

전분당의 저장중 품질 변화

김병삼 · 박무현 · 남궁배 · 김동철
한국식품개발연구원

Quality Change of Starch Syrups during Storage

Byeong-Sam Kim, Moo-Hyun Park, Bae Nahngung and Dong-Chul Kim
Korea Food Research Institute

Abstract

Quality changes of starch syrups were investigated during storage at 20 and 60°C. Color properties such as spectrophotometric properties, HMF and Hunter color value were continuously increased during storage period. And they were largely changed as much as storage temperature and hydrolysis degree were higher. Starch syrups were all showed to flow behaviors as non-Newtonian fluids and increased slightly during storage. And monosaccharide was decreased and di- and oligosaccharide were slightly increased during storage.

Key words: starch syrup, storage, quality change, flow behavior

서 론

전분당은 전분 또는 전분질을 원료로 하여 가수분해 하되 포도당을 만드는 과정중 당화를 중지시켜 덱스트린과 당분의 함량이 일정한 비율로 함유하게하여 정제, 농축한 것이다. 전분당은 산을 사용하여 당화시키는 산 당화액과 맥아로 당화시켜 만든 맥아엿, 특수하게 분말 화시킨 분말엿이 있으며 보통 사용되는 물엿은 포도당 당량(Dextrose Equivalent, D.E.)의 범위가 28 내지 62 정도로 보통 캔디, 고추장, 수산 연제품 등의 제조에 감미료 또는 식품의 점도를 증가시키거나 결정화를 억제하기 위하여 사용된다⁽¹⁾.

물엿은 위에서 열거한 바와 같이 다른 식품의 소재로 사용되어지는 것이 주종을 이루기 때문에 상기 특성외에 그 자체의 색택과 점성 등이 중요하게 평가되고 있으며 실제 제조 업체에서도 이들 색택을 품질 기준으로 삼고있는 실정이다. 그러나 현재 국내에서 제조되는 물엿류에 대해서는 품질이나 이화학적 특성에 관하여 특별히 연구 보고된 자료가 없어 대부분 제조업체의 자체 품질 기준을 바탕으로 품질 관리를 하고 있는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 국내에서 생산되는 전분당중 특히 물엿을 종류별로 보관하면서 품질 변화 정도를 측정함으로써 품질 관리에 대한 기초 자료로 활용하게 하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 저장 방법

본 연구에 사용된 시료는 국내 D 및 P사에서 생산된 네 종류의 물엿으로 한국공업규격(KS H 2113)⁽²⁾에 적합한 것을 사용하였다. 그리고 저장은 3kg들이 캔에 충전하여 상온유통시를 고려하여 20°C에 저장하였으며 이와 함께 전분당 제조업체로부터 소비업체로의 수송시 60°C의 tankrolley로 행해지는 점을 고려하여 60°C에서도 저장을 행하였다.

수분, 회분, 전분, pH의 분석

KS H 2113의 시험방법⁽²⁾에 준하여 각각 측정하였다.

착색도, 탁도, 투명도 및 T-color

시료 30g (무수물 기준)을 취해 물로 100 ml가 되도록 정용한다. 다음 이 용액을 1cm의 분광 광도계용 셀에 취해 분광 광도계로 420 nm 및 720 nm에 있어서의 흡광도를 측정하여 양 파장에 있어서의 차이를 착색도(discoloration degree)라 하고 이때 720 nm에 있어서의 흡광도를 탁도(turbidity)로 나타내었다. 그리고 증류수의 흡광도를 100%로 하였을 때 30% 시료 용액의 420 nm에서의 흡광도를 T-color로 표시하였다.

저장 중 물엿의 색차계(Color and difference-meter, YASUDA SEIKI CO., UC 600IV, JAPAN)를 이용하여 투명도를 측정하였으며 이 때의 표준 색관은 백색판(L=100, a=-0.070, b=0.03)을 사용하였다.

Corresponding author: Byeong-Sam Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1 Baekhyeon-dong, Bundang-gu, Seongnam-city, Kyeonggi-do, 463-420 Republic of Korea

Table 1. Operation condition of HPLC for sugar composition analysis

Column	HP 87 C (Carbohydrate)
Detector	RI(Refractive Index Detector)
Solvent	distilled water
Temperature	column: 85°C detector: 37°C
Flow rate	0.6 ml/min

Hydroxymethyl furfural(HMF)의 정량

HMF의 측정은 식품공전 분석법⁽³⁾에 따라 측정하였다. 즉, 검체 약 5g을 정확히 달아 증류수 25 ml로 녹여 500 ml 메스플라스크에 옮기고 15% 페로시안화칼륨 용액 0.5 ml를 넣어 섞고 30% 초산아연 용액 0.5 ml를 넣고 섞은 다음 물을 가하여 표선까지 채우고 여과하여 처음용액 10 ml는 버리고 나머지를 시험용액으로 한다. 시험 용액 각 5 ml를 2개의 시험관에 취하고 시험 용액관에는 물 5 ml를, 바탕시험 용액관에는 0.2% 아황산수소나트륨 용액 5 ml를 넣어 잘 혼합한 다음 시험 용액은 증류수를, 대조구는 0.1% 아황산수소나트륨 용액으로 하여 284 nm 및 336 nm에서 각각의 흡광도를 측정하고 계산은 다음과 같이 하였다.

$$\text{HMF(mg/kg)} = \frac{(A_{284} - A_{336}) \times 149.7 \times 5}{S} \quad (1)$$

여기서, A_{284} 및 A_{336} 는 각 파장(nm)에서의 흡광도치(시험용액-바탕시험 용액), S는 검체의 채취량(g)이다.

포도당 당량의 측정

본 시험에서 포도당 당량은 Cryoscopy(M.G. Fitton, Vilvorde, Fiske and Med Science, USA)에 의해 정량하였다.

당 조성의 분석

포도당, 과당, 맥아당 및 소당류의 분석은 KS H 2113⁽²⁾과 KS H2014-1989⁽⁴⁾의 시험방법에 준하여 액체 크로마토그래프(HPLC, Water사 510)로 행하였으며 이 때 HPLC의 조건은 Table 1과 같다.

점도의 측정

점도는 내경 20 mm, 길이 32 mm인 회전 점도계(Braber Viscotron, System E17)를 사용하여 시료를 용기에 넣고 스펀들(spindle)의 표선과 일치하게 8 ml를 넣은 다음 30°C에서 3분간 열평형시키고 회전수를 0~512 rpm으로 변화시키면서 나타나는 토오르크 값의 변화를 기록, 측정하였다. 한편 물엿 및 맥아 과당의 rheological properties는 Power law equation(식 2)을 이용해 해석하였다⁽⁵⁾.

$$\tau = K \gamma^n \quad (2)$$

Table 2. General properties of starch syrups

	Starch syrup			
	SS-1	SS-2	SS-3	SS-4
Moisture(%)	16.90	26.6	17.00	16.40
Reducing sugar(%)	63.37	21.38	44.00	43.80
pH	5.02	6.08	5.14	5.45
Starch	ND ¹⁾	ND	ND	ND
Ash(%)	0.01	0.01	0.01	0.01
T-color(%)	98.4	95.94	98.86	98.86

¹⁾ND: not detected

여기서 τ 는 전단응력(Pa), K는 점조도 지수(Pa·sⁿ), γ 은 전단 속도(s⁻¹), n는 유동지수(-)이다. 이때 전단 속도와 전단응력은 스펀들의 회전수 변화에 따른 토오르크값의 변화로부터 다음식을 이용해 구하였다.

$$\tau = B \cdot S \cdot Y \quad (3)$$

$$\gamma = N \cdot X \quad (4)$$

여기서 B는 scale factor(N·m), S는 torque, Y는 shear stress factor, N은 스펀들의 회전수(rpm), 그리고 X는 shear rate factor이다.

결과 및 고찰**일반성분 및 품질**

본 연구에서 사용된 물엿의 일반성분 및 품질은 Table 2와 같다. Table 에서 보면 SS-1은 환원당 함량이 63.37%로 KS H 2113의 물엿의 품질 기준에 있어서 고감미당에 해당되는 제품으로 수분, pH, 환원당 함량 등의 모든 기준이 관련 KS 규격에 적합한 것으로 판단되었다. SS-2는 환원당 함량이 21.38%로 저감미당에 해당되는 제품이었으며 수분 함량이 다른 물엿류에 비하여 10% 이상 높았는데 역시 모든 품질 성분이 규격에 적합 하였다. SS-3과 SS-4는 보통 감미당과 맥아 물엿에 해당 되었으며 관련 기준에 모두 적합한 것으로 판단되었다⁽²⁾.

탁도, 착색도 및 T-color의 변화

현재 유통되고 있는 물엿의 경우 관련 KS 규격에 의하면 물엿의 성상은 “무색 또는 담황색으로 고유의 풍미 및 점조성이 있고 이물이 없어야 한다.”⁽²⁾로 규정 되어 있을 뿐 구체적으로 설탕이나 풍미 및 점도 등에 대한 언급이 되어 있지 않다. 뿐만아니라 설탕의 경우는 제조 업체나 가공 업체측에서 자체기준으로 삼고 있는 T-color(%)가 보편적으로 사용되고 있으며 이 경우 물엿은 T-color 98.0%(저당은 특별히 95% 기준임)가 기준 이 되고 있지만 이 값도 결국은 제조되는 최종 가공제품의 성상을 고려하여 결정하고 있다.

본 연구에서는 물엿의 저장 중 설탕의 변화를 알아보기

위해 분광 광도계에 의한 흡광도, hydroxymethyl furfural(HMF), 현터 색차계에 의한 L 및 ΔE -value 등을 측정하였다. 이중 분광 광도계에 의해 420 nm(O.D₄₂₀)와 720 nm에서 측정한 각 저장 온도에서의 물엿의 흡광도(turbidity)는 Table 3 및 4와 같다. 표에서 보면 각 포장대에 있어서의 흡광도는 저장 기간이 지남에 따라 모두 증가하는 경향으로 나타나고 있으며 특히 SS-1의 경우가 심하였으며 다음이 SS-2, SS-3, SS-4 순이었다. 이는 대체로 가수분해 정도가 크면 클수록 단당류의 함량이

높은데, 결국 이들 단당류 성분들의 경우 다당류에 비하여 변색이 더 쉽게 일어나기 때문에 변색 정도가 심한 것으로 여겨졌다⁽¹⁾. 그러나 SS-2는 제조 당시 다른 물엿류에 비하여 탈색 및 정제 정도가 낮기 때문에 초기부터 색택이 더 어두운 값을 나타내었으며 또한 저장중에 있어서도 단당류의 함량이 낮은데도 불구하고 이러한 이유 때문에 변화 정도가 SS-3와 SS-4에 비하여 큰 것으로 여겨졌다. 그러나 20°C에 있어서는 변화 폭이 0.001~0.002로 모두 미미하였다. 그리고 표에서 보면

Table 3. Changes in spectrophotometric properties of strach syrups during storage at 20°C

Starch syrup	Color property	Storage period(day)						
		0	10	20	30	40	50	60
SS-1	O.D. ₄₂₀	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.009
	T-color(%)	98.40	98.40	98.40	98.40	98.17	98.17	97.95
	Turbidity	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003
	Discoloration degree	0.006	0.006	0.006	0.005	0.006	0.005	0.006
SS-2	O.D. ₄₂₀	0.018	0.018	0.018	0.019	0.019	0.019	0.019
	T-color(%)	95.94	95.94	95.94	95.74	95.74	94.74	94.74
	Turbidity	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.003
	Discoloration degree	0.017	0.017	0.017	0.018	0.018	0.017	0.016
SS-3	O.D. ₄₂₀	0.005	0.005	0.006	0.005	0.006	0.007	0.007
	T-color(%)	98.86	98.86	98.86	98.63	98.63	97.63	98.40
	Turbidity	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003
	Discoloration degree	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004
SS-4	O.D. ₄₂₀	0.005	0.005	0.006	0.005	0.006	0.007	0.007
	T-color(%)	98.86	98.86	98.63	98.63	98.63	98.40	98.40
	Turbidity	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	Discoloration degree	0.004	0.003	0.004	0.003	0.004	0.005	0.005

Table 4. Changes in spectrophotometric properties of starch syrups during storage at 60°C

Starch syrup	Color property	Storage period(day) syrup property										
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
SS-1	O.D. ₄₂₀	0.007	0.013	0.034	0.044	0.061	0.074	0.094	0.116	0.122	0.129	0.135
	T-color(%)	98.40	97.05	92.47	90.36	86.90	84.33	80.54	76.56	75.51	74.30	73.28
	Turbidity	0.001	0.004	0.009	0.013	0.016	0.019	0.021	0.023	0.025	0.026	0.028
	Discoloration degree	0.006	0.009	0.025	0.039	0.045	0.063	0.074	0.093	0.097	0.103	0.107
SS-2	O.D. ₄₂₀	0.018	0.024	0.029	0.043	0.064	0.072	0.080	0.089	0.097	0.099	0.106
	T-color(%)	95.94	94.62	93.54	90.57	86.30	84.72	83.18	81.47	79.98	79.62	78.34
	Turbidity	0.001	0.003	0.006	0.009	0.013	0.017	0.019	0.020	0.021	0.022	0.024
	Discoloration degree	0.017	0.021	0.023	0.034	0.051	0.055	0.061	0.069	0.076	0.077	0.082
SS-3	O.D. ₄₂₀	0.005	0.010	0.015	0.020	0.029	0.033	0.039	0.046	0.046	0.047	0.048
	T-color(%)	98.86	97.72	96.61	95.50	93.54	92.68	91.41	89.95	89.95	89.74	89.54
	Turbidity	0.001	0.003	0.004	0.006	0.008	0.009	0.010	0.012	0.012	0.013	0.014
	Discoloration degree	0.004	0.007	0.011	0.014	0.021	0.024	0.029	0.034	0.034	0.034	0.034
SS-4	O.D. ₄₂₀	0.005	0.007	0.010	0.014	0.017	0.020	0.027	0.029	0.031	0.034	0.035
	T-color(%)	98.86	98.40	97.72	96.83	96.26	95.50	93.97	93.54	93.11	92.47	92.26
	Turbidity	0.001	0.002	0.004	0.005	0.007	0.008	0.009	0.010	0.010	0.011	0.011
	Discoloration degree	0.004	0.005	0.006	0.009	0.010	0.012	0.018	0.019	0.021	0.023	0.024

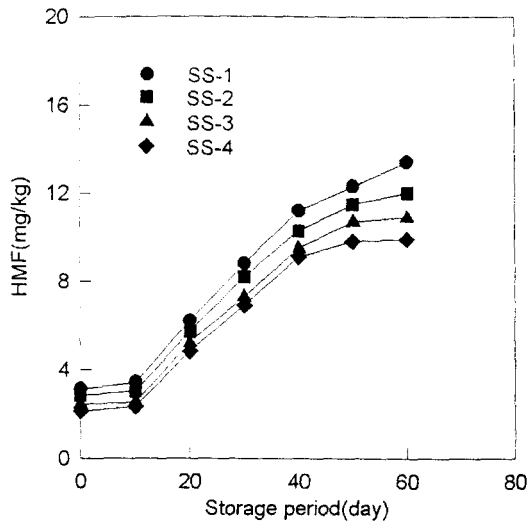


Fig. 1. Changes in HMF(hydroxymethyl furfural) of starch syrups during storage at 20°C

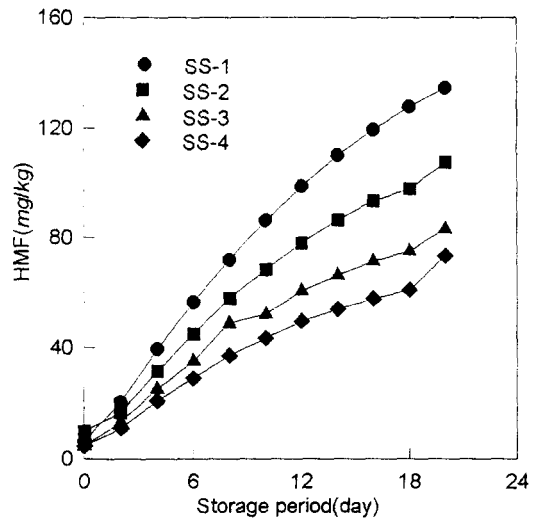


Fig. 2. Changes in HMF(hydroxymethyl furfural) of starch syrups during storage at 60°C

착색도 즉 discoloration degree는 앞에서 언급한 흡광도의 변화와 유사하게 변화하였다.

한편 T-color의 경우는 물엿에 있어서는 60°C에 저장한 경우 SS-1과 SS-3는 두 종류 모두 2일 후에 측정된 결과 98% 이하로 내려감을 알 수 있었다. 그러나 SS-2의 경우는 보통 저당 또는 저감미당으로 불려지고 있는데 처음부터 T-color가 95.54%로 낮았는데 국내 제조 업체들의 자체 규정에 있어서도 기준치가 95%로 다른 물엿류에 비하여 상대적으로 낮게 설정되어 있는데 SS-2는 저장 2일 후에 측정하였을 때 이미 94.62%로 저하되었다. 실제 물엿은 대규모로 tankrolley에 담아 60°C 정도의 온도를 유지하면서 수송하게 되는데 제조 당일 바로 수요처에 공급하는 경우 큰 문제는 없을 것으로 여겨진다. 그리고 20°C에 저장한 경우 T-color를 기준으로 보면 SS-1은 50일까지, SS-2는 40일까지 그리고 SS-3과 SS-4는 저장 60일까지 기준치를 유지하였다.

HMF(hydroxymethyl furfural)의 변화

HMF는 산용액하에서 keto-hexose sugars를 가열함에 따라 또는 glucose-amino acid browning reaction(maillard reaction)의 중간 단계에서 형성되는 매우 반응성이 큰 물질이며 일반적으로 온도가 높을수록 이 HMF의 형성속도 또는 형성량이 많아진다^(6,7). 따라서 저장중 HMF의 생성을 피하기 위해서는 25°C 이하의 온도에서 저장하는 것이 바람직하다^(8,9). 그런데 본 연구에서 시료로 사용한 물엿은 정제하여 아미노산 등을 모두 제거하였기 때문에 당의 열분해(pyrolysis) 또는 자연 분해(spontaneous degradation)로 생성된 HMF에 기인한 갈변으로 여겨졌다.

Furfural은 그 자체가 매우 반응성이 강하며 상온에

서도 공기와 접촉된 상태에서는 쉽게 자동 산화에 의해서 산화, 중합되어 흑갈색, 또는 흑색의 착색 물질들을 만드는 사실이 널리 알려져 있다. 따라서 HMF등의 형성은 곧 실제로 착색 반응을 가져 오는 갈색화 반응의 최종 단계가 다가섰음을 의미한다고 볼 수 있다. 이상과 같은 이유로 일부 당류 함량이 큰 식품들, 특히 가공 식품들에 있어서는 그 속에 함유된 HMF의 함량을 측정함으로써 그 식품의 저장성을 검토하기도 하며 품질을 평가하기도 한다⁽¹⁾. Luh *et al.*⁽¹⁰⁾은 배 류레이 통조림에 있어서 저장 온도, 저장 일수와 HMF의 형성량 사이의 관계를 조사하였다. 이들은 저장 온도가 0~20°C 사이에서는 HMF 생성량은 거의 무시할 수 있을만큼 미미하나 저장온도가 30~37°C에서는 저장 일수가 늘어남에 따라 HMF의 생성량이 증가하는 것으로 보고하였다. 따라서 당류에서 어느 정도 양의 HMF가 형성되기 위해서는 어느 정도의 가열 처리나 고온에서의 저장이 필요함을 알 수 있다. 한편 Luh *et al.*⁽⁸⁾은 HMF의 형성량을 토마토 페이스트 통조림의 저장중의 품질지표의 하나로서 사용하였다.

본 연구에서 물엿의 저장 온도를 60°C까지 상승시키면서 시험하였을 때 HMF의 형성은 Fig. 1 및 2에서 보는 바와 같이 저장기간과 저장온도에 따라 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. 그림에서 보면 저장 초기의 HMF 함량은 2~3 mg/kg 내의였으나 20°C에 저장한 경우 저장 60일 후에 HMF의 양은 10~14 mg/kg 정도로 증가하였다. 그리고 60°C에 저장한 경우는 70~140 mg/kg으로 급격히 증가하였는데 그 변화 정도는 그림에서 알 수 있는 바와 같이 SS-1의 경우가 가장 컸으며 다음이 SS-2, SS-3, SS-4 순이었다.

이는 HMF가 D-glucose나 D-fructose의 분해에 의해 형성되는 사실로 추정해 볼 때 당당류의 조성이 많을수록

생성속도가 큰 것으로 여겨졌다. 그리고 실제 HMF의 생성에 따라 물엿의 색깔은 60°C에 저장한 경우 처음 2~3일 후에는 연한 담황색을 띠나 차차 갈색을 거쳐 간장색과 같은 흙갈색을 갖게 되는데 이는 일반적으로 HMF가 형성된 다음 다음 단계의 분해 산물인 leuvinic acid 등이 계속 형성되어지기 때문으로 추정되어지며 이들이 계속 분해됨으로서 중국에는 이미와 이취가 발생하는 것으로 여겨졌다⁽¹¹⁾. 그러나 20°C에서의 HMF의 생성은 미미한데 이는 저장중의 열분해보다는 처음 물엿이 제조된 다음 냉각되지 않고 바로 충전되어 포장되기 때문에 처음부터 어느 정도 열에 의한 분해가 유도되어 저장중 당의 자연분해가 일어나지 않았나 여겨진다.

Hunter color value의 변화

Table 5 및 6은 Hunter 색차계에 의해 측정된 L- 및 ΔE-value이다. 표에서 보면 Hunter color value 역시 다른 색택의 변화 경향과 유사하게 변화하였으며 저장중 L-value는 계속 감소한 반면 전체적인 갈변 정도를 나타내는 척도인 ΔE-value는 계속 증가하였는데 L 값의 경우 20°C에서는 0.5~1.1 정도로 거의 변화가 없었으며 60°C에서는 SS-1과 SS-2는 6일, SS-3과 SS-4는 8일 후에

L값이 90이하로 저하하였다. 즉 저장 기간이 증가함에 따라 HMF와 같은 착색 물질이 계속 형성되어 전체적으로 갈변도가 증가하게 되며 따라서 전체적인 밝기의 정도가 낮아져 불투명해진 것으로 여겨진다.

Rheological properties

물엿의 흐름 거동을 알아보기 위해 회전 점도계를 이용해 전단속도의 변화에 따른 전단응력의 변화를 측정 한 결과 Fig. 3에서 알 수 있는 바와 같이 모두 뉴우톤 유체의 특성에서 벗어남을 알 수 있었다. 즉 SS-1, SS-3 및 SS-4는 pseudoplastic fluid의 특성을 나타내었으며 SS-2는 dilatant fluid의 특성을 나타내었는데 이는 Table 7에서 알 수 있는 바와 같이 유동지수(flow behavior index, n)으로도 알 수 있었다. 그림에서 보면 전단 응력의

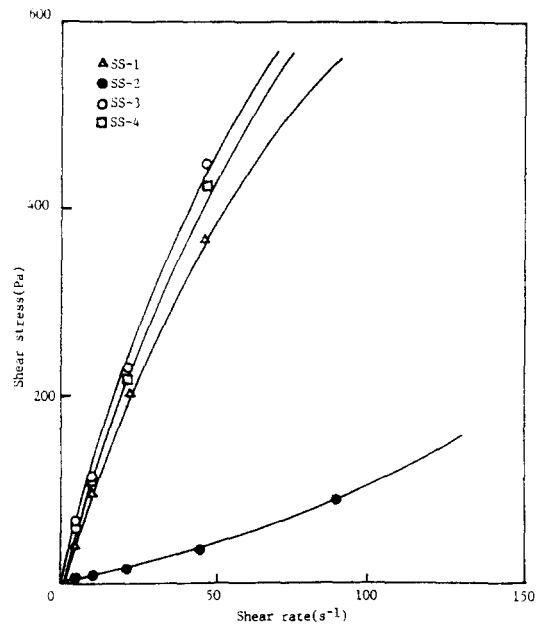


Fig. 3. Flow behavior of starch syrups at 30°C

Table 5. Changes in Hunter L- and ΔE- value of strach syrups during storage at 20°C

Starch syrup	Hunter color	Storage period(day)						
		0	10	20	30	40	50	60
SS-1	L	94.2	94.2	94.2	94.0	94.0	93.8	93.4
	ΔE	6.12	6.13	6.13	6.15	6.17	6.21	6.41
SS-2	L	92.7	92.7	92.5	92.4	92.2	92.0	91.6
	ΔE	6.85	6.87	6.88	6.89	6.94	6.94	6.96
SS-3	L	94.7	94.7	94.6	94.5	94.3	94.1	93.8
	ΔE	6.98	6.98	6.99	7.04	7.12	7.12	7.50
SS-4	L	94.7	94.7	94.6	94.6	94.4	94.4	94.2
	ΔE	6.32	6.33	6.35	6.35	6.36	6.37	6.39

Table 6. Changes in Hunter L- and ΔE - values of strach syrups during storage at 60°C

Strach syrup	Hunter color	Storage period(day)										
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
SS-1	L	94.2	92.9	90.1	88.0	87.4	85.9	82.7	79.4	78.2	78.0	77.5
	ΔE	6.12	8.45	12.96	20.02	21.02	24.50	26.27	28.00	29.09	30.12	31.67
SS-2	L	92.7	91.9	90.9	88.9	87.6	85.3	83.0	81.2	80.4	79.6	78.2
	ΔE	6.85	9.27	13.98	17.98	21.04	22.70	24.02	25.34	27.02	27.96	29.14
SS-3	L	94.7	93.3	91.9	90.0	88.2	86.9	84.3	82.9	81.5	81.6	81.4
	ΔE	6.98	9.23	13.68	18.00	20.48	22.81	23.41	24.24	24.67	25.13	25.98
SS-4	L	94.7	93.4	92.8	91.6	89.3	87.6	85.9	84.9	84.3	83.6	83.0
	ΔE	6.32	9.04	12.92	17.24	19.27	21.99	23.02	23.99	24.57	26.34	28.33

Table 7. Rheological properties of starch strups

Rheological parameter	SS-1	SS-2	SS-3	SS-4
Consistency index, K, Pa·s ⁿ	11.7069	-0.45773	12.2038	10.5955
Flow behavior index(-)	0.9044	1.2022	0.9421	0.9632
Determination coefficient, r ²	0.9997	0.9958	0.9998	0.9999

Table 8. Changes in apparent viscosities¹⁾ of starch syrups during storage at 20°C

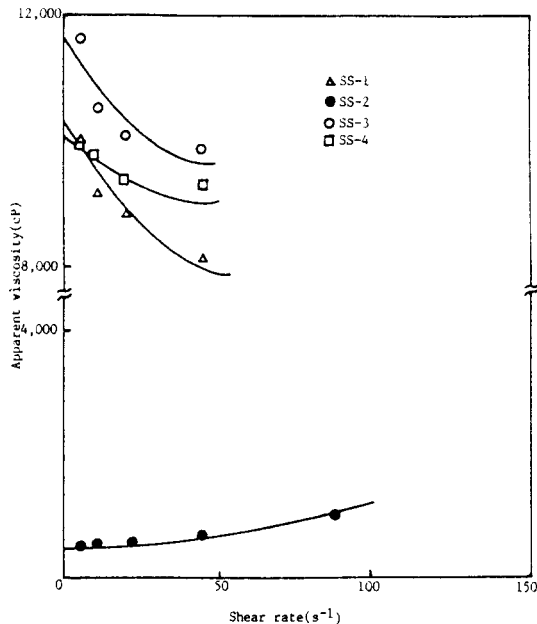
unit: cP

Starch syrup	Storage period(day)						
	0	10	20	30	40	50	60
SS-1	8,091.00	8,091.07	8,092.04	8,090.92	8,094.12	8,093.39	8,094.00
SS-2	698.37	698.36	699.54	699.59	701.02	701.00	702.36
SS-3	9,878.34	9,878.56	9,879.62	9,879.76	9,879.82	9,880.34	9,880.41
SS-4	9,285.47	9,285.48	9,285.62	9,286.64	9,287.26	9,287.59	9,286.91

¹⁾measured at shear rate=44.8s⁻¹ and 30°C**Table 9. Changes in apparent viscosities¹⁾ of starch syrups during storage at 60°C**

unit: cP

Starch syrup	Storage period(day)										
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
SS-1	8,091.00	8,091.00	8,092.07	8,091.12	8,093.45	8,095.56	8,094.12	8,097.25	8,099.14	8,099.56	8,123.06
SS-2	698.37	698.39	698.38	670.02	670.06	670.07	671.04	699.85	699.89	702.12	703.69
SS-3	9,878.34	9,878.35	9,879.91	9,878.86	9,880.12	9,880.34	9,881.26	9,882.34	9,880.62	9,883.56	9,887.25
SS-4	9,285.47	9,286.66	9,286.71	9,285.62	9,285.47	9,285.49	9,287.62	9,289.62	9,290.12	9,289.34	9,291.62

¹⁾measured at shear rate=44.8s⁻¹ and 30°C**Fig. 4. Changes in apparent viscosity of starch syrups at different shear rates**

변화는 SS-1, SS-3 및 SS-4의 경우는 전단속도의 변화의 따라 큰 변화를 보인 반면 SS-2는 변화 정도가 적었다. 이는 Fig.4에서 보는 겔보기 점도(apparent viscosity)로도 알수 있는데 전단 속도 44.8 s⁻¹에서 SS-3의 경우 9,878.34cP, SS-4는 9,285.47cP, SS-1의 경우는 8,091.00cP로 높은 반면 SS-2는 698.37cP로 낮은 값을 나타내었다. 이러한 현상은 전분의 가수분해 정도와 관계가 깊은 것으로 가수분해가 클수록 점도가 저하하며 고분자 물질의 구성비가 클수록 점도가 높게 나타나는 것이다. 그러나 여기서 SS-2의 경우는 가수분해 정도와 상관없이 다른 물질류에 비하여 수분함량이 10% 이상 많기 때문에 상대적으로 고형물 함량이 낮아 점도가 낮게 나타났다.

Table 8과 9는 저장기간중 겔보기 점도의 변화를 나타낸 것으로 저장 기간중 겔보기 점도의 변화는 약간의 증가를 보이고 있으나 실제 그 값으로 볼 때 큰 변화가 없는 것으로 여겨졌다. 실제 측정된 값에 있어서 점도의 미미한 변화는 뒷 편에서 나오는 저장중의 당조성의 변화에서도 알 수 있는 바와 같이 저장 기간이 경과함에 따라 glucose의 조성비가 낮아지고 반대로 oligosaccharide의 비율이 높아지는 것으로도 유추해볼 수있다. 결국 전분당의 경우 장기간 저장하게 되면 일부 중합반응에 의해 점도가 증가할 수는 있으나 실제 품질에 영향을

Table 10. Change in sugar composition of starch syrups after 30 days

Starch syrup	Sugars	Initial	20°C	60°C
SS-1	Glucose (%)	41.69	36.72	35.33
	Maltose (%)	30.61	36.23	35.09
	Maltotriose(%)	12.70	12.84	13.82
	Maltotetraose(%)	13.41	14.21	15.75
SS-2	Glucose (%)	2.56	2.00	2.27
	Maltose (%)	13.55	10.94	11.51
	Maltotriose(%)	17.13	21.00	20.24
	Maltotetraose(%)	66.54	66.83	65.98
SS-3	Glucose (%)	26.94	6.07	9.68
	Maltose (%)	23.89	54.30	52.12
	Maltotriose(%)	13.79	19.31	17.78
	Maltotetraose(%)	33.91	20.31	20.43
SS-4	Glucose (%)	8.38	6.78	6.85
	Maltose (%)	55.82	55.76	55.29
	Maltotriose(%)	16.27	17.25	16.99
	Maltotetraose(%)	18.97	20.21	20.87

미칠 정도는 아닌 것으로 여겨진다.

당 조성의 변화

물엿의 종류별 당조성은 Table 10에서 보는 바와 같다. 표에서 보면 SS-1과 SS-3의 경우를 비교해 보면 SS-1이 glucose와 maltose의 함량이 높은 반면 상대적으로 소당류의 비율이 낮았다. 그리고 SS-4의 경우는 maltose의 함량이 SS-2의 경우는 중합도 4 이상의 oligosaccharide (DP4)가 많음을 알 수 있다. 그런데 각 저장 온도에서 30일 저장한 후 조성의 변화를 보면 표에서 보는 바와 같이 전반적으로 glucose는 감소한 경향을 나타내었으나, maltose의 경우는 SS-1과 SS-3은 증가한 반면 SS-2는 감소하였고 SS-4는 거의 변화가 없었다. 그리고 소당류의 경우 maltotriose는 저장기간중 모두 증가하였으며 maltotetraose는 SS-1과 SS-4에서 증가한 반면 SS-2와 SS-3에서는 감소하는 경향을 나타내었다. 그리고 이러한 경향은 온도가 높을수록 심하였는데 저장중 단당류들이

HMF로 분해되어 없어지거나 일부는 중합반응을 일으켜 이러한 결과가 나오는 것으로 여겨졌다.

요 약

국내에서 생산되고 있는 4종류의 물엿에 대하여 20°C와 60°C의 온도에 저장중 품질 변화를 조사하였다. 저장기간중 물엿의 색택은 흡광도, HMF 및 Hunter L 및 ΔE 값으로 측정하였을 때 모두 증가하였는데 전반적으로 저장 온도가 높고 가수분해 정도가 큰 물엿일수록 변색이 심하게 나타났다. 물엿은 모두 비뉴우턴 유체의 특성을 나타내었으며 저장중 약간의 증가만을 나타내었다. 그리고 저장기간중 물엿의 당조성은 단당류의 비율이 상대적으로 감소하고 이당류나 소당류의 비율이 약간 더 증가함을 알 수 있었다.

문 헌

1. 김동훈: 식품화학, 탐구당, p.166, p.318, p.322 (1981)
2. 한국공업규격 KS H 2113
3. 보건복지부, 한국식품공업협회: 식품공진, p.602 (1994)
4. 한국공업규격 KS H 2014-1989
5. 한국식품과학회: 식품공학, 형설출판사, p.44 (1984)
6. Amerine, M.A.: Analysis of hydroxymethyl furfural in California wines. *Food Research*, 13, 264 (1948)
7. Hodge, J.E.: Chemistry of browning reactions in model system. *J. Agric., Food Chem.*, 1, 198 (1953)
8. Luh, B.S., Leonard, S. and Marsh, G.L.: Objective criteria for storage changes in tomato paste. *Food Technology*, 12, 347 (1958)
9. Luh, B.S., Chichester, C.O., Henry, C. and Leonard, S.J.: Factors influencing storage stability of canned tomato paste. *Food Technology*, 18, 159 (1964)
10. Luh, B.S., Sioud, F.B.: Aseptic canning of Foods, 4. Stability of pear puree with essence recovery. *Food Technology*, 20, 1590 (1966)
11. Manley, C.H. and Fagerston, I.S.: Major volatile neutral and acid compounds of hydrolyzed soy protein. *J. Food Sci.*, 35, 289 (1970)

(1995년 3월 21일 접수)