

분지 덱스트린 첨가가 냉동 소프트롤 반죽 및 빵의 저장 중 품질 특성에 미치는 영향

박진희 · 임춘선 · 김일환 · 김문용[†]

씨제이제일제당 식품연구소 소재솔루션센터

Effects of Branched Dextrin on the Quality Characteristics of Frozen Soft Roll Dough and its Bread during Storage

Jin-Hee Park, Chun-Son Lim, Il-Hwan Kim and Mun-Yong Kim[†]

Food Ingredients Solution Center, Institute of Food Research, CJ CheilJedang

Abstract

In this study, samples of wheat flour and dough were prepared by adding of 1, 3, or 5% branched dextrin, which is produced from the amylopectin of waxy corn starch using a cyclization reaction with a branching enzyme. The samples were then evaluated qualitatively in terms of farinogram, viscogram, and extensogram characteristics. The fermentation power of dough expansion, extensogram characteristics, specific volume, baking loss, external/internal surface appearance, and sensory qualities were also examined after 4 weeks of storage at -20°C to determine the effect on freeze-thaw stability and quality improvement of branched dextrans in the soft roll bread formulation. Furthermore, the samples along with a control were compared regarding their quality characteristics, including changes in moisture content, water activity, color, and textural characteristics during a storage period of 4 days at 20°C to determine the effect on preventing retrogradation of the branched dextrin. As the branched dextrin content increased, area and extensibility increased, whereas water absorption, fermentation power of dough expansion, resistance/extensibility ratio, baking loss, and brownness of the crust decreased. However, the control group presented significantly higher peak viscosity, resistance, specific volume, taste, overall acceptability, moisture content, water activity, springiness, cohesiveness, and resilience values than those of the branched dextrin samples, whereas lightness, hardness, and chewiness showed the reverse effect. As the storage period increased, lightness, hardness, and chewiness increased, whereas cohesiveness decreased. In conclusion, the results indicate that adding 1~3% branched dextrin into a soft roll bread formulation from frozen dough had no positive effect on freeze-thaw stability or preventing retrogradation but may provide good nutritional properties.

Key words : soft roll breads from frozen dough, branched dextrin, fermentation power of dough expansion, textural characteristics, sensory qualities

[†]Corresponding author : Mun-Yong Kim, Food Ingredients Solution Center, Institute of Food Research, CJ CheilJedang, Seoul 152-051, Korea
Tel : 82-2-2629-5562
Fax : 82-2-2629-5560
E-mail : yong8438@cj.net

I. 서론

냉동 반죽은 1945년경 미국에서 시작하여 1960년대 들어서 현저히 성장하였으며, 1970년대부터는 in-store bakery 및 franchise bakery에서 주로 생산되어 왔다. 냉동 반죽은 소비자들에게 신선한 제품을 제공할 수 있다는 이점 이외에도 제조업자의 입장에서는 많은 품목을 소량 생산 할 수 있으며, 노동력이 절약되고 휴일과 야간작업을 원활하게 조절할 수 있는 등의 많은 장점을 가지고 있기 때문에 제빵 산업의 새로운 분야로 각광 받고 있다(Lee JM 등 2001). 냉동 반죽의 기본 개념은 반죽을 $-38\sim-40^{\circ}\text{C}$ 에서 급속 동결시켜 $-18\sim-20^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동보존하여 효모 및 효소의 활동을 억제시키고 gluten 조직의 약화 현상을 최대한 방지하여 반죽의 제빵 적성을 장기간 유지 보존시키는 것이다. 그러나 냉동 반죽을 장기간 저장하면 품질이 저하되는데 품질저하 현상은 효모의 품질, 반죽의 구조와 제조방법 및 냉동과 해동의 조건에 좌우된다(Lee MG 등 2000). 현재까지 냉동 반죽 및 빵의 품질 특성에 관한 국내 연구에서 사용되어 온 기능성 부재료 및 첨가제는 gum, 유화제 및 효소제(Kim KE와 Lee YT 2009), 우유단백질과 다당류 혼합물(Shon JH 등 2009a, Shon JH 등 2009b), 유화제와 α -amylases(Park BJ 등 2006), 우유단백질-검류 복합체(Yun Y 등 2006), 활성글루텐(Choi DR 등 2005), 유화제(Lee JH 등 2004), 아조디카르보아미드(La IJ 등 2004), 산화제, 환원제 및 유화제(Lee YC 2004), 이스트, 버터, 탈지분유 및 설탕(Hahn YS 2004), 비타민 C(Lee JH 등 2003), 활성글루텐과 베이킹파우더(Yun MS와 Lee JH 등 2001), 검류(Lee JM 등 2001, Lee JM 등 2000), 감자 전분(Lee MG 등 2000), L-ascorbic acid(Kim KC 등 1997), 설탕, SSL 및 KBrO₃(Lee YC 등 1991) 등이 있다.

분지 텍스트린(branched dextrin)은 브랜칭엔자임(branching enzyme) 또는 알파글루카노트랜스퍼레이즈(4α -glucanotransferase)가 전분에 존재하는 아밀로펙틴 클러스터간의 연결사슬을 가수분해하여 아밀로펙틴 클러스터를 생산하는 동시에 아밀로오스에 분지측쇄사슬을 부착시켜 분지 아밀로오스가 제조되고, DP 2,500 정도의 분자량을 가지며, 분자량의 범위가 좁고, 클러스터 단위에 하나 이상의 고리형 구조를 가지며, 측쇄의 길이가 길다(Yanase M 등 2004). 분지 텍스트린은 이화학적으로는 단맛과 분취(粉臭)가 거의 없고, 수용성과 용

액의 냉·해동 안정성이 높으며, 점도와 삼투압이 낮고, 갈변이 잘 일어나지 않으며, 건조를 용이하게 할 수 있고, 노화 지연에 효과적이다(Choi SS 등 2009, Song EB 등 2008, Takata H 등 2006, Takata H 등 1997, Nakamura 등 1997). 영양생리학적으로는 체내의 소화효소에 의해 모두 분해되어 에너지원으로 사용이 가능하고, 위내용물 배출시간이 단축되며, 장내에서 효소에 의한 분해가 천천히 이루어져 갑작스런 혈당치의 상승을 막아주고, 지속적인 열량공급으로 인하여 운동 능력 향상의 효과를 줄 수 있는 신규 기능성 물질이다(Takii H 2007, Takii H 등 2005, Takii H 등 2004, Kometani T 등 2003, Takii H 등 1999). 그러나 최근 식품분야에서 이화학적·영양생리적 기능성으로 맛 개선제, 분무건조 보조제, 스포츠 영양 식품 등에 사용되고 있는 분지 텍스트린을 이용한 냉동빵 등의 가공식품에 관한 국내 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 찹옥수수 전분을 브랜칭엔자임으로 처리하여 분지 텍스트린을 제조하였고, 1, 3, 5%(w/w) 첨가한 혼합분 및 반죽의 특성인 farinogram, extensogram, viscogram, 냉동 소프트롤 반죽의 -20°C 에서 4주 냉동 후 발효 팽창력 및 extensogram, 빵의 비용적, 굽기 손실률, 외·내부 표면 관찰 및 관능검사를 실시하여 분지 텍스트린이 냉·해동 안정성 및 빵의 품질 특성에 미치는 영향을 조사하였고, 빵을 20°C 에서 4일간 저장하면서 수분 함량, 수분활성도, 색도 및 조직감의 변화를 분석하여 신선도와 품질 유지에 관계하는 노화방지 효과를 살펴봄으로써 분지 텍스트린의 냉동 반죽 및 빵에서의 냉·해동 안정제 및 노화억제제로서의 사용 가능성을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 분지 텍스트린은 찹옥수수 전분을 25 mM 포스페이트 완충용액(pH 6.5)을 이용하여 5% 용액을 준비하였고, 이를 끓는 물에서 20분간 유지시켜 호화시켰으며, 호화된 전분 용액을 75°C 에서 브랜칭엔자임(branching enzyme, Novozymes, Denmark)을 100 U/g(찰옥수수 전분 1 g 당 100 unit) 넣어주고, 30분간 반응시킨 후 반응 정지를

위하여 반응액을 30분간 끓여 제조하였다. 밀가루(강력밀가루 1등, CJ제일제당), 이스트(생이스트, 제니코), 소금(본소금 99%, 한주), 설탕(백설탕아안설탕, CJ제일제당), 탈지분유(매일유업), 제빵 개량제(S500 Kimo, Puratos, Belgium), 유화제(글리세린지방산에스테르, 일신웰스), 가공버터(PEF 225, Fonterra Co-operative Group, New Zealand), 계란(신선란)을 본 실험의 재료로 사용하였다.

2. 분지 덱스트린을 첨가한 냉동 소프트를 반죽 및 빵의 제조

분지 덱스트린의 첨가량을 달리하여 제조한 냉동 소프트를 반죽의 재료 배합 및 비율은 Table 1과 같았으며, 월간 제과제빵(1993)의 노타임 반죽법(No-time dough method)을 일부 수정하여 제조하였다. 분지 덱스트린은 밀가루 건물당 1, 3, 5%(w/w)의 비율로 첨가하였고, 수분은 첨가된 분지 덱스트린의 양만큼 감소시켰다. 제조 공정은 밀가루를 체에 친 후, 버터를 제외한 모든 재료를 반죽기(HL200, Hobart, USA)에 넣어 1단에서 3분, 2단에서 5분 반죽한 후 버터를 반죽기에 넣고 1단에서 3분 2단에서 3분, 3단에서 1분, 다시 2단에서 1분간 더 반죽하였으며, 반죽의 최종온도는 22±1℃로 하였다. 제조된 반죽은 플로어 타임(floor time)없이 150 g 3개(extensogram 분석)와 35 g 40개(빵 품질 분석)로 분할하여 둥글리기 한 후 평철판에 배열하여 -35℃의 급속 냉동고(RXP 4-D, Panem, France)에서 중심온도를 -15℃까지 40분간 냉동시킨 후 polyethylene bag에 덕용 포장하여 -20℃의 냉동저장고(RXP 4-D, Panem, France)에서 온도변화 없이 4주간 저장하였다. 냉동 반죽을 평철판에 12개씩 배열하여 냉동 반죽의 중심온도를 20℃가 되도록 2시간 30분 해동한 후 둥글리기하여 실온에서 20분 동안 중간 발효(bench time)시킨 다음 다시 둥글리기 하여 가스를 뺀 후 평철판에 다시 배열하였다. 발효기(FPC 3HR, Panem, France)에서 60분간 발효(온도 38℃, 상대습도 80%)한 후 윗불 210℃, 아랫불 170℃로 예열된 오븐(Type CO 4.1208, Condo, MIWE, Germany)에서 10분 동안 구워 소프트를 빵을 제조하였다. 완성된 소프트를 빵은 실온(20℃)에서 1시간 30분 냉각 후 포장한 다음 20℃의 항온기에서 4일간 저장하면서 본 실험의 시료로 사용하였다.

Table 1. Formula for soft roll breads from frozen dough added with branched dextrin

Ingredients (g)	Baker's (%)	Branched dextrin(%)			
		0	1	3	5
Strong wheat flour	100	1,000	1,000	1,000	1,000
Compressed yeast	6	60	60	60	60
Salt	1.8	18	18	18	18
Sugar	20	200	200	200	200
Non-fat dry milk	3	30	30	30	30
Bread improver	1.5	15	15	15	15
Butter	10	100	100	100	100
Egg	15	150	150	150	150
Water	45	450	440	420	400
Cluster	Variable	0	10	30	50

3. 분지 덱스트린을 첨가한 혼합분의 특성

1) 이화학적 특성 분석

밀가루와 분지 덱스트린의 수분은 식품영양실험핸드북(한국식품영양과학회 2000)에 준하여 분석하였고, 백도는 백도계(C-100-3 Whitenessmeter, Kett Electric Laboratory, Japan), 입도는 입도 분석기(LS 13 320 Laser Diffraction Particle Size Analyser, Beckman Coulter, USA)를 이용하여 분석하였다. 밀가루의 회분은 식품영양실험핸드북(한국식품영양과학회 2000)에 준하여 분석하였고, 조단백질은 단백질 분석기(FP 528 Nitrogen/Protein Determinator, Leco, USA)를 이용하여 분석하였으며, 손상 전분은 손상 전분 분석기(SDmatic, CHOPIN, France)를 이용하여 AACC 76-33 방법에 따라 분석하였고, 습부 글루텐은 글루텐 분석기(Glutomatic 2200, Perten, Sweden)을 이용하여 AACC 38-12.02 방법에 따라 분석하였다.

2) Farinogram

Farinograph는 밀가루를 반죽하면서 일정한 견고성을 유지하기 위해 필요한 최적의 가수량을 측정함으로써 이것을 토

대로 강력분, 중력분, 박력분 등의 분질(粉質)을 검토할 수 있다(Han IJ 등 2007). Farinogram의 흡수율(water absorption), 반죽형성시간(dough development time), 안정도(stability), 연화도(weakness)는 farinograph(Type 810145001, Brabender Co. Ltd, Duisburg, Germany)를 이용하여 AACC 54-21(2000)의 방법에 따라 측정하였다. 300 g의 시료를 혼합하는 동안 커브의 중앙이 500±10 BU(Brabender Unit)에 도달할 때까지 흡수량을 조절하였다.

3) 호화 특성(Viscogram)

Viscograph는 회전 점도계의 일종으로서 밀가루-물의 현탁액을 일정한 속도(1분간 1.5℃)로 가열시키면서 paste의 점도 변화를 자동으로 기록하는 장치로서 paste의 제조 및 점도를 동시에 측정할 수 있고, 또한 온도 변화에 따른 밀가루의 점도에 미치는 amylase의 효과를 측정할 수 있으며, 제빵 과정 중 α -amylase의 효과를 예측할 수 있다(Han IJ 등 2007). Viscogram의 호화개시 온도(beginning temperature of gelatinization), 최고점도 온도(temperature of maximum viscosity), 최고점도(maximum viscosity)는 Viscograph-E(Type 602726, Brabender Co. Ltd, Duisburg, Germany)를 이용하여 AACC 22-10(2000)의 방법에 따라 측정하였다. 65 g의 시료를 450 mL 증류수에 현탁시켜서 보울에 넣고, 현탁액을 1분간 1.5℃의 비율로 25℃에서 95℃까지 가열시키면서 값을 측정하였다.

4. 분지 덱스트린을 첨가한 반죽의 특성

1) Extensogram

Extensograph는 반죽된 밀가루를 잡아 당겨 신장력 및 신장 저항력을 측정하는 것으로 시간 경과에 따른 요소가 포함되어 있으므로 밀가루의 발효나 산화·환원제의 영향을 farinograph보다 자세히 알 수 있다(Han IJ 등 2007). Extensogram의 면적(area), 신장도(extensibility), 저항도(resistance), 최고저항도(maximum resistance), R/E 비율(resistance/extensibility ratio)은 extensograph(Type 860000, Brabender Co. Ltd, Duisburg, Germany)를 이용하여 AACC 54-10(2000)의 방법에 따라 측정하였다. 300 g의 시료와 6 g의 소금을 사용하였고, 물의 양은 farinogram 흡수량보다 2%

적게 하였으며, 3분 동안 반죽을 한 다음 5분간 방치하고 다시 2분간 반죽을 하면서 farinogram의 중심이 500 BU에 도달하도록 흡수량을 조절하였다. 반죽이 끝난 다음 150±1 g로 분할한 후 라운더에서 20번 등돌리기 하고 원통형으로 성형하여 30℃ 항온조에서 45분간 방치한 후 측정하였다.

5. 냉동 소프트를 반죽의 특성

1) 발효 팽창력 측정

냉동 반죽의 발효 팽창력은 Han IJ 등(2007)의 방법을 변형하여 사용하였다. -20℃에 4주간 저장한 냉동 반죽을 실온에서 중심온도가 20℃가 되도록 2시간 30분 해동한 후 반죽 20 g을 취해 100 mL의 메스실린더에 넣고 상부의 표면을 평평하게 한 후 2차 발효 조건인 온도 35℃, 상대습도 80%의 발효기에서 90분 동안 10분마다 9번을 측정하여 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{Fermentation power of dough expansion(\%)} = (\text{1차 발효 후의 부피} - \text{1차 발효 전의 부피}) / \text{1차 발효 전의 부피} \times 100$$

2) Extensogram

Extensogram은 -20℃에 4주간 저장한 150 g 냉동 반죽을 실온에서 중심온도가 20℃가 되도록 3시간 해동한 후 extensograph를 이용하여 150 g의 반죽을 라운더에서 20번 등돌리기 하고 원통형으로 성형하여 30℃ 항온조에서 45분간 방치한 후 측정하였다.

6. 냉동 소프트를 빵의 특성

1) 비용적과 굽기 손실률 측정

소프트를 빵의 무게와 부피는 -20℃에 4주간 저장한 냉동 반죽을 해동, 발효 및 굽기로 제조한 제품을 1시간 30분 냉각 후 포장한 다음 20℃의 항온기에서 1일간 저장한 후 무게는 저울로 측정하였고, 부피는 부피측정기(Volscan Profiler, Stable Micro Systems, USA)를 이용하여 측정하였으며, 비용적(mL/g)으로 나타내었다. 굽기 손실률의 측정은 굽기 전의 중량과 구운 후의 중량 차이로 굽기 손실률(%)을 계산하였다.

2) 외·내부 표면 관찰

소프트를 빵의 외·내부 표면 관찰은 -20℃에 4주간 저장한 냉동 반죽을 해동, 발효 및 굽기로 제조한 제품을 1시간 30분 냉각 후 포장한 다음 20℃의 항온기에서 1일간 저장한 후 디지털 카메라(8.1 megapixels digital camera, VLUU L830, Samsung, Korea)로 식빵의 내상을 하얀 배경의 무대에서 플래시가 터지지 않도록 촬영하였다. 이때 시료와 카메라와의 거리, 지면과 카메라의 높이는 동일하게 유지시켰다.

3) 관능검사

관능검사는 CJ제일제당 식품연구소 연구원 10명을 패널로 선정하여 기본 역치 테스트 및 실험 목적을 숙지시켜 훈련시킨 후 9점 척도법(9 point likert scale method)으로 실시하였다. 이때 기호도의 평가 항목은 부피(volume), 색상(color), 부드러움(softness), 맛(taste), 전반 기호도(overall acceptability)로서 매우 많이 좋다 : 9점, 좋지도 싫지도 않다 : 5점, 매우 많이 싫다 : 1점으로 나타내었고, 특성강도의 평가항목은 겉껍질 색상(crust color), 단맛(sweetness), 이취(off-flavor)를 매우 많이 강하다 : 9점, 보통이다 : 5점, 매우 많이 약하다 : 1점으로 나타내었다. 시료의 준비 및 제시는 -20℃에 4주간 저장한 냉동 반죽을 해동, 발효 및 굽기로 제조한 제품을 1시간 30분 냉각 후 포장한 다음 20℃의 항온기에서 1일간 저장한 후 1인분 분량을 10 g으로 정하여 흰 플라스틱 접시에 담아서 제공하였다. 관능검사에 참여한 연구원은 나이와 성별 등을 기록하고 각 시료는 물컵, 시료를 벨는 컵과 정수기에서 받은 물을 시료 사이에 제공하며, 검사 중의 영향을 최소화하기 위하여 총 검사시간은 15~20분 이내로 실시하였다.

7. 냉동 소프트를 빵의 저장 중 특성 변화

1) 수분 함량 측정

소프트를 빵 속살의 수분 함량은 -20℃에 4주간 저장한 냉동 반죽을 해동, 발효 및 굽기로 제조한 제품을 1시간 30분 냉각 후 포장한 다음 20℃의 항온기에서 4일간 저장하면서 1, 2, 3, 4일 간격으로 시료를 취하여 고루 분쇄한 후

적외선 수분측정기(ML-50, Mettler Toledo, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

2) 수분 활성도 측정

소프트를 빵 속살의 수분 활성도는 -20℃에 4주간 저장한 냉동 반죽을 해동, 발효 및 굽기로 제조한 제품을 1시간 30분 냉각 후 포장한 다음 20℃의 항온기에서 4일간 저장하면서 1, 2, 3, 4일 간격으로 시료를 취하여 고루 분쇄한 후 수분활성측정기(Aquaspector AQS-31, NAGY, Germany)를 이용하여 측정하였다.

3) 색도 측정

소프트를 빵 속살의 색도는 -20℃에 4주간 저장한 냉동 반죽을 해동, 발효 및 굽기로 제조한 제품을 1시간 30분 냉각 후 포장한 다음 20℃의 항온기에서 4일간 저장하면서 1, 2, 3, 4일 간격으로 시료를 취하여 고루 분쇄한 후 시료 15 g을 직경 2 cm, 높이 1 cm의 cell에 넣고 색차계(Chroma Meter, CR-200b, Minolta, Japan)를 사용하여 L(명도), a(+적색도/-녹색도), +b(황색도)값으로 나타내었다. 이 때 사용된 표준색판은 L=97.10, a=+0.13, b=+1.88이었다.

4) 조직감 측정

소프트를 빵의 조직감은 -20℃에 4주간 저장한 냉동 반죽을 해동, 발효 및 굽기로 제조한 제품을 1시간 30분 냉각 후 포장한 다음 20℃의 항온기에서 4일간 저장하면서 1, 2, 3, 4일 간격으로 texture analyzer(TA, XTplus, Stable Micro Systems, England)를 이용하여 P/100(100 mm compression plate)을 장착하고 시료를 2회 연속적으로 침입시켰을 때 나타난 force-time curve로부터 견고성(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 복원성(resilience)을 측정하였으며, 이때의 분석 조건은 Table 2에 나타내었다.

Table 2. Operation condition of texture analyzer for soft roll breads from frozen dough added with branched dextrin

T.A. Settings	TPA
Sample size	Whole sample
Load cell	50 kg
Data acquisition rate	200 pps
Probe and product data	P/100(100 mm compression plate)
Pre-test speed	2.0 mm/s
Test speed	1.7 mm/s
Post-test speed	1.7 mm/s
Target mode	Strain-50%
Trigger type	Auto(force)-5 g
Time	5 s
Break mode	Off
Tare mode	Auto
Advanced options	On
Control oven	Disabled
Frame deflection correction	Off(XT2 compatability)

8. 통계 처리

모든 실험결과는 SPSS 프로그램(SPSS 12.0 for windows, SPSS Inc.)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였으며, 각 측정 평균값간의 유의성은 $p < 0.05$ 수준으로 Duncan의 다중범위시험법을 사용하여 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 분지 텍스트린을 첨가한 혼합분의 특성

1) 이화학적 특성

밀가루의 이화학적 특성은 수분 12.30%, 회분 0.44%, 단백질 12.25%, 손상 전분 6.29%, 습부 글루텐 32.6%, 백도 81.8, 평균 입도 71.01 μm 이었으며, 분지 텍스트린은 수분 2.43%, 백도 101.7, 평균 입도는 52.67 μm 이었다.

2) Farinogram

분지 텍스트린을 첨가한 혼합분의 farinogram 결과는

Table 3에 나타내었다. 흡수율은 대조군이 68.9%로 가장 높았고, 분지 텍스트린 첨가군들은 61.3~67.4%이었으며, 분지 텍스트린 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다 ($p < 0.05$). 밀가루의 흡수율은 밀의 종류, 밀가루의 입도, 손상 전분 및 단백질의 양에 영향을 받으며(Bae JH 등 2006), 본 실험에서 분지 텍스트린 첨가에 따른 흡수율의 감소는 분지 텍스트린 첨가량이 증가할수록 단백질이 감소되는 글루텐 단백질의 희석 효과에 의한 것으로 사료되었다. 반죽 형성시간은 분지 텍스트린 5% 첨가군이 7.2분으로 높았고, 분지 텍스트린 1%와 3% 첨가군, 대조군은 각각 5.8분, 5.7분, 5.5분으로 유의적으로 낮았으며($p < 0.05$), 세 시료들 간에는 유의적인 차이가 없었다. 반죽형성시간은 단백질의 질과 흡수율에 따라 영향을 받으며, 보편적으로 글루텐 함량이 높은 강력분이 박력분보다 흡수율이 높고, 반죽 시간이 길어 제빵 적성에 적합하다(Kim YS 등 2008). 안정도는 대조군이 19.9분이었고, 분지 텍스트린 첨가군들은 18.0~24.1분이었으며, 대조군과 분지 텍스트린 첨가군들 간에는 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 제빵용 밀가루는 반죽의 안정성이 클수록 반죽 시간을 길게 할 수 있어 재료의 충분한 믹싱이 가능하고, 이 때 형성된 글루텐은 빵의 부피를 좋게 한다(Kim YS 등 2008). 연화도는 대조군이 38 BU이었고, 분지 텍스트린 첨가군들은 35~48 BU이었고, 대조군과 분지 텍스트린 첨가군들 간에는 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 분지 텍스트린의 첨가는 흡수율에 좋지 않은 영향을 보였지만 전체적인 farinogram의 결과를 종합해보면 분지 텍스트린 1~3%를 첨가했을 때 적정 수준의 값을 보였다.

Table 3. Farinogram characteristics of composite flours added with branched dextrin

	Branched dextrin(%)			
	0	1	3	5
Water absorption(%)	68.9±0.70 ^a	67.4±0.50 ^b	64.2±0.30 ^c	61.3±0.80 ^d
Dough development time(min)	5.5±0.70 ^b	5.8±0.65 ^b	5.7±0.95 ^b	7.2±0.40 ^a
Stability(min)	19.9±7.65 ^{NSD}	18.0±5.25	21.9±9.65	24.1±9.00
Weakness(BU)	38±17.50 ^{NS}	48±12.50	43±17.50	35±15.00

Mean±S.D.(n=3). Means in a row not sharing a common superscript letters(s) are significantly different($p < 0.05$).

¹NS = Not Significant.

3) 호화 특성

분지 덱스트린을 첨가한 혼합분의 viscogram 결과는 Table 4에 나타내었다. 호화개시 온도는 5% 첨가군이 59.6℃로 가장 높았고, 분지 덱스트린 3% 첨가군은 59.3℃이었으며, 대조군과 분지 덱스트린 1% 첨가군은 각각 59.0℃, 58.8℃로 낮았고(p<0.05), 두 시료들 간에는 유의적인 차이가 없었다. 제빵용 밀가루의 호화개시 온도는 수분 함량, 염류, 당류, 전분의 종류, 아밀로오스와 아밀로펙틴 함량, 전분 현탁액의 pH와 온도 등에 따라 달라지며(송재철과 박현정 1995), 본 실험에서 분지 덱스트린을 3% 이상 첨가했을 때 혼합분의 호화개시 온도가 다소 상승되었는데, 이는 분지 덱스트린 첨가가 전분 입자들의 팽윤, 열 및 전단력에 대한 저항성을 높여 호화를 다소 지연시키는 것으로 사료되었다. 최고점도 온도는 대조군이 87.8℃이었고, 분지 덱스트린 첨가군들은 87.9~88.1℃이었으며, 대조군과 분지 덱스트린 첨가군들 간에는 유의적인 차이가 없었다(p>0.05). 최고점도는 대조군, 분지 덱스트린 1% 및 3% 첨가군이 각각 740 BU, 728 BU, 704 BU로 높았고, 세 시료들 간에는 유의적인 차이가 없었으며, 분지 덱스트린 5% 첨가군은 580 BU로 유의적으로 낮았다(p<0.05). 최고점도는 밀가루와 물의 현탁액이 호화 과정 중 최대의 점도를 나타내는 것으로 효소의 활성 이외에도 팽윤 물질(단백질, 펜토산) 및 전분의 함량과 질에 크게 영향을 받으며(김성곤 등 1999), 본 실험에서 클러스터 5% 첨가 시 최고점도가 급격히 감소되었는데, 이는 분지 덱스트린 첨가에 따른 전분 농도의 희석 효과로 전분 입자에 대한 물 흡수 능력이 감소되고, 팽윤이 억제됨으로써 호화 시 최고점도가 크게 감소된 것으로 사료되었다.

Table 4. Viscogram characteristics of composite flours added with branched dextrin

	Branched dextrin(%)			
	0	1	3	5
Gelatinization temperature(℃)	59.0±0.06 ^d	58.8±0.20 ^c	59.3±0.10 ^b	59.6±0.10 ^a
Temperature of peak viscosity(℃)	87.8±0.40 ^{NS1)}	87.9±0.60	88.0±0.10	88.1±0.20
Peak viscosity(BU)	740±22.50 ^a	728±31.00 ^a	704±10.50 ^a	580±6.00 ^b

Mean±S.D.(n=3). Means in a row not sharing a common superscript letters(s) are significantly different(p<0.05).

¹⁾NS = Not Significant.

2. 분지 덱스트린을 첨가한 반죽의 특성

1) Extensogram

분지 덱스트린을 첨가한 혼합분의 extensogram 결과는 Table 5에 나타내었다. 면적은 분지 덱스트린 3% 첨가군이 138 cm²로 높았고, 분지 덱스트린 1% 첨가군과 대조군은 각각 130 cm², 120 cm²이었으며, 두 시료들 간에는 유의적인 차이가 없었고, 분지 덱스트린 5% 첨가군은 117 cm²로 유의적으로 낮았다(p<0.05). 신장도는 대조군이 246 mm이었고, 분지 덱스트린 첨가군들은 240~251 mm이었으며, 대조군과 분지 덱스트린 첨가군들 간에는 유의적인 차이가 없었다(p>0.05). 저항도는 대조군이 193 BU이었고, 분지 덱스트린 첨가군들은 188~215 BU이었으며, 대조군과 분지 덱스트린 첨가군들 간에는 유의적인 차이가 없었다(p>0.05). 최고저항도는 대조군이 385 BU이었고, 분지 덱스트린 첨가군들은 385~440 BU이었으며, 대조군과 분지 덱스트린 첨가군들 간에는 유의적인 차이가 없었다(p>0.05). R/E 비율은 대조군이 0.78이었고, 분지 덱스트린 첨가군들은 0.78~0.88이었으며, 대조군과 분지 덱스트린 첨가군들 간에는 유의적인 차이가 없었다(p>0.05).

Table 5. Extensogram characteristics of composite flours added with branched dextrin

	Branched dextrin(%)			
	0	1	3	5
Area(cm ²)	120±3.00 ^{ab}	130±9.00 ^{ab}	138±16.50 ^a	117±4.50 ^b
Extensibility(mm)	246±7.50 ^{NS1)}	251±2.00	244±3.00	240±10.50
Resistance(BU)	193±12.50 ^{NS}	195±10.00	215±15.00	188±22.50
Maximum resistance(BU)	385±5.00 ^{NS}	410±40.00	440±60.00	385±20.00
R/E ratio	0.78±0.08 ^{NS}	0.78±0.05	0.88±0.05	0.81±0.08

Mean±S.D.(n=3). Means in a row not sharing a common superscript letters(s) are significantly different(p<0.05).

¹⁾NS = Not Significant.

Table 6, Fermentation power of dough expansion of frozen soft roll doughs added with branched dextrin after 4 weeks of storage at -20°C (unit: %)

Branched dextrin(%)	Fermentation time(min)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0.0 ^{NS1)}	33.33±4.77 ⁱ	^A 71.43±4.76 ^h	^A 114.29±4.77 ^g	^A 161.90±4.77 ^f	^A 209.52±4.77 ^e	^A 257.14±4.76 ^d	^A 300.00±4.76 ^c	^A 333.33±4.77 ^b	^A 361.90±4.77 ^a
1	0.0	33.33±4.77 ^j	^A 71.43±4.76 ^h	^A 114.29±4.77 ^g	^A 157.14±4.76 ^f	^A 204.76±4.76 ^e	^A 252.38±4.76 ^d	^B 290.48±4.77 ^c	^B 323.81±4.76 ^b	^B 347.26±4.76 ^a
3	0.0	23.81±4.76 ⁱ	^B 57.14±4.76 ^h	^B 95.24±4.76 ^g	^B 138.10±4.77 ^f	^B 180.95±4.76 ^e	^B 228.57±4.76 ^d	^C 271.43±4.76 ^c	^C 304.76±4.76 ^b	^C 333.33±4.77 ^a
5	0.0	23.81±4.76 ⁱ	^B 52.38±4.76 ^h	^C 85.71±4.77 ^g	^C 123.81±4.76 ^f	^C 161.90±4.77 ^e	^C 204.76±4.76 ^d	^D 238.01±4.77 ^c	^D 276.19±4.76 ^b	^D 304.76±4.76 ^a

Mean±S.D.(n=3). Means with different small character superscripts in each row are significantly different (p<0.05). Means with different large character superscripts in each column are significantly different (p<0.05).

¹⁾NS = Not Significant.

3. 냉동 소프트롤 반죽의 특성

1) 발효 팽창력

분지 텍스트린을 첨가한 냉동 소프트롤 반죽의 발효 팽창력은 Table 6에 나타내었다. 발효 시간에 따른 발효 팽창력은 대조군과 분지 텍스트린 첨가군들 모두 발효 시간이 길어질수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(p<0.05). 분지 텍스트린 첨가량에 따른 발효 팽창력은 10분에서는 대조군과 분지 텍스트린 첨가군들 간에 유의적인 차이가 없었고(p>0.05), 20분 이상에서는 분지 텍스트린 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다(p<0.05). 반죽의 발효 팽창력에 영향을 주는 이산화탄소의 생성은 이스트의 발효에 의한 것이고, 이스트의 양과 영양원, 반죽의 pH와 온도, 삼투압, 탄수화물 및 당에 의하여 영향을 받으며(김성곤 등 1999), Lee MG 등(2000)은 수분 보유력이 우수한 감자전분 첨가가 냉동 반죽의 냉동 보관 시 이스트 사멸률 억제 및 유리수의 함량을 줄여 얼음 결정에 의한 gluten 막의 파괴를 방지하고, 발효 팽창력의 감소를 줄일 수 있다고 하여 본 실험의 결과와 상반된 경향을 보였다.

2) Extensogram

분지 텍스트린을 첨가한 냉동 소프트롤 반죽의 extensogram 결과는 Table 7에 나타내었다. 면적은 대조군이 112 cm²이었고, 분지 텍스트린 첨가군들은 112~165 cm²이었으며, 분지 텍스트린 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가

하는 경향을 보였다(p<0.05). 일반적으로 면적이 130 cm² 이상일 경우 좋은 발효 내구력을 가지며 빵의 부피가 큰데(Kim YS 등 2008), 본 실험에서는 분지 텍스트린 5% 첨가군이 165 cm²의 면적을 보여 제빵 적성에 있어서 좋은 영향을 미칠 것으로 사료되었다. 신장도는 대조군이 117 mm으로 가장 낮았고, 분지 텍스트린 첨가군들은 124~140 mm이었으며, 분지 텍스트린 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(p<0.05). 냉동 반죽의 보관 중에 신장도가 증가하는 현상은 이스트세포의 사멸과 밀접하게 관련되는데 이스트의 사멸로 glutathione이 용출되고, 이는 단백질의 disulfide 결합을 환원시켜 글루텐을 약화시키고 신장도를 증가시킨다(Lee MG 등 2000). 저항도는 대조군이 625 BU로 가장 높았고, 분지 텍스트린 첨가군들은 555~585 BU이었으며, 대조군보다 분지 텍스트린 첨가군들이 유의적으로 낮았다(p<0.05). 최고저항도는 분지 텍스트린 5% 첨가군이 920 BU로 가장 높았고, 대조군과 분지 텍스트린 첨가군은 각각 843 BU, 830 BU이었으며, 두 시료들 간에는 유의적인 차이가 없었고, 분지 텍스트린 1% 첨가군은 770 BU로 가장 낮았다(p<0.05). R/E 비율은 대조군이 5.34로 가장 높았고, 분지 텍스트린 첨가군들은 3.96~4.53이었으며, 분지 텍스트린 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다(p<0.05). 최적 수준의 R/E 비율은 3.0~4.0이고(Freund W 2006), E에 비하여 R이 지나치게 큰 반죽은 조직이 다소 치밀하지 못하며, 본 실험에서 분지 텍스트린 5% 첨가군이 적정 수준의 R/E 비율을 보였다.

Table 7. Extensogram characteristics of frozen soft roll doughs added with branched dextrin after 4 weeks of storage at -20°C

	Branched dextrin(%)			
	0	1	3	5
Area(cm ²)	112±7.00 ^c	112±0.58 ^c	129±1.00 ^b	165±3.51 ^a
Extensibility(mm)	117±2.00 ^c	124±2.52 ^b	138±3.00 ^a	140±1.00 ^a
Resistance(BU)	625±15.00 ^a	560±10.00 ^b	585±25.00 ^b	555±25.00 ^b
Maximum resistance(BU)	843±22.50 ^b	770±20.00 ^c	830±10.00 ^b	920±10.00 ^a
R/E ratio	5.34±0.04 ^d	4.53±0.02 ^b	4.24±0.09 ^c	3.96±0.21 ^d

Mean±S.D.(n=3). Means in a row not sharing a common superscript letters(s) are significantly different(p<0.05).

4. 냉동 소프트롤 빵의 특성

1) 비용적과 굽기 손실률

분지 덱스트린을 첨가하여 제조한 냉동 소프트롤 빵의 비용적과 굽기 손실률은 Table 8에 나타내었다. 비용적은 대조군이 5.89 mL/g으로 가장 높았고, 분지 덱스트린 첨가군들은 5.04~5.40 mL/g이었으며, 대조군보다 분지 덱스트린 첨가군들이 유의적으로 낮았다(p<0.05). 굽기 손실률은 대조군이 13.49로 가장 높았고, 분지 덱스트린 대체군들은 11.59~13.17%이었으며, 분지 덱스트린 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였고(p<0.05), 이는 Kim YS 등(2008)의 백련차 분말 대체에 따른 식빵 반죽의 부피 감소와 오븐열과 반응하는 표면적이 적어서 굽는 과정 중 수분 증발 또한 적어져서 굽기 손실률이 낮아졌다는 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

Table 8. Specific volume and baking loss of soft roll breads from frozen dough added with branched dextrin after 4 weeks of storage at -20°C

	Branched dextrin(%)			
	0	1	3	5
Bread weight(g)	30.28±0.17 ^d	30.39±0.15 ^c	30.52±0.12 ^b	30.94±0.16 ^a
Bread volume(mL)	178.15±5.30 ^a	162.85±5.00 ^b	164.80±3.54 ^b	156.00±6.09 ^c
Specific volume(mL/g)	5.89±0.21 ^a	5.36±0.19 ^b	5.40±0.14 ^b	5.04±0.22 ^c
Baking loss(%)	13.49±0.47 ^a	13.17±0.44 ^b	12.80±0.33 ^c	11.59±0.46 ^d

Mean±S.D.(n=30). Means in a row not sharing a common superscript letters(s) are significantly different(p<0.05).

2) 외·내부 표면 관찰

분지 덱스트린을 첨가하여 제조한 냉동 소프트롤 빵의 외·내부 표면 관찰은 Fig. 1에 나타내었다. 외부색과 내부색은 분지 덱스트린을 첨가했을 때 다소 밝아졌으며, 이는 빵 굽는 과정에 일어나는 단백질 내 아미노산의 아미노기와 포도당의 카르보닐기 사이에 일어나는 마이알형 갈색화 반응을 분지 덱스트린이 다소 저해하는 것으로 사료되었다. 분지 덱스트린 5% 첨가군은 빵의 부피가 가장 작았고, 빵속살의 기공이 가장 치밀하였으며, 이는 비용적 결과와 일치하였다.

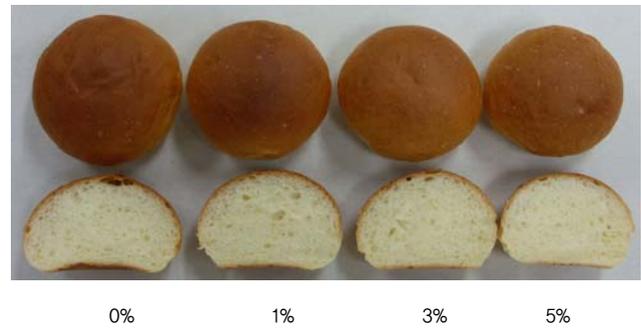


Fig. 1. External and internal surface appearance of soft roll breads from frozen dough added with branched dextrin after 4 weeks of storage at -20°C

3) 관능검사

분지 덱스트린을 첨가하여 제조한 냉동 소프트롤 빵의 관능검사 결과는 Table 9와 같았다. 부피는 대조군이 6.63이었고, 분지 덱스트린 첨가군들은 5.70~6.50이었으며, 대조군과 분지 덱스트린 첨가군들 간에 유의적인 차이가 없었다(p>0.05). 색상은 대조군이 6.75이었고, 분지 덱스트린 첨가군들은 6.29~6.40이었으며, 대조군과 분지 덱스트린 첨가군들 간에 유의적인 차이가 없었다(p>0.05). 부드러움은 대조군이 6.75이었고, 분지 덱스트린 첨가군들은 5.90~6.25이었으며, 대조군과 분지 덱스트린 첨가군들 간에 유의적인 차이가 없었다(p>0.05). 맛은 대조군이 6.88로 높았고, 분지 덱스트린 첨가군들은 5.63~6.29이었으며, 대조군보다

분지 텍스트린 첨가군들이 낮았으며 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 전반 기호도는 대조군이 7.13으로 높았고, 분지 텍스트린 첨가군들은 5.75~6.29이었으며, 대조군보다 분지 텍스트린 첨가군들이 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 겉껍질 색상은 대조군이 6.20이었고, 분지 텍스트린 첨가군들은 5.80~6.00이었으며, 대조군과 분지 텍스트린 첨가군들 간에 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 단맛은 대조군이 0.82이었고, 분지 텍스트린 첨가군들은 5.40~6.00이었으며, 대조군과 분지 텍스트린 첨가군들 간에 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 이취는 대조군이 4.30이었고, 분지 텍스트린 첨가군들은 4.30~4.40이었으며, 대조군과 분지 텍스트린 첨가군들 간에 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$).

Table 9. Sensory evaluation of soft roll breads from frozen dough added with branched dextrin after 4 weeks of storage at -20°C

	Branched dextrin(%)			
	0	1	3	5
Volume	6.63±1.92 ^{NSD}	5.70±1.49	6.29±1.60	6.50±0.76
Color	6.75±1.28 ^{NS}	6.40±1.43	6.29±1.70	6.38±0.74
Softness	6.75±1.16 ^{NS}	5.90±1.20	6.14±1.46	6.25±0.89
Taste	6.88±0.83 ^a	6.10±0.88 ^{ab}	6.29±1.11 ^{ab}	5.63±1.06 ^b
Overall acceptability	7.13±0.99 ^a	5.90±0.88 ^b	6.29±1.38 ^{ab}	5.75±0.89 ^b
Crust color	6.20±0.92 ^{NSD}	6.00±0.67	5.90±0.74	5.80±0.63
Sweetness	5.70±0.82 ^{NS}	6.00±1.25	5.60±0.84	5.40±0.52
Off-flavor	4.30±1.16 ^{NS}	4.40±1.26	4.40±1.26	4.30±1.16

Mean±S.D.(n=10). Means in a row not sharing a common superscript letters(s) are significantly different($p < 0.05$).

5. 냉동 소프트롤 빵의 저장 중 특성

1) 수분 함량

분지 텍스트린을 첨가하여 제조한 냉동 소프트롤 빵의 저장 중 수분 함량 변화 결과는 Table 10과 같았다.

소프트롤 빵의 저장일수에 따른 수분 함량의 변화는 1일째, 2일째, 3일째 및 4일째 모두 대조군이 각각 26.89%, 26.68%, 26.47%, 26.29%로 가장 높았고, 분지 텍스트린 5% 첨가군은 각각 25.77%, 25.40%, 25.35%, 25.25%로 유의적으

로 낮았다($p < 0.05$). 수분 함량은 빵의 신선도(freshness)에 영향을 주는 요인 중의 하나이며(Yun Y 등 2006), 본 실험에서는 분지 텍스트린을 첨가했을 때 수분 함량이 낮아져 빵의 신선도 개선 효과는 없는 것으로 사료되었다. 소프트롤 빵의 저장 중 수분 함량의 변화는 대조군과 분지 텍스트린 3% 첨가군은 1일째가 각각 26.89%, 26.39%로 가장 높았고, 2~4일째는 각각 26.29~26.68%, 25.45~25.92%이었으며, 저장기간이 길어질수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 분지 텍스트린 1%와 5% 첨가군은 1일째가 각각 26.69%, 25.77%로 높았고, 2~4일째는 각각 26.15~26.56%, 25.23~25.40%이었으며, 1일째보다 2~4일째가 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 수분의 이동성 감소는 빵의 노화를 일으키는 원인 중 하나이며, 저장하는 동안 빵 crumb의 수분이 crust로 이동하여 수분 손실이 발생하는데(Yun Y 등 2006), 본 실험에서는 분지 텍스트린을 첨가했을 때 저장 중 수분 손실률이 높아져 빵의 노화억제 효과는 없는 것으로 사료되었다.

Table 10. Changes in moisture content of soft roll breads from frozen dough added with branched dextrin during storage at 20°C (unit: %)

Samples (day)	Branched dextrin(%)			
	0	1	3	5
1	^A 26.89±0.01 ^a	^A 26.69±0.53 ^a	^A 26.39±0.05 ^a	^A 25.77±0.13 ^b
2	^{AB} 26.68±0.18 ^a	^{AB} 26.56±0.04 ^a	^B 25.92±0.10 ^b	^B 25.40±0.05 ^c
3	^{BC} 26.47±0.29 ^a	^{AB} 26.31±0.24 ^a	^B 25.82±0.33 ^b	^B 25.35±0.21 ^c
4	^C 26.29±0.20 ^a	^B 26.15±0.32 ^a	^C 25.45±0.18 ^b	^B 25.23±0.09 ^b

Mean±S.D.(n=3). Means with different small character superscripts in each row are significantly different ($p < 0.05$). Means with different large character superscripts in each column are significantly different ($p < 0.05$).

2) 수분 활성도

분지 텍스트린을 첨가하여 제조한 냉동 소프트롤 빵의 저장 중 수분 활성도 변화 결과는 Table 11과 같았다.

소프트롤 빵의 저장일수에 따른 수분 활성도의 변화는 1일째는 대조군이 0.885 Aw, 분지 텍스트린 첨가군들은

0.864~0.885 Aw이었으며, 대조군보다 분지 덱스트린 첨가군들이 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 2일째, 3일째 및 4일째는 대조군이 각각 0.892 Aw, 0.889 Aw, 0.886 Aw로 가장 높았고, 분지 덱스트린 첨가군들은 각각 0.882~0.890 Aw, 0.878~0.885 Aw, 0.876~0.881 Aw이었으며, 분지 덱스트린 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 소프트롤 빵의 저장 중 수분 활성도의 변화는 대조군, 분지 덱스트린 1%, 3% 및 5% 첨가군 모두 1일째가 각각 0.885 Aw, 0.885 Aw, 0.873 Aw, 0.864 Aw으로 낮았고, 2일까지는 증가하는 경향을 보이다가 이후 4일까지 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 수분 활성도는 빵의 저장 중 노화 특성 및 안정성에 영향을 미칠 수 있는 인자 중의 하나이며, 환경조건에 따라 계속 변화하는데, Kim MY와 Chun SS(2009)는 저장 초기에는 빵 외부의 상대 습도가 높아 빵 내부로의 수분 흡수가 일어나면서 수분 활성도가 다소 증가되다가 이후에는 빵 외부가 건조되면서 상대 습도가 낮아져 빵 내부의 수분이 증발하면서 수분 활성도가 감소한다고 하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보였다. 한편, 분지 덱스트린을 첨가했을 때 저장 중 수분 활성도가 낮아 빵의 노화억제 효과는 없는 것으로 사료되었다.

Table 11. Changes in water activity of soft roll breads from frozen dough added with branched dextrin during storage at 20°C (unit: Aw)

Samples (day)	Branched dextrin(%)			
	0	1	3	5
1	^B 0.885±0.002 ^a	^B 0.885±0.001 ^a	^D 0.873±0.002 ^b	^C 0.864±0.001 ^c
2	^A 0.892±0.001 ^a	^A 0.890±0.001 ^b	^A 0.889±0.001 ^b	^A 0.882±0.002 ^c
3	^A 0.889±0.001 ^a	^B 0.885±0.002 ^b	^B 0.885±0.001 ^b	^B 0.878±0.001 ^c
4	^B 0.886±0.002 ^a	^C 0.881±0.003 ^b	^C 0.879±0.002 ^{bc}	^B 0.876±0.002 ^c

Mean±S.D.(n=3). Means with different small character superscripts in each row are significantly different ($p < 0.05$). Means with different large character superscripts in each column are significantly different ($p < 0.05$).

3) 색도

분지 덱스트린을 첨가하여 제조한 냉동 소프트롤 빵의 저

장 중 색도 변화 결과는 Table 12와 같았다.

소프트롤 빵의 저장일수에 따른 명도의 변화는 1일째, 2일째 및 3일째가 대조군과 분지 덱스트린 첨가군들 간에는 유의적인 차이가 없었으며($p > 0.05$), 4일째는 대조군이 95.57로 낮았고, 분지 덱스트린 첨가군들은 96.06~96.63이었으며, 분지 덱스트린 첨가군들이 대조군보다 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 소프트롤 빵의 저장 중 명도의 변화는 대조군, 분지 덱스트린 3% 및 5% 첨가군이 1일째가 각각 94.83, 94.96, 95.12로 가장 낮았고, 2~4일째는 각각 95.03~95.57, 95.24~96.23, 95.67~96.63이었으며, 저장기간이 길어질수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였고($p < 0.05$), 분지 덱스트린 1% 첨가군은 1일째가 94.93, 2~4일째는 95.12~96.06이었으며, 2~4일째가 1일째보다 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 색도는 빵의 저장 중 노화 특성 및 안정성에 영향을 미칠 수 있는 인자 중의 하나이며, 환경조건에 따라 계속 변화하는데, 빵의 외부가 건조되면서 상대 습도가 낮아져 빵 내부의 수분이 증발함으로써 명도가 증가되며, 본 실험에서는 분지 덱스트린을 첨가했을 때 저장 중 명도 증가율의 변화가 커져 빵의 노화억제 효과는 없는 것으로 사료되었다.

소프트롤 빵의 저장일수에 따른 녹색도의 변화는 분지 덱스트린 3% 첨가군이 1일째는 -3.27로 가장 높았고, 3일째는 -2.97로 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 2일째와 4일째는 대조군이 각각 -2.90, -2.88로 가장 낮았고, 분지 덱스트린 첨가군들은 각각 -2.96~-3.30, -3.08~-3.14이었으며, 분지 덱스트린 첨가군들이 대조군보다 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 소프트롤 빵의 저장 중 녹색도의 변화는 3일째 대조군과 분지 덱스트린 5% 첨가군이 각각 -3.01, -3.15로 가장 높았고, 분지 덱스트린 3% 첨가군이 -2.97로 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 분지 덱스트린 1% 첨가군은 1일째가 -2.79로 가장 낮았고, 2~4일째는 -3.06~-3.14이었으며, 2~4일째가 1일째보다 유의적으로 높았다($p < 0.05$).

소프트롤 빵의 저장일수에 따른 황색도의 변화는 1일째와 3일째가 대조군이 각각 17.01, 17.06으로 가장 낮았고, 분지 덱스트린 첨가군들은 각각 17.19~17.90, 17.93~18.88이었으며, 분지 덱스트린 첨가군들이 대조군보다 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 2일째는 분지 덱스트린 1% 첨가군이 17.97로 가장 높았고, 4일째는 분지 덱스트린 5% 첨가군이 18.29로 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 소프트롤 빵의 저장 중 황색도

Table 12. Changes in color of soft roll breads from frozen dough added with branched dextrin during storage at 20°C

Samples (day)	Branched dextrin(%)				
	0	1	3	5	
Lightness	1	^C 94.83±0.28 ^{NS1)}	^B 94.93±0.57	^C 94.96±0.36	^C 95.12±0.26
	2	^{BC} 95.03±0.19 ^{NS}	^B 95.12±0.32	^{BC} 95.24±0.61	^{BC} 95.67±0.04
	3	^{AB} 95.38±0.54 ^{NS}	^{AB} 95.67±0.47	^{AB} 95.82±0.27	^{AB} 96.17±0.40
	4	^A 95.57±0.14 ^b	^A 96.06±0.37 ^{ab}	^A 96.23±0.61 ^a	^A 96.63±0.49 ^a
Greenness	1	^{AB} -2.96±0.05 ^c	^C -2.79±0.04 ^d	^A -3.27±0.03 ^a	^A -3.13±0.03 ^b
	2	^{BC} -2.90±0.04 ^d	^B -3.06±0.02 ^b	^A -3.30±0.04 ^a	^B -2.96±0.04 ^c
	3	^A -3.01±0.05 ^b	^A -3.14±0.04 ^a	^C -2.97±0.06 ^b	^A -3.15±0.01 ^a
	4	^C -2.88±0.04 ^c	^A -3.14±0.02 ^a	^B -3.08±0.06 ^b	^A -3.14±0.03 ^a
Yellowness	1	^{NS1)} 17.01±0.39 ^c	^C 17.43±0.27 ^b	^A 17.90±0.12 ^a	^C 17.19±0.09 ^{bc}
	2	17.16±0.20 ^b	^B 17.97±0.21 ^a	^B 17.33±0.26 ^b	^C 16.97±0.01 ^b
	3	17.06±0.39 ^c	^A 18.41±0.37 ^{ab}	^A 17.93±0.60 ^b	^A 18.88±0.12 ^a
	4	17.28±0.35 ^b	^{BC} 17.71±0.11 ^b	^B 17.32±0.48 ^b	^B 18.29±0.18 ^a

Mean±S.D.(n=3). Means with different small character superscripts in each row are significantly different (p<0.05). Means with different large character superscripts in each column are significantly different (p<0.05).

의 변화는 대조군이 1일째 17.01이었고, 2~4일째는 17.06~17.28이었으며, 저장기간에 따른 유의적인 차이가 없었고(p>0.05), 분지 텍스트린 1% 첨가군은 1일째가 17.43으로 가장 낮았으며, 2~4일째는 17.71~18.41이었고, 2~4일째가 1일째보다 유의적으로 높았다(p<0.05). 분지 텍스트린 3% 첨가군과 5% 첨가군은 3일째가 각각 17.93, 18.88로 유의적으로 높았다(p<0.05).

4) 조직감

분지 텍스트린을 첨가하여 제조한 냉동 소프트롤 빵의 저장 중 견고성 변화 결과는 Table 13과 같았다.

소프트롤 빵의 저장일수에 따른 견고성의 변화는 1일째, 2일째, 3일째 및 4일째 모두 대조군이 각각 1387.08 g, 1666.00 g, 1911.16 g, 2087.78 g으로 가장 낮았고, 분지 텍스트린 첨가군들은 각각 1391.17~1635.93 g, 1824.60~2170.99 g, 2039.04~2458.14 g, 2277.29~2748.04 g이었으며, 분지 텍스트린 첨가군들이 대조군보다 유의적으로 높았다(p<0.05). 빵의 견고성에 영향을 주는 요인에는 수분 함량, 부피 및

기공의 발달 정도 등이 있으며, 값이 클수록 빵의 견고성이 낮고, 부드러우며(Kim EJ와 Kim SM 1988), 본 실험에서는 분지 텍스트린 첨가군들 보다 비용적과 수분 함량이 높은 대조군의 견고성이 낮고, 빵 속살이 더 부드러움을 알 수 있다. 소프트롤 빵의 저장 중 견고성의 변화는 대조군, 분지 텍스트린 1%, 3% 및 5% 첨가군 모두 1일째가 각각 1387.78 g, 1504.92 g, 1391.17 g, 1635.93 g으로 가장 낮았고, 2~4일째는 각각 1666.00~2087.78 g, 1824.60~2359.71 g, 1845.14~2277.29 g, 2170.99~2748.04 g이었으며, 저장기간이 길어질수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(p<0.05). 빵의 노화는 전분의 노화와 상관성이 높고 전분의 노화는 결정형의 변화가 A-V-B형으로 변하면서 수분의 mobility가 감소하면서 결정수로 포함되는 변화가 나타나고, 수분의 이동도 변화와 단백질의 재배열에 의해 나타나는 것으로 알려져 있으며(Lee SJ와 Choi YH 2004), 본 실험에서는 분지 텍스트린을 첨가했을 때 저장 중의 견고성 증가율 변화가 커져 노화억제 효과가 없는 것으로 사료되었다.

소프트롤 빵의 저장일수에 따른 탄력성의 변화는 1일째와

Table 13. Changes in textural characteristics of soft roll breads from frozen dough added with branched dextrin during storage at 20°C

	Samples (day)	Branched dextrin(%)			
		0	1	3	5
Hardness (g)	1	^D 1387.08±70.23 ^c	^D 1504.92±132.73 ^b	^C 1391.17±52.55 ^c	^D 1635.93±77.27 ^a
	2	^C 1666.00±87.63 ^c	^C 1824.60±60.15 ^b	^B 1845.14±165.85 ^b	^C 2170.99±116.66 ^a
	3	^B 1911.16±98.11 ^c	^B 2039.04±107.67 ^{bc}	^A 2179.86±171.57 ^b	^B 2458.14±95.83 ^a
	4	^A 2087.78±84.11 ^c	^A 2359.71±152.86 ^b	^A 2277.29±155.28 ^b	^A 2748.04±123.84 ^a
Springiness	1	^A 0.935±0.005 ^a	^{NS1)} 0.900±0.048 ^b	^{NS} 0.920±0.012 ^{ab}	^{NS} 0.885±0.025 ^b
	2	^A 0.939±0.005 ^a	0.923±0.005 ^{ab}	0.905±0.033 ^b	0.872±0.031 ^c
	3	^B 0.924±0.011 ^a	0.924±0.006 ^a	0.895±0.034 ^b	0.893±0.004 ^b
	4	^A 0.933±0.004 ^a	0.903±0.049 ^{ab}	0.916±0.008 ^a	0.875±0.039 ^b
Cohesiveness	1	^A 0.581±0.010 ^a	^A 0.568±0.013 ^a	^A 0.571±0.011 ^a	^A 0.555±0.010 ^b
	2	^B 0.559±0.008 ^a	^B 0.535±0.005 ^c	^B 0.544±0.008 ^b	^B 0.522±0.009 ^d
	3	^C 0.537±0.007 ^a	^B 0.530±0.007 ^{ab}	^C 0.527±0.008 ^b	^B 0.512±0.005 ^c
	4	^D 0.527±0.007 ^a	^C 0.510±0.009 ^c	^C 0.522±0.010 ^{ab}	^B 0.515±0.010 ^{bc}
Chewiness	1	^D 753.52±35.82 ^{ab}	^D 768.57±69.06 ^{ab}	^C 730.64±23.07 ^b	^D 803.48±43.39 ^a
	2	^C 874.91±45.12 ^b	^C 899.81±24.14 ^b	^B 907.62±79.11 ^b	^C 986.51±33.12 ^a
	3	^B 948.42±51.30 ^c	^B 997.69±43.21 ^{bc}	^A 1028.64±98.25 ^b	^B 1124.06±43.68 ^a
	4	^A 1027.21±43.13 ^b	^A 1086.21±93.95 ^b	^A 1087.86±72.13 ^b	^A 1236.72±61.73 ^a
Resilience	1	^A 0.208±0.008 ^a	^A 0.199±0.007 ^b	^A 0.199±0.006 ^b	^A 0.189±0.008 ^c
	2	^A 0.202±0.008 ^a	^B 0.188±0.002 ^b	^B 0.192±0.004 ^b	^B 0.179±0.005 ^c
	3	^B 0.191±0.003 ^a	^B 0.186±0.003 ^b	^C 0.181±0.004 ^c	^B 0.176±0.002 ^d
	4	^B 0.191±0.005 ^a	^C 0.177±0.004 ^c	^C 0.183±0.005 ^b	^B 0.180±0.005 ^{bc}

Mean±S.D.(n=7). Means with different small character superscripts in each row are significantly different (p<0.05). Means with different large character superscripts in each column are significantly different (p<0.05).

2일째 대조군이 각각 0.935, 0.939로 높았고, 분지 덱스트린 첨가군들은 각각 0.895~0.920, 0.872~0.923이었으며, 대조군보다 분지 덱스트린 첨가군들이 유의적으로 낮았다(p<0.05). 3일째와 4일째는 대조군이 각각 0.924, 0.933으로 높았고, 분지 덱스트린 5% 첨가군은 각각 0.893, 0.875로 유의적으로 낮았다(p<0.05). 소프트롤 빵의 저장 중 탄력성의 변화는 대조군이 3일째 0.924로 유의적으로 낮았고(p<0.05), 분지 덱스트린 1%, 3% 및 5% 첨가군은 저장기간에 따른 유의적인 차이가 없었다(p>0.05).

소프트롤 빵의 저장일수에 따른 응집성의 변화는 1일째 분지 덱스트린 5% 첨가군이 0.555로 유의적으로 낮았고 (p<0.05), 2일째, 3일째 및 4일째는 대조군이 각각 0.559, 0.537, 0.537로 가장 높았으며, 분지 덱스트린 첨가군들은 각각 0.522~0.544, 0.512~0.530, 0.510~0.522이었고, 대조군보다 분지 덱스트린 첨가군들이 유의적으로 낮았다(p<0.05). 소프트롤 빵의 저장 중 응집성의 변화는 대조군, 분지 덱스트린 1%, 3% 및 5% 첨가군이 1일째 각각 0.581, 0.568, 0.571, 0.555로 가장 높았고, 2일째~4일째는 각각 0.527~0.559,

0.510~0.535, 0.522~0.544, 0.512~0.522이었으며, 1일째보다 2~4일째가 유의적으로 낮았다($p<0.05$).

소프트롤 빵의 저장일수에 따른 씹힘성의 변화는 1일째, 2일째 및 4일째 분지 텍스트린 5% 첨가군이 각각 803.48, 986.51, 1236.72로 가장 높았고, 3일째는 분지 텍스트린 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 소프트롤 빵의 저장 중 씹힘성의 변화는 대조군, 분지 텍스트린 1%, 3% 및 5% 첨가군 모두 1일째가 각각 753.52, 768.57, 730.64, 803.48로 가장 낮았고, 2~4일째는 각각 874.91~1027.21, 899.81~1086.21, 907.62~1087.86, 986.51~1236.72이었으며, 저장기간이 길어질수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$).

소프트롤 빵의 저장일수에 따른 복원성의 변화는 1일째, 2일째, 3일째 및 4일째 모두 대조군이 각각 0.208, 0.202, 0.191, 0.191로 가장 높았고, 분지 텍스트린 첨가군들은 각각 0.189~0.199, 0.179~0.192, 0.176~0.186, 0.177~0.183이었으며, 대조군보다 분지 텍스트린 첨가군들이 유의적으로 낮았다($p<0.05$). 소프트롤 빵의 저장 중 복원성의 변화는 대조군, 분지 텍스트린 1%, 3% 및 5% 첨가군 모두 1일째가 각각 0.208, 0.199, 0.199, 0.189로 가장 높았고, 2~4일째는 각각 0.191~0.202, 0.177~0.188, 0.181~0.192, 0.176~0.180이었으며, 1일째보다 2~4일째가 유의적으로 낮았다($p<0.05$).

IV. 요약 및 결론

찰옥수수 전분을 브랜칭엔자임으로 처리하여 분지 텍스트린을 제조하였고, 1, 3, 5%(w/w) 첨가한 혼합분 및 반죽의 특성인 farinogram, extensogram, viscogram, 냉동 소프트롤 반죽의 -20℃에서 4주 냉동 후 발효 팽창력 및 extensogram, 빵의 비용적, 굽기 손실률, 외·내부 표면 관찰 및 관능검사를 실시하여 분지 텍스트린이 냉·해동 안정성 및 빵의 품질 특성에 미치는 영향을 조사하였고, 빵을 20℃에서 4일간 저장하면서 수분 함량, 수분 활성도, 색도 및 조직감의 변화를 분석하여 신선도와 품질유지에 관계하는 노화방지 효과를 살펴봄으로써 분지 텍스트린의 냉동 반죽 및 빵에서의 냉·해동 안정제 및 노화 억제제로서의 사용 가능성을 조사하였다.

냉동 소프트롤 반죽에 분지 텍스트린을 첨가했을 때 혼합분의 흡수율과 최고점도는 낮았고, 신장도, 저항도, 최고저항도 및 저항도/신장도 비율은 유의적인 차이가 없었다. -20℃에 4주간 저장한 냉동 소프트롤 반죽의 해동 후 반죽의 발효 팽창력과 저항도/신장도 비율, 빵의 굽기 손실률과 빵 껍질 갈색도는 분지 텍스트린 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였고, 반죽의 면적, 신장도 및 빵속살 기공의 밀도는 증가하였으며, 반죽의 저항도, 빵의 비용적, 소비자 기호도의 맛과 전반 기호도는 분지 텍스트린을 첨가했을 때 다소 떨어져 분지 텍스트린의 냉·해동 안정성 및 빵의 품질 개선 효과는 적은 것으로 사료되었다. 또한 빵의 저장 중 품질 특성인 수분 함량, 수분 활성도, 조직감의 탄력성, 응집성 및 복원성은 분지 텍스트린을 첨가했을 때 낮아졌고, 색도의 명도, 조직감의 견고성 및 씹힘성은 높아져 분지 텍스트린은 신선도와 품질유지에 관계하는 노화방지 효과는 적은 것으로 사료되었다. 하지만 이화학적, 영양생리적 기능을 고려할 때 분지 텍스트린 1~3% 첨가는 품질 저하를 최소화하면서 냉동 반죽 및 빵에 첨가가 가능할 것으로 사료되었다.

참고문헌

- 김성근, 조남지, 김영호. 1999. 제과제빵과학. 비엔씨월드. 서울. pp 119-120
- 송재철, 박현정. 1995. 식품물성학. 울산대학교 출판부. 울산. pp 159-160
- 월간 제과제빵. 1993. 제과제빵 기능검정. 비엔씨월드. 서울. pp 35-37
- 한국식품영양과학회. 2000. 식품영양실험핸드북. 도서출판 효일. 서울. pp 96-110
- AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th ed. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN, USA
- Bae JH, Woo HS, Jung IC. 2006. Rheological properties of dough and quality characteristics of bread added with pumpkin powder. Korean J Food Culture 21(3):311-318
- Choi DR, Lee JH, Yoon YC, Lee SK. 2005. Effect of vital wheat gluten on the quality characteristics of the dough frozen after

- 1st fermentation, Korean J Food Sci Technol 37(1):55-60
- Choi SS, Danielewska-Nikiel B, Ohdan K, Kojima I, Kuriki T. 2009. Safety evaluation of highly-branched cyclic dextrin and a 1,4-alpha glucan branching enzyme from *Bacillus stearothermophilus*, Regul Toxicol Pharmacol 55(3):281-290
- Freund W, Kim MY, Löns M. 2006. Methoden zur Untersuchung von Weizenund Roggenmehlerzeugnissen. pp 1-83. In: Handbuch Backwaren Technologie, Freund W(ed), Behr's Verlag GmbH & Co, KG, Hamburg, Germany.
- Han IJ, Kim MY, Chun SS. Characteristics of dough with red ginseng marc powder, J East Asian Soc Dietary Life 17(3):371-378
- Hahn YS. 2004. Study on the freezing conditions for the frozen-dough preparation of bread, J East Asian Soc Dietary Life 14(5):443-448
- Kim EJ, Kim SM. 1988. Bread properties utilizing extracts of pine needle according to preparation method, Korean J Food Sci Technol 30(3):542-547
- Kim KC, Jang SG, Do DH. 1997. Effects of thawing-fermentation condition of frozen dough on frozen bread quality, Korean J Food Nutr 10(3):287-294
- Kim KE, Lee YT. 2009. Effect of additives in making frozen rice dough on the quality of rice bread, J Korean Soc Food Sci Nutr 38(10):1438-1443
- Kim MY, Chun SS. 2009. Changes in shelf-life, water activity, and texture of rye-wheat mixed bread with naturally fermented raisin extract and rye sourdough during storage, Korean J Food Cookery Sci 25(2):170-179
- Kim YS, Jung ST, Kim MY, Chun SS. 2008. Rheological properties of korean wheat composite flour and dough with *Nelumbo nucifera* G. tea powder, Korean J Food Cookery Sci 24(6):757-762
- Kim YS, Kim MY, Chun SS. 2008. Quality characteristics of domestic wheat white bread with substituted *Nelumbo nucifera* G. tea powder, Korean J Food Nutr 21(4):448-456
- Kometani T, Takii H, Shiraki T. 2003. Effects of cyclic cluster dextrin on endurance performance, Food Style 217(10):62-65
- La IJ, Lee MC, Park HD, Kim KP. 2004. Effects of azodicarbonamide on the rheology of wheat flour dough and the quality characteristics of bread, J Korean Soc Food Sci Nutr 33(9):1566-1572
- Lee JH, Choi DR, Lee SK, Lee JK. 2004. Effect of emulsifiers on properties of the bread made by the dough frozen after first fermentation, J Korean Soc Appl Biol Chem 47(1):107-112
- Lee JH, Choi DR, Lee SK, Min SG. The effect of vitamin C on properties of the breads made by dough frozen after 1st fermentation, Korean J Food Sci Technol 35(1):92-96
- Lee JM, Lee MK, Lee SK, Cho NJ, Cha WJ, Park JK. 2000. Effect of gums on the characteristics of the dough in making frozen dough, Korean J Food Sci Technol 32(3):604-609
- Lee JM, Lee MK, Lee SK, Cho NJ, Kim SM. 2001. Effect of gums added in making frozen dough on the characteristics of bread-making, Korean J Food Sci Technol 33(2):190-194
- Lee MG, Lee JM, Chang JH, Park CK. 2000. The effect of addition of potato starch on the frozen dough, Korean J Food Nutr 13(5):403-410
- Lee SJ, Choi YH. 2004. Effect of microwave radiation on physical quality of normal, high amylose and waxy corn starches, J Appl Tourism Food Beverage Manage Res 15(1):113-125
- Lee YC, Jeong HW, Yoon SK. 2004. Effects of additives on the improvement of frozen dough quality, Korean J Food Sci Technol 36(2):217-225
- Lee YC, Kang YY, Lee KH. 1991. Improvement of frozen yeast dough stability for doughnuts by response surface methodology, Korean J Food Sci Technol 23(40):510-516
- Nakamura H, Okamoto H, Miyaki Y, Kuriki T, Okada S. 1997. Cluster-dextrin decreases viscosity and increases transparency of gelatinized starch paste, J Jpn Soc Food Sci Technol 44(2):160-163
- Park BJ, Sihn EH, Park CS. 2006. Influence of emulsifiers and α -amylases on the quality of frozen dough, Korean J Food Sci Technol 38(1):59-67
- Shon JH, Jeung JI, Jung DS, Lee HY, Eun JB. 2009a. Quality attributes of bread made of frozen dough added with milk protein-polysaccharide mixtures, Korean J Food Sci Technol 41(3):265-271
- Shon JH, Jeung JI, Oh DH, Kim JM, Eun JB. 2009b. Quality attributes of frozen dough mixed with milk protein-polysaccharide materials, Korean J Food Preserv 16(4):518-524
- Song EB, Min BC, Hwang ES, Lee HJ. 2008. Physicochemical properties of corn starch-derived branched dextrin produced by a branching enzyme, Food Sci Biotechnol 17(2):234-240
- Takata H, Kojima I, Tajiri N, Suzuki Y, Yamamoto M. 2006. Industrial

production of branching enzyme and its application to production of highly branched cyclic dextrin(Cluster Dextrin™), *Seibutsu Kogakkaishi* 84(2):61-66

Takada H, Takaha T, Nakamura H, Fujii K, Okada S, Takagi M, Imanaka T. 1997. Production and some properties of a dextrin with a narrow size distribution by the cyclization reaction of branching enzyme. *J Ferment Bioeng* 84(2):119-123

Takii H. 2007. Application of cluster dextrin® to sports nutrition foods. *Food Style* 21 11(7):52-54

Takii H, Kometani T, Nishimura T, Kuriki T, Fushiki T. 2004. A sports drink based on highly branched cyclic dextrin generates few gastrointestinal disorders in untrained men during bicycle exercise. *Food Sci Technol Res* 10(4):428-431

Takii H, Ishihara K, Kometani T, Okada S, Fushiki T. 1999. Enhancement of swimming endurance in mice by highly branched cyclic dextrin. *Biosci Biotechnol Biochem* 63(12):2045-2052

Takii H, Takii N, Kometani T, Nishimura T, Nakae T, Kuriki T, Fushiki T. 2005. Fluids containing a highly branched cyclic dextrin influence the gastric emptying rate. *Int J Sports Med* 26(4):314-319

Yanase M, Takata H, Kitamura S. 2004. Large-ring cyclodextrins and highly branched cyclic dextrin. *Foods Food Ingredients J Jpn* 209(4):7

Yun MS, Lee JH. 2001. A study on the effect of frozen dough after fermentation with sweet dough bread. *Korean J Food Nutr* 14(4): 317-321

Yun Y, Kim YH, Kim YS, Choi SH, Eun JB. 2006. Effects of milk protein-gum conjugates on the characteristics of the dough and staling of bread made of frozen dough during freeze-thaw cycles. *Korean J Food Preserv* 13(1):30-36