 Choi와 Hahn 방법[30]을 변형하여 실험하였다. 저장 시간에 따른 초밥 10 g을 멸균된 stomacher bag에 담고 멸균된 생리식염수 90 mL를 stomacher (Model 400, Seaward, London, England)에 가하고 2분간(260 rpm) 균질 화하여 시료 원액으로 사용하였다. 그리고 시료 원액을 단계별로 10배씩 희석하여(serial dilution)하고 plate count agar (Difco, Detroit, MI, USA)배지에 spread plate method로 접종하였다. 접종 후 37°C에서 48시간 배양한 다음 colony 수를 세어 총 균수(CFU/mL)로 나타내었다.

Table 1. Measurement condition of Rheometer

Measurement	Condition
Test speed (mm/min)	60 mm/min
Trigger (Kg)	20 Kg
Sample height (mm)	10 mm
Adapter diameter (mm)	30 mm
Sample compressed (%)	50%

총 균수는 또한 3M™ Petrifilm™ Aerobic Count Plate (3M, Seoul, Korea)을 이용하여 측정하였다. 시료 상등 액 1 mL를 prtrifilm에 분주하여 petrifilm 판을 이용하여 압착하고 37°C에서 48시간 배양하여 형성된 집락을 계수하였다.

Texture 측정

초밥의 Texture 특성을 알아보기 위하여 Rheometer (Compac-100II, Sun Scientific Co., Ltd, Osaka, Japan)를 사용하였다. 시료는 10 g을 직경 3 cm, 두께 1 cm의 원통형 압착하여 제조한 후 30분 후에 2회 반복 압착 실험(two-bite compression test)으로 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 깨짐성(brittleness), 부착성(adhesiveness)을 3회 반복 측정하였으며 이때 물성의 측정 조건은 Table 1에 나타내었다.

색도 측정

배합초의 농도를 다양하게 첨가하여 제조한 초밥을 25°C와 4°C에서 5일간 저장하는 동안 색의 변화는 색차계(CR-400, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 명도 L값 (lightness), 적색도 a값(redness), 황색도 b값(yellowness)을 각 시료 당 3회 반복 측정하였다. 그리고 사용된 calibration plate의 L 값은 91.82, a 값은 0.18, b 값은 2.92이었다.

통계분석

본 실험에서 얻은 결과는 SPSS 통계프로그램을 이용하여 처리하였다. 각 측정치의 평균과 표준편차를 구하고, 그룹 간 비교를 위하여 one-way analysis of variance (ANOVA)와 Duncan's multiple-range test를 실시하였으며, 통계적 유의 수준은 $p < 0.05$로 설정하였다.

Results and Discussion

저장 중 pH의 변화

식초를 첨가하지 않은 대조군(control)과 일반 산도 식초, 2배 산도 식초 및 3배 산도 식초를 넣은 초밥의 pH를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다.

세균이 자라기 위해서는 적절한 온도와 pH가 중요하다. 온도의 경우에 각 세균은 세균별로 생육을 위한 최저 온도, 최적 온도 및 최고온도가 있다. 최적 온도에서 가장 잘

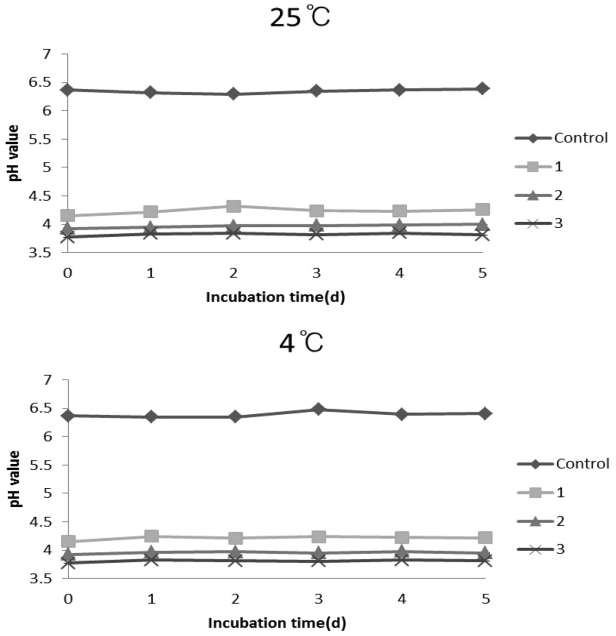

Fig. 1. Effect of incubation time on pH of rice with vinegar at 25°C and 4°C. Symbol: control, rice without vinegar; 1, rice with moderate vinegar; 2, rice with double strength; 3, rice with triple strength vinegar.

자라며 일반적으로 37°C 정도이며, 최저온도 이하에서는 세균은 자라지 않으며, 최저 온도 이하에서는 사멸한다. pH의 경우에는 최저 pH이하에서는 세균이 사멸하며, 특히 최저 pH보다 훨씬 낮은 pH에서는 세균은 빠르게 사멸한다.

대조군의 경우에는 pH가 6.36 ± 0.006이었으나 일반 배합 초를 첨가한 초밥은 pH 4.15 ± 0.006, 2배 산도 배합 초를 첨가한 초밥은 pH 3.93 ± 0.006, 그리고 3배 산도 배합 초를 첨가한 초밥은 pH 3.77 ± 0.000으로 확인되었다. 세균이 생육을 위한 최적 pH는 6.0-7.0인 경우가 대부분이며 최저 pH는 4.0-5.0 정도이다[31]. 따라서 배합 초를 첨가하지 않은 대조군 밥은 세균이 생육하기 적합한 pH이므로 세균이 빠르게 증식할 수 있으나, 일반 산도의 배합 초를 첨가한 초밥은 세균이 생육하는 최저 pH 범위에 있기 때문에 세균이 생육 가능하므로 세균이 증식한다. 그러나 세균의 증식은 최저 pH에 근접한 경우에는 유도기가 길어지고, 생육속도가 느리고 총 균수도 적어진다[32]. 25°C에서 저장 한 초밥의 경우에는 일반 산도의 배합 초를 첨가한 초밥의 경우에는 유도기가 24-48시간 범위이지만, 4°C에서 저장 한 초밥은 유도기가 48-72시간 법위이다(Fig. 3, Fig. 4). 따라서 2배 산도 이상의 배합 초를 이용하여 제조한 초밥은 초밥의 미생물 오염도를 줄임으로서 초밥을 위생적으로 보존하는데 크게 도움이 될 것으로 사료된다.

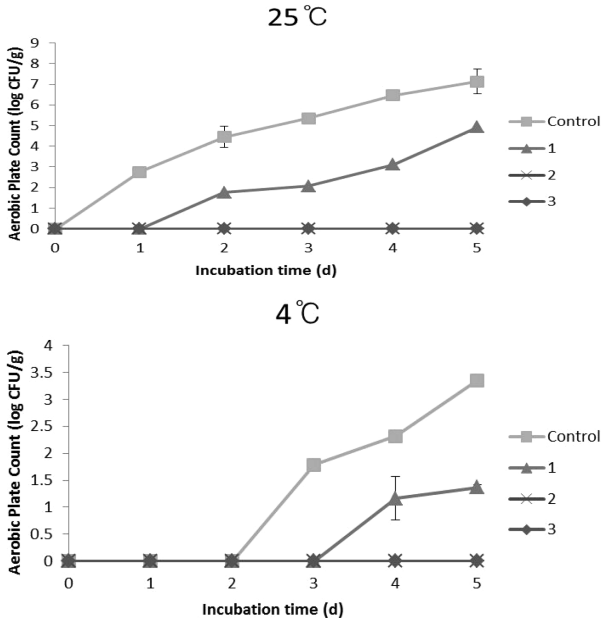

Fig. 2. Effect of incubation time on aerobic plate count of rice with vinegar at 25ºC and 4ºC. Symbol: control, rice without vinegar; 1, rice with moderate vinegar; 2, rice with double strength; 3, rice with triple strength vinegar.

저장 중 일반세균수의 변화

식초의 농도를 달리하여 만든 초밥을 25ºC에서 5일간 저장 중 생성되는 일반세균수를 측정한 결과를 살펴보면 다음과 같다(Fig. 2). 일반세균은 밥을 한 직 후에는 검출되지 않았으며, 식초를 첨가하지 않은 대조군 밥은 저장 1일부터 세균수가 증가하여 2.75 ± 0.04 log CFU/g, 저장 3일 째는 5.36 ± 0.05 log CFU/g 그리고 4일째는 6.46 ± 0.058 log CFU/g, 5일째는 7.13 ± 0.0595 log CFU/g이였다. 이에 반해 일반 산도의 배합 초를 첨가한 초밥은 저장 1일 후에는 일반세균이 검출되지 않았으며 2일 후에는 1.76 ± 0.318 log CFU/g, 3일 후에는 2.06 ± 0.053 log CFU/g, 4일 후에는 3.12 ± 0.05 log CFU/g, 그리고 5일 후에는 4.93 ± 0.057 log CFU/g로 배합초 첨가에 의해 균수가 약 40% 이상 감소되는 결과를 나타내었다.

또한 초밥을 냉장 온도인 4ºC에서 저장하면서 측정한 일반세균의 변화를 살펴보면 대조군의 경우 4ºC에서 저장 중 2일간은 일반세균이 생기지 않았으나 3일 후에는 1.78 ± 0.088 log CFU/g, 4일 후에는 2.31 ± 0.078 log CFU/g 그리고 5일 후에는 3.35 ± 0.078 log CFU/g.로 증가하였고, 반면, 일반 산도 식초를 사용한 초밥에서는 일반세균이 3일까지는 일반 세균수의 변화가 없었으며 저장기간 4일 후와 5일 후에는 각각 1.16 ± 0.04 log CFU/g와 1.37 ± 0.0256 log CFU/g으로 매우 낮은 일반세균수의 변화를 나타내었고. 2배 산도 및 3배 산도 식초를 사용한 초밥은 4ºC에서 저장 시에 일반세균은 저장 5일째까지 일반세균수의 유의적인 변화는 없는 것으로 나타났다. 우리나라 미생물 관리기준에 의하면 가열식품의 경우에는 일반세균이 10^5 CFU/g 이하여야 한다[33]. 따라서 배합 초를 첨가하지 않은 대조군 밥은 25ºC에서 저장 3일 후에 10^5 CFU/g을 초과했으나 일반 산도 이상의 배합 초를 사용한 초밥에서는 10^5 CFU/g을 초과하는 경우는 없었다. 그러나 생선초밥의 경우에는 초밥에 생선을 얹어서 사용하므로 초밥 이외에 생선에 세균이 존재한다. Jung 등은 냉장 보관 온도 및 식초 처리에 다른 초밥용 생선의 오염 지표 세균 조사에서 균의 종류에 관계없이 10ºC에서 저장한 생선이 4ºC보다 많았으며 일반세균은 10ºC에서 48시간 저장한 문어에서 4.76 ± 0.01 log CFU/g이었으며, 5% 식초를 10초간 처리한 생선은 일반세균이 23.5% 감소하였다고 보고하였다[34].

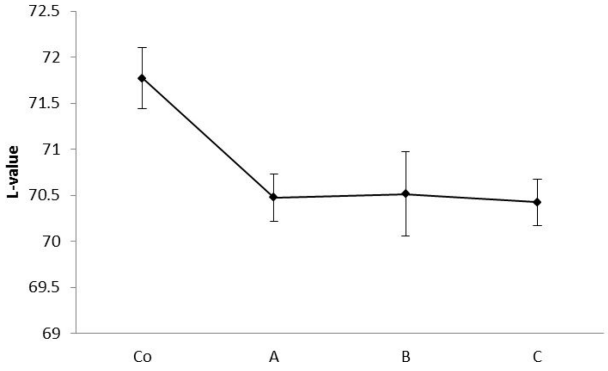

Fig. 3. Effect of vinegar concentration on L-value of cooked rice. Symbol: co, rice without vinegar; A, rice with moderate vinegar; B, rice with double strength vinegar; C, rice with triple strength vinegar).
L: Degree of lightness (white + 100 ↔ 0 black).

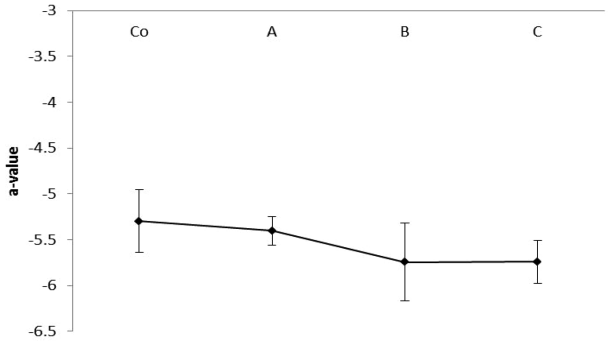

Fig. 4. Effect of vinegar concentration on a-value of cooked rice. Symbol: co, rice without vinegar; A, rice with moderate vinegar; B, rice with double strength vinegar; C, rice with triple strength vinegar.
a: Degree of redness(red + 100 ↔ 0 ↔ −80 green).

초밥의 Texture 측정

식초 첨가에 따른 초밥의 texture 변화

Table 2는 다양한 배합 초를 첨가하여 제조한 초밥의

Table 2. Texture properties of various rice with vinegar during storage at 25°C

Texture Parameters	Storage time (hr)	Sample				*F*-value
		Control	A	B	C	
Hardness	0	1010.03 ± 20.35^{bA}	827.46 ± 36.19^{cB}	747.63 ± 54.03^{cBC}	709.13 ± 77.02^{cC}	20.29***
	12	986.90 ± 57.38^{bA}	888.19 ± 57.30^{bcAB}	850.93 ± 66.44^{bcB}	776.58 ± 73.89^{bcB}	5.58*
	24	1130.85 ± 73.51^{aA}	945.14 ± 57.00^{bB}	906.77 ± 70.59^{abB}	869.11 ± 53.18^{abB}	9.83**
	48	1182.92 ± 50.15^{aA}	1121.90 ± 28.46^{aA}	982.91 ± 49.82^{aB}	944.07 ± 58.29^{aB}	16.65**
	F-value	9.19**	22.35***	7.95**	7.24*	
Springiness	0	57.66 ± 2.49^{aA}	40.61 ± 1.03^{bC}	44.59 ± 1.39^{bB}	46.55 ± 0.56^{bB}	67.28***
	12	58.68 ± 2.09^{aA}	45.21 ± 2.54^{aB}	47.77 ± 2.20^{aB}	49.59 ± 2.61^{abB}	18.30**
	24	58.96 ± 5.50^{aA}	46.99 ± 1.83^{aC}	50.14 ± 0.24^{aBC}	52.25 ± 1.77^{aB}	24.07***
	48	57.10 ± 1.45^{aA}	47.79 ± 2.27^{aC}	50.29 ± 1.85^{aBC}	52.73 ± 1.49^{aB}	14.63**
	F-value	0.48	7.71*	8.33**	7.80**	
Cohesiveness	0	43.09 ± 3.09^{aA}	32.99 ± 0.34^{aC}	35.99 ± 1.07^{aBC}	37.59 ± 1.61^{aB}	16.07**
	12	45.43 ± 3.31^{aA}	34.23 ± 3.29^{aB}	36.62 ± 2.46^{aB}	38.75 ± 2.60^{aB}	8.05**
	24	45.28 ± 2.69^{aA}	35.05 ± 0.89^{aB}	37.68 ± 0.60^{aB}	38.04 ± 2.78^{aB}	14.34**
	48	43.99 ± 1.20^{aA}	36.33 ± 1.15^{aB}	37.26 ± 2.78^{aB}	39.82 ± 1.69^{aB}	10.59**
	F-value	0.51	1.82	0.43	0.57	
Chewiness	0	941.03 ± 50.46^{bA}	693.11 ± 44.81^{bB}	590.66 ± 22.21^{cC}	568.69 ± 42.01^{cC}	51.28***
	12	925.34 ± 52.61^{bA}	802.77 ± 13.07^{aB}	690.48 ± 25.37^{bC}	682.42 ± 26.50^{bcC}	36.48***
	24	1126.71 ± 90.55^{aA}	827.15 ± 86.32^{aB}	764.13 ± 91.63^{bB}	749.01 ± 93.90^{abB}	11.39**
	48	1184.85 ± 64.86^{aA}	895.69 ± 2.45^{aB}	875.89 ± 32.31^{aB}	871.34 ± 84.30^{aB}	22.514***
	F-value	11.59**	8.82**	16.42**	10.45**	
Brittlness	0	54641.33 ± 1175.43^{bA}	28117.77 ± 1638.44^{cB}	26338.04 ± 1289.10^{cB}	26456.44 ± 1658.91^{cB}	271.81***
	12	54349.31 ± 1685.63^{bA}	37099.65 ± 1294.61^{bB}	35951.65 ± 813.93^{bB}	32861.64 ± 1297.90^{bcC}	164.12***
	24	66478.16 ± 4266.92^{aA}	40365.93 ± 3235.63^{bB}	38298.97 ± 4424.64^{bB}	35376.88 ± 5382.19^{bB}	32.13***
	48	67718.67 ± 5355.68^{aA}	49799.75 ± 2006.16^{aB}	46369.28 ± 4862.86^{aB}	42047.05 ± 3708.04^{aB}	21.77***
	F-value	12.49**	51.01***	17.91**	10.58**	
Adhesiveness	0	−110 ± 4.14^{cB}	−108 ± 3.07^{cAB}	−100 ± 5.13^{cA}	−100 ± 4.28^{cA}	4.67*
	12	−65 ± 1.21^{bA}	−90 ± 1.13^{bC}	−95 ± 2.31^{cD}	−75 ± 3.13^{bB}	127.28***
	24	−60 ± 4.14^{bA}	−85 ± 5.36^{bC}	−80 ± 4.28^{bC}	−70 ± 5.36^{bB}	15.87**
	48	−30 ± 5.65^{aA}	−60 ± 4.56^{aB}	−70 ± 3.12^{aC}	−60 ± 5.12^{aB}	40.62***
	F-value	193.38***	78.16***	38.10***	419.84***	

These values are means ± SD of triplicate determinations. $^{*}p < 0.05$, $^{**}p < 0.01$, $^{***}p < 0.001$

$^{a\sim c}$ Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test.

$^{A\sim C}$ Means with different superscripts in a row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test.

Symbol: control, rice without vinegar; A, rice with moderate vinegar; B, rice with double strength; C, rice with triple strength vinegar

texture 변화를 나타낸 것이다. 초밥 10 g을 정량하여 가로 3 cm, 높이 1 cm의 원통형 배양접시에 넣고 일정한 힘으로 뚜껑을 닫으며 원통형 초밥을 제조하고, Rheometer를 이용하여 texture를 측정하였다. 측정한 texture는 견고성(경도), 탄력성, 점착성, 씹힘성, 깨짐성 및 부착성이다. Rheometer를 이용한 texture는 고체의 경우에는 깨짐성(brittleness)을 측정하며, 반고체의 유동성인 물질은 깨짐성 대신에 점성(gumminess)을 측정하였으며 그 결과는 다음과 같다. 초밥의 견고성은 대조군이 1010.03 ± 20.35, 일반 산도 식초를 사용한 초밥은 827.46 ± 36.19, 2배 산도 식초를 사용한 초밥은 747.63 ± 54.03, 그리고 3배 산도 식초를 사용한 초밥은 709.13 ± 77.02로 식초의 함량이 증가할수록 견고성이 유의적으로($p < 0.05$) 낮아졌다. 이러한 결과는 초밥에 첨가하는 식초 양이 증가하면 경도가 낮아진다고 보고한 Odahara 등[35]의 연구 결과와도 일치하였으며 초밥의 제조에 사용한 식초의 농도 증가에 따라 초밥

Table 3. Texture properties of various rice with vinegar during storage at 4°C

Texture Parameters	Storage time (hr)	Sample				*F*-value
		Co	A	B	C	
Hardness	0	1010.03 ± 20.35^{dA}	827.46 ± 36.19^{dB}	747.63 ± 54.03^{dBC}	709.13 ± 77.02^{cC}	20.29***
	12	1171.43 ± 64.21^{cA}	1065.93 ± 52.81^{cB}	921.47 ± 17.92^{cC}	943.65 ± 39.99^{bC}	18.32**
	24	1491.13 ± 54.89^{bA}	1185.86 ± 39.43^{bB}	1094.38 ± 11.64^{bC}	1153.40 ± 56.75^{aBC}	48.46***
	48	2468.76 ± 38.81^{aA}	1549.09 ± 69.06^{aB}	1363.39 ± 38.73^{aC}	1213.08 ± 25.35^{aD}	453.15***
	F-value	566.05***	104.19***	174.42***	54.98***	
Springiness	0	57.66 ± 2.49^{bA}	40.61 ± 1.03^{cC}	44.59 ± 1.39^{bB}	46.55 ± 0.56^{bB}	67.28***
	12	61.26 ± 1.78^{abA}	46.17 ± 3.07^{bB}	50.23 ± 2.86^{aB}	50.32 ± 1.48^{abB}	21.86***
	24	63.41 ± 2.20^{aA}	50.08 ± 2.12^{abB}	50.80 ± 1.91^{aB}	53.82 ± 2.84^{aB}	21.45***
	48	63.05 ± 2.25^{aA}	50.61 ± 1.92^{aB}	51.59 ± 2.31^{aB}	54.05 ± 2.50^{aB}	18.94**
	F-value	4.30*	13.70**	6.38*	8.88**	
Cohesiveness	0	43.09 ± 3.09^{aA}	32.99 ± 0.34^{aC}	35.99 ± 1.07^{aBC}	37.59 ± 1.61^{aB}	16.07**
	12	45.01 ± 3.15^{aA}	34.72 ± 2.71^{aB}	38.34 ± 2.74^{aB}	38.54 ± 0.72^{aB}	8.69**
	24	44.10 ± 2.03^{aA}	34.67 ± 0.67^{aC}	35.59 ± 1.12^{aC}	39.57 ± 2.91^{aB}	15.61**
	48	31.15 ± 3.38^{bA}	35.06 ± 3.40^{aA}	34.60 ± 2.73^{aA}	37.18 ± 2.90^{aA}	1.93
	F-value	14.50**	0.54	1.74	0.59	
Chewiness	0	941.03 ± 50.46^{bA}	693.11 ± 44.81^{cB}	590.66 ± 22.21^{cC}	568.69 ± 42.01^{cC}	51.28***
	12	1175.72 ± 123.55^{bA}	840.56 ± 87.70^{bcB}	771.49 ± 33.45^{bcB}	789.07 ± 57.87^{bB}	15.79**
	24	1488.62 ± 215.32^{aA}	936.06 ± 73.67^{bB}	936.49 ± 75.32^{bB}	919.99 ± 112.09^{abB}	13.34**
	48	1762.03 ± 197.78^{aA}	1239.40 ± 108.21^{aB}	1208.65 ± 195.54^{aB}	985.56 ± 81.26^{aB}	13.56**
	F-value	14.96**	23.83***	18.16**	16.71**	
Brittlness	0	54641.33 ± 1175.43^{dA}	28117.77 ± 1638.44^{dB}	26338.04 ± 1289.10^{cB}	26456.44 ± 1658.91^{cB}	271.71***
	12	71992.91 ± 7454.16^{cA}	39984.08 ± 3679.40^{cB}	38811.09 ± 3818.86^{bB}	38759.39 ± 4103.28^{bB}	32.16***
	24	94894.40 ± 9303.61^{bA}	50856.78 ± 3969.71^{bB}	46421.27 ± 4994.59^{bB}	45880.00 ± 4638.73^{abB}	45.28***
	48	110903.96 ± 7884.65^{aA}	62917.06 ± 5660.89^{aB}	60844.13 ± 6928.75^{aB}	53369.52 ± 6523.35^{aB}	44.76***
	F-value	35.89***	41.52***	28.04***	18.81**	
Adhesiveness	0	−110.00 ± 4.14^{dB}	−108.00 ± 3.07^{cAB}	−100.00 ± 5.13^{dA}	−100.00 ± 4.28^{cA}	4.66*
	12	−56.67 ± 2.31^{cA}	−100.00 ± 4.28^{bD}	−90.00 ± 4.14^{cC}	−70.00 ± 2.43^{bB}	97.78***
	24	−30.00 ± 0.23^{bA}	−96.67 ± 5.36^{bC}	−70.00 ± 3.07^{bB}	−65.00 ± 4.14^{bB}	162.92***
	48	−6.67 ± 0.13^{aA}	−63.33 ± 2.15^{aC}	−50.00 ± 1.56^{aB}	−50.00 ± 1.03^{aB}	902.44***
	F-value	1050.17***	76.27***	106.66***	124.34***	

These values are means ± SD of triplicate determinations. $^{*}p < 0.05$, $^{**}p < 0.01$, $^{***}p < 0.001$

$^{a\sim d}$ Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test.

$^{A\sim D}$ Means with different superscripts in a row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test.

Symbol: co, rice without vinegar; A, rice with moderate vinegar; B, rice with double strength; C, rice with triple strength vinegar

의 탄력성, 응집성, 씹힘성, 부착성 및 깨짐성도 유의적으로($p < 0.05$) 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 견고성을 측정한 결과와도 유사한 경향을 나타내었다.

상온저장에 따른 초밥의 Texture 변화

식초의 첨가량을 달리하여 제조한 초밥을 25°C에서 48시간 동안 저장하면서 측정한 texture 값을 살펴보면, 초밥의 견고성은 초밥에 사용한 식초의 농도에 관계없이 높아지는 결과를 나타내었으며, 견고성은 배합초 무첨가 한 대조군이 가장 높았고, 그다음으로 일반산도, 2배 산도 및 3배 산도의 식초를 사용한 초밥 순이었다. 이러한 결과는 20°C에서 저장한 배합 초(식초 : 설탕 : 물 : 소금 = 5 : 2 : 2 : 1) 5%를 첨가하여 제조한 김밥은 대조군에 비하여 밥의 노화도를 저해하였다는 Kim 등[36]의 보고와 유사한 결과를 보였다. 또한, 탄력성의 변화는 견고성과는 다르게 대조군의 경우 저장기간 동안 유의적인($p < 0.05$) 차이가 없

었으나, 일반 산도, 2배 산도 및 3배 산도의 식초를 첨가한 초밥의 경우에는 저장기간 동안 유의적으로($p < 0.05$) 증가하였다. 초밥의 탄력성은 대조군 밥이 가장 높고 그 다음으로 일반 산도, 2배 산도 및 3배 산도 식초를 사용한 초밥의 순이었다. 초밥의 저장기간에 따른 응집성은 대조군과 실험구 모두에서 유의적인($p < 0.05$) 변화가 없었으나, 씹힘성은 저장기간에 따라서 유의적으로($p < 0.05$) 증가하였다. 씹힘성의 경우에도 견고성을 측정한 결과와 같이 저장기간 동안 대조군이 가장 높았고, 일반 산도, 2배 산도 및 3배 산도 순으로 높았다. 또한, 부착성은 25°C에서 저장기간 동안 유의적으로($p < 0.05$) 감소하였다). 그리고 대조군에 비해 배합초를 첨가한 실험구의 부착성의 감소 정도는 낮았으며, 깨짐성의 경우에도 견고성과 씹힘성과 유사하게 사용한 모든 초밥을 25°C에서 저장기간에 따라서 유의적으로($p < 0.05$) 증가하였고, 저장기간에 따른 깨짐성의 증가율은 대조군이 제조 직후에는 54641.33 ± 1175.43에서 48시간 후에는 67718.67 ± 5355.68로 증가하였으나, 3배 식초를 넣어서 제조한 초밥은 제조 직 후에는 26456.44 ± 1658.91에서 저장 48시간 후에는 42047.05 ± 3708.04이었다. 즉, 대조군 밥은 저장 48시간 동안 깨짐성의 상승률이 23.9%였으나, 3배 산도 식초를 첨가한 식초는 58.9%로 증가하여 상승률이 식초를 첨가구가 대조구보다 높았다.

대조구와 식초를 첨가한 초밥은 25°C에서 48시간 저장기간 동안 견고성, 씹힘성, 깨짐성은 증가하였고, 부착성은 감소하였다. 그리고 응집성은 변화가 없었으며, 탄력성은 대조구는 변화가 없었으나, 식초를 첨가한 초밥은 탄력성이 상승하는 결과를 나타내었다.

저온 저장에 따른 초밥의 texture 변화

Table 3은 대조군, 일반 산도, 2배 산도 및 3배 산도의 식초를 첨가하여 제조한 초밥을 냉장 온도인 4°C에서 48시간 저장기간 중 texture 값을 측정한 결과이다. 대조구와 식초를 첨가한 초밥은 저온 저장 시 견고성이 유의적으로($p < 0.05$) 증가하였다. 대조구는 조리 직 후에는 견고성이 1010.03 ± 20.35이었으나, 4°C 저장 48시간 후에는 2468.76 ± 38.81로 증가하였다. 그러나 일반 산도인 식초를 넣어서 만든 초밥은 초기에는 827.46 ± 36.19에서 48시간 후에는 1549.09 ± 69.06으로 증가하였고, 2배 산도 식초로 만든 초밥의 경우에는 초기에는 747.63 ± 54.03에서 48시간 후에는 1363.39 ± 38.73으로 증가하였다. 그리고 3배 산도 식초로 만든 초밥은 초기에는 709.13 ± 77.02에서 48시간 후에는 1213.08 ± 25.35로 증가하였다. 4°C에서 48시간 저장하는 동안 견고성의 증가율을 계산하면 대조구는 244.4%, 일반 산도 식초 첨가 초밥은 187.2%, 2배 산도 식초 첨가 초밥은 182.3%, 그리고 3배 산도 식초 첨가 초밥은 171.0%로 초밥의 견고성 증가율이 대조구 보다 낮았다. 그리고 초밥의 저장온도에 따른 견고성의 변화는 초밥을 25°C에서 48시간 저장 후에 대조군 밥은 1182.92 ± 50.15이었으나, 4°C에서는 2468.76 ± 38.81이었다. 따라서 25°C에서 저장하는 것에 비해 4°C에서 저장하는 경우에 견고성이 매우 높았다. 호화된 전분은 냉장고 온도에서 노화가 잘 일어난다고 알려져 있다. 그리고 초밥의 경우에도 4°C에서 저장하는 것이 상온인 25°C에서 저장하는 경우보다 견고성이 높았다.

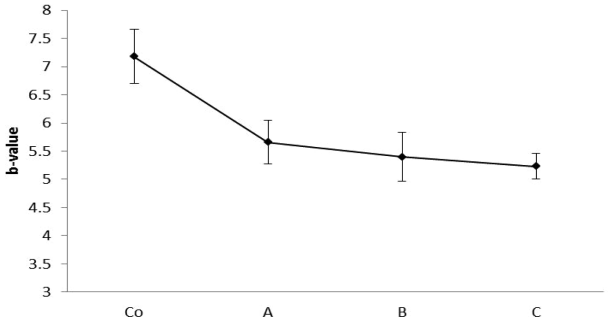

Fig. 5. Effect of vinegar concentration on b-value of cooked rice. Symbol: co, rice without vinegar; A, rice with moderate vinegar; B, rice with double strength vinegar; C, rice with triple strength vinegar.
b: degree of yellowness(yellow + 70 ↔ 0 ↔ −80 blue).

탄력성의 경우 저장기간에 따라 상승하였으나, 상승률은 낮았으며 25°C에서 저장한 경우와 큰 차이가 없었다. 응집성은 대조구나 초밥 모두 저장 기간에 따른 유의적인($p < 0.05$) 변화가 없었다. 이는 초밥을 25°C에서 저장한 경우에도 저장 48시간 동안 응집성의 변화가 없는 결과와 유사하였다. 그리고 씹힘성은 4°C에서 48시간 저장기간 동안 유의적으로 증가하였고, 대조구는 저장 초기 씹힘성이 941.03 ± 50.46이었으며 48시간 후에는 1762.03 ± 197.78로 증가하였다. 그리고 일반 산도 식초로 만든 초밥은 초기에는 693.11 ± 44.81이었으나 48시간 후에는 1239.40 ± 108.21, 2배 산도 식초로 만든 초밥은 초기에는 590.66 ± 22.21이었으나 48시간 후에는 1208.65 ± 195.54, 그리고 3배 산도 식초로 만든 초밥은 초기에는 568.69 ± 42.01이었으나 48시간 후에는 985.56 ± 81.26이었다. 이와 같이 4°C에서 저장한 초밥의 씹힘성의 값은 25°C에서 저장한 초밥에 비하여 상대적으로 높았다. 깨짐성은 4°C에서 저장한 경우가 25°C에서 저장 한 경우에 비하여 대조군이나 초밥에서 높았다. 그리고 대조구의 깨짐성은 4°C에서 저장한 것이 25°C에서 저장한 경우에 비해 상승률이 현저하게 높았으나, 초밥의 경우에는 4°C와 25°C 사이에 큰 차이가 없었고, 초밥의 부착성은 4°C에서 저장 중 대조군 밥은 현저하게 감소했으나, 초밥의 경우에는 감소율이 낮았으며 이러한 경향은 초밥을 25°C에서 저장한 경우에도 확인되었다.

Table 4. Hunter's color value of cooked rice with vinegar at 25°C

Hunter's color value	Storage time (hr)	Sample				*F*-value
		Co	A	B	C	
L	0	71.77 ± 0.33^{bA}	70.48 ± 0.26^{aB}	70.52 ± 0.46^{aB}	70.43 ± 0.25^{aB}	11.21^{**}
	12	71.93 ± 0.13^{abA}	70.32 ± 0.23^{aB}	70.38 ± 0.35^{aB}	70.46 ± 0.20^{aB}	31.23^{***}
	24	72.41 ± 0.43^{aA}	70.50 ± 0.49^{aB}	70.41 ± 0.33^{aB}	70.31 ± 0.22^{aB}	20.90^{***}
	48	72.51 ± 0.31^{aA}	70.69 ± 0.28^{aB}	70.66 ± 0.06^{aB}	70.59 ± 0.31^{aB}	38.22^{***}
	F-value	3.84	0.63	0.44	0.64	
a	0	-5.30 ± 0.34^{bcA}	-5.40 ± 0.15^{abA}	-5.74 ± 0.42^{cA}	-5.74 ± 0.23^{cA}	1.69
	12	-4.10 ± 0.37^{aA}	-4.95 ± 0.37^{aA}	-4.55 ± 0.53^{aA}	-4.21 ± 0.47^{aA}	2.26
	24	-4.86 ± 0.09^{bA}	-5.35 ± 0.21^{abA}	-5.13 ± 0.46^{abA}	-4.85 ± 0.20^{bA}	2.23
	48	-5.65 ± 0.22^{cA}	-5.59 ± 0.26^{cA}	-5.39 ± 0.41^{abA}	-5.33 ± 0.24^{bcA}	0.83
	F-value	17.17^{**}	3.28	3.60	13.99^{**}	
b	0	7.18 ± 0.48^{aA}	5.66 ± 0.38^{aB}	5.40 ± 0.43^{aB}	5.23 ± 0.23^{aB}	15.52^{**}
	12	7.20 ± 0.41^{aA}	5.79 ± 0.47^{aB}	5.49 ± 0.39^{aB}	5.32 ± 0.33^{aB}	13.62^{**}
	24	6.69 ± 0.18^{aA}	5.67 ± 0.39^{aB}	5.49 ± 0.20^{aB}	5.21 ± 0.40^{aB}	12.81^{**}
	48	6.57 ± 0.31^{aA}	5.66 ± 0.07^{aB}	5.55 ± 0.28^{aBC}	5.06 ± 0.31^{aC}	17.30^{**}
	F-value	2.44	0.10	0.10	0.34	

These values are means ± SD of triplicate determinations. $^{**}p < 0.01$, $^{***}p < 0.001$

$^{a\sim c}$ Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test.

$^{A\sim C}$ Means with different superscripts in a row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test.

Symbol: co, rice without vinegar; A, rice with moderate vinegar; B, rice with double strength; C, rice with triple strength vinegar

Table 5. Hunter's color value of cooked rice with vinegar at 4°C

Hunter's color value	Storage time (hr)	Sample				*F*-value
		Co	A	B	C	
L	0	71.77 ± 0.33^{cA}	70.48 ± 0.26^{cB}	70.52 ± 0.46^{cB}	70.43 ± 0.25^{cB}	11.21^{**}
	12	72.28 ± 0.17^{cA}	71.09 ± 0.31^{bB}	70.94 ± 0.35^{bcB}	71.32 ± 0.34^{bB}	12.20^{**}
	24	73.31 ± 0.37^{bA}	71.54 ± 0.25^{bB}	71.50 ± 0.31^{bB}	71.70 ± 0.29^{bB}	23.57^{***}
	48	74.62 ± 0.45^{aA}	73.00 ± 0.24^{aB}	72.80 ± 0.38^{aB}	72.37 ± 0.42^{aB}	19.60^{***}
	F-value	39.37^{***}	49.28^{***}	20.32^{***}	17.76^{**}	
a	0	-5.30 ± 0.34^{aA}	-5.40 ± 0.15^{aA}	-5.74 ± 0.42^{aA}	-5.74 ± 0.23^{abA}	1.69
	12	-5.71 ± 0.27^{abAB}	-5.30 ± 0.13^{aA}	-6.02 ± 0.41^{aB}	-5.52 ± 0.41^{aAB}	2.64
	24	-6.14 ± 0.33^{bA}	-6.07 ± 0.32^{bA}	-6.38 ± 0.41^{abA}	-6.25 ± 0.44^{bA}	0.39
	48	-7.05 ± 0.39^{cA}	-7.12 ± 0.45^{cA}	-7.09 ± 0.25^{bA}	-6.91 ± 0.22^{cA}	0.22
	F-value	14.82^{**}	24.05^{***}	7.03^{*}	9.89^{**}	
b	0	7.18 ± 0.48^{aA}	5.66 ± 0.38^{aB}	5.40 ± 0.43^{aB}	5.23 ± 0.23^{aB}	15.52^{**}
	12	7.32 ± 0.29^{aA}	5.89 ± 0.16^{aB}	5.63 ± 0.36^{aB}	5.59 ± 0.44^{aB}	18.19^{**}
	24	7.27 ± 0.41^{aA}	5.78 ± 0.52^{aB}	5.61 ± 0.32^{aB}	5.40 ± 0.33^{aB}	13.31^{**}
	48	7.45 ± 0.23^{aA}	5.78 ± 0.26^{aB}	5.71 ± 0.22^{aB}	5.48 ± 0.39^{aB}	30.79^{***}
	F-value	0.28	0.21	0.45	0.55	

These values are means ± SD of triplicate determinations. $^{*}p < 0.05$, $^{**}p < 0.01$, $^{***}p < 0.001$

$^{a\sim c}$Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test.

$^{A\sim B}$Means with different superscripts in a row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test.

Symbol: co, rice without vinegar; A, rice with moderate vinegar; B, rice with double strength; C, rice with triple strength vinegar

식초 첨가에 따른 초밥의 색도

식초의 농도를 달리하여 만든 초밥의 색도를 측정한 결과는 다음과 같다. 색도 측정을 위한 초밥 시료는 초밥 10 g 을 정량하여 가로 3 cm, 높이 1 cm의 원통형 배양접시에 넣고 일정한 힘으로 뚜껑을 닫아서 원통형 초밥을 제조하고, colorimeter(색차계)를 이용하여 색도를 측정하였다. 결과를 살펴보면 제조 직 후 초밥의 명도(L)를 살펴보면, 대조구에 비하여 식초를 첨가한 초밥의 명도(L)는 유의적으로($p < 0.05$) 감소하였으나(Fig. 3) 적색도(a)는 대조구와 실험구 모두 유의적인($p < 0.05$) 차이가 없었다(Fig. 4). 황색도(b)는 대조구에 비해 식초를 첨가한 초밥이 유의적으로($p < 0.05$) 감소하였으나 식초의 농도를 달리 한 초밥의 경우 농도에 관계없이 초밥 상호 간에는 색도의 유의적인($p < 0.05$) 차이는 없었다(Fig. 5).

식초첨가에 따른 초밥의 저장 중 색도

25ºC에서 48시간 저장기간 동안 측정한 초밥의 색도 변화는 Table 4와 같다. 측정 결과 명도(L)는 식초 사용량과 관계없이 제조 직 후에 비하여 유의적인 차이가 없었다. 그러나 대조구에서는 제조 직 후에 비해 저장 24시간 후에는 명도가 유의적으로($p < 0.05$) 상승하였다. 초밥의 적색도(a)는 초밥의 종류에 관계없이 저장 12시간 후에 (-) 값이 감소한 후 24시간 후에 다시 증가하였다. 또한, 저장기간 동안 황색도(b)는 대조구의 경우 저장기간에 따라 약간 감소하였으나 유의적인($p < 0.05$) 차이는 없었다. 그리고 식초를 첨가한 초밥의 경우에는 종류에 관계없이 48시간 25ºC에서 저장기간에 따라서 유의적인($p < 0.05$) 차이를 보이지 않았다.

냉장 온도인 4ºC에서 48시간 저장기간 중 색도를 측정한 초밥의 색도 변화는 Table 5와 같다. 측정 결과를 살펴보면 대조구와 식초를 첨가한 실험구 모두 저온 저장기간 동안 명도(L)는 유의적으로($p < 0.05$) 증가하였다. 대조구는 조리 직 후 명도(L)가 71.77 ± 0.33이었으나, 4ºC에서 48시간 후에는 74.62 ± 0.45으로 증가하였다. 그리고 일반 산도인 식초를 넣어서 만든 초밥은 초기에는 70.48 ± 0.26에서 48시간 후에는 73.00 ± 0.24으로 증가하였고, 2배 산도 식초로 만든 초밥의 경우에는 초기에는 70.52 ± 0.46에서 48시간 후에는 72.80 ± 0.38으로 증가하였다. 그리고 3배 산도 식초로 만든 초밥은 초기에는 70.43 ± 0.25에서 48시간 후에는 72.37 ± 0.42으로 증가하였다. 적색도(a)는 4ºC에서 48시간 저장하는 동안 초밥의 종류에 관계없이 (-) 값이 증가하였다(Fig. 32). 적색도(a)에서 (-) 값은 green을 의미하므로 초밥은 4ºC에서 저장하는 동안 상대적으로 green이 증가하였다. 그리고 황색도(b)는 4ºC에서 48시간 저장기간 동안 유의적인($p < 0.05$) 변화는 없었다.

Acknowledgement

이 연구는 2016년 영산대학교 교내연구비의 지원을 받아 수행되었음.

국문요약

식초 농도를 달리하여 제조한 배합 초를 이용하여 만든 초밥은 상온 25ºC와 냉장온도인 4ºC 모두에서 초밥 제조 직후에 측정한 결과값과 저장기간에 따른 pH의 변화는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으며, 일반세균의 경우 배합초를 첨가하지 않은 대조군은 저장 1일부터 세균수가 증가하였으나 식초를 첨가한 초밥의 경우에는 2배 산도 및 3배 산도 식초를 사용한 초밥은 저장 5일째 가지 일반세균의 유의적인 변화가 없는 것으로 나타났다. 또한, 초밥 제조 시 식초의 농도 증가에 따라 초밥의 견고성, 탄력성, 응집성, 씹힘성, 부착성 및 깨짐성은 유의적으로($p < 0.05$) 감소하는 경향을 보였고, 상온 25ºC에서 48시간 저장기간 동안 견고성, 탄력성, 씹힘성, 깨짐성은 증가하였고, 부착성은 감소하였고, 저온 4ºC에서 48시간 저장기간 동안 견고성은 상온 25ºC에서 저장하는 것에 비해 견고성이 높은 것으로 나타났다.

저장온도 및 기간에 따른 색도의 변화를 측정한 결과 대조구에 비해 식초를 첨가한 초밥의 명도(L)와 황색도(b)는 유의적으로($p < 0.05$) 감소하였으나 초밥의 적색도(a)는 유의적인($p < 0.05$) 차이가 없었다. 초밥은 4ºC에서 48시간 저장하는 동안 명도(L)는 유의적으로($p < 0.05$) 증가하였으며, 적색도(a)는 저장하는 동안 초밥의 종류에 관계없이 (-) 값이 증가하였다. 그리고 황색도(b)는 저장기간 동안 유의적인($p < 0.05$) 변화는 없었다.

Referances

1. No S.H.: A study on the history of sushi and its change in native land. *Korean Studies institude,* **18**, 71-86 (2001).
2. Kim B.S.: Astudy on the preference about japanese food. MS Thesis. Kyunghee University, Seoul, 25-92 (2003).
3. Kim B.S.: Preference factors in consumer's sushi taste. *J. of Kssss.,* **19**, 179-191 (2009).
4. Lee M.Y., Lee H.G.: A Bibliographical study on the shikke. Korean *J. Dietary Culture,* **4**, 39-51 (1989).
5. Kim M.J.: Characteristics of ordinary diets in present: problems and solutions. *Korean Home Economics Assoc,* **44**, 151-16 (2006).
6. Lee H.Y., Chung L.N., Yang I.S.: Consumer inclination to convenience toward home meal replacement. *Journal of Food service Management*, **10**, 285-315 (2007).
7. Choi J.H., Kang K.O.: A study on customers' recognition and preference attributes for Japanese food. *J. East Asian*

Soc. Dietary Life, **17**, 322-328 (2007).
8. Odahara M., Sokooshi H., Takahashi H., Okadome H., Ohtsubo K.: The effect of sushi vinegar on texture of sushi rice before and after storage under low temperature. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*., **51**, 620-625 (2004).
9. Hong Y.J., Lee J.H., Oh S.K., Yoon M.R., Choi I.S., Park J.H.: Quality Characteristics of Rice Varieties Suitable for Sushi. *Korean J. Crop Sci.*, **57**, 436-440 (2012).
10. Cho S.K., Moon B.Y., Park J.H.: Microbial contamination analysis to assess the safety of marketplace sushi. *Korean J Food Sci Technol.*, **41**, 334-338 (2009).
11. Park H.J., Min K.J., Park N.Y., Cho J.I., Lee S.H., Hwang I.G., Heo J.J., Yoon K.S.: Estimation on the Consumption Patterns of Potentially Hazardous Foods with High Consumer Risk Perception. *Korean J Food Sci Technol.*, **45**, 59-69 (2013).
12. Jung S.W., Song J.H., Lee K.G., Hong K.W., Lee S.J.: Inhibitory effects of temperature and vinegar against indicator organism in raw fishes for sushi ingredient during chilled storage. *Food Eng Prog.*, **10**, 192-200 (2006).
13. Lee Y.S., Ha J.H., Park K.W., Lee S.Y., Choi Y.J.. Lee D.H., Park S.H., Moon E.S., Ryu K., Shin H.S., Ha S.D.: Survey on storage temperature of domestic major chilled foods in refrigerator. *J Fd Hyg Safety*, **23**, 304-308 (2008).
14. Kim R.J., Kang S.K., Hahn Y.S.: Storage characteristic comparison of laver-wrapped rice and laver-wrapped rice with vinegar. *Korean J Food Cookery Sci.*, **24**, 99-105 (2008).
15. Im M.N., Lee S.J., Lee K.G.: Quantitative risk assessment modeling for *Staphylococcus aureus* in sushi. *Food Eng Prog*., **11**, 77-83 (2007).
16. Kim H.K., Lee H.T., Kim J.H., Lee S.S.: Analysis of microbiological contamination in ready-to-eat foods. *J Fd Hyg Safety*, **23**, 285-290 (2008).
17. Cho S.K., Moon B.Y., Park J.H.: Microbial contamination analysis to assess the safety of marketplace sushi. *Korean J Food Sci Technol.*, **41**, 334-338 (2009).
18. Kang B.H., Shin E.J., Lee S.H., Lee D.S., Hur S.S., Shin K.S., Kim S.H., Son S.M., Lee J.M.: Optimization of the acetic acid fermentation condition of apple. *Korean J Food Preserv.*, **18**, 980-985 (2011).
19. Lee Y,C., Lee J.H.: A manufacturing process of high-strength vinegars. *Food Inds Nutr*., **5**, 13-17 (2000).
20. Koizumi Y., Uehara Y., Yanagida F.: The general composition, inorganic cations, free amino acids and organic acids of special vinegars. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **34**, 592-597 (1987).
21. Nakanc S.: Food useful for preventing alcohol intoxication containing persimmon-vinegar and optimum fruits, with blood alcohol concentration reducing action. *Japan Patent*, **63**, 562-566 (1988).
22. Sugiyama S, Fushimi T., Kishi M., Irie S., Tsuji S., Hosokawa N., Kaga T.: Bioavailability of acetate from two vinegar supplement: capsule and drink. *J. Nutr Sci. Vitaminol*., **56**, 266-269 (2010).
23. Yamashita, H, Fujisawa, K., Ito, E., Kawaguchi, N., Kimoto, M., Hiemori, M., Tsuji, H.: Improvement of obesity and glucose tolerance by acetate in type 2 diabetic Otsuka Long-Evans Tokushima Fatty (OLETF) rats. *Biosci Biotechnol Biochem.*, **71**, 1236-1243 (2007).
24. Jang S.Y., Baek C.H., Jeong K.H., Park N.Y., Jeong Y.J.: Effect of vinegar on the solubility of calcium. *Korean J. Food Preserv.*, **12**, 112-118 (2005).
25. Fushimi T., Tayama K., Fukaya M., Kitamoshi K., Nakai N., Tsukamoto Y., Sato Y.: Acetate feeding enhances glycogen repletion in liver and sketal muscle of rats. *J Nutri.*, **131**, 1973-1977 (2001).
26. Seo H., Song Y., Kang J.Y., Kwon D.K., Kim P.G., Ryu S.: The study of persimmon vinegar as a functional drink on reduce blood lupid and enhance exercise performance. *J Korean For Soc.*, **100**, 232-239 (2011).
27. Jo J.S.: The types and characteristics of vinegar. *Food Sci Ind.*, **17**, 38-50 (1984).
28. Kim K.O., Kim S.M., Kim S.M., Kim D.Y., Jo D, Yeo S.H., Jeong Y.J., Kwon J.H.: Physicochemical properties of commercial fruit vinegars with different fermentation methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr.*, **42**, 736-742 (2013).
29. Kim M.L., Choi K.H.: Sensory characteristics of citrus vinegar fermented by *Gluconobacter hansenii* CV1. *Korean J Food Cookery Sci.*, **21**, 243-249 (2005).
30. Choi S.Y.,d Hahn Y.S.: The Change of Vitamin C content in Yulmoo MulKimchi according to the shift of fermentation temperature. *Korean J Soc Food Sci.*, **13**, 364-368 (1997).
31. Kim E.J., Kang S.J., Hahn Y.S.: Storate characteristic comparison of laver-wrapped rice and laver-wrapped rice with venegar. *Korean J. Food Cookery Sci.*, **24**, 99-105 (2008)
32. Cho S.K., Moon B.Y., Park J.H.: Microbial contamination analysis to assess the safety of marketplace sushi. *Korean J Food Sci Technol.*, **41**, 334-338 (2009).
33. Kim J.E., Jeong S.H., Lee K.H.: Food Hygine and HACCP Practice. *Baeksan Publishing Co.* (2011).
34. Jung S.W., Song J.H., Lee K.G., Hong K.W., Lee S.J.: Inhibitory effects of temperature and vinegar against indicator organism in raw fishes for sushi ingredient during chilled storage. *Food Eng Prog.*, **10**, 192-200 (2006).
35. Odahara M., Sokooshi H., Takahashi H., Okadome H., Ohtsubo K.: The effect of sushi vinegar on texture of sushi rice before and after storage under low temperature. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, **51**, 620-625 (2004).
36. Kim R.J., Kang S.K., Hahn Y.S.: Storage characteristic comparison of laver-wrapped rice and laver-wrapped rice with vinegar. *Korean J Food Cookery Sci.*, **24**, 99-105 (2008).