

분지 말토덱스트린의 생산 및 특성

육 철[†] · 김재식 · 김정렬*

영동대학교 생명공학부

*(주)두산

Production and Characterization of Branched Maltodextrin

Cheol Yook[†], Jae-Sik Kim and Jeong-Ryul Kim*

Faculty of Life Science Engineering, Youngdong University, Chungbuk 370-800, Korea

*Doosan Co., Icheon 467-860, Korea

Abstract

Branched maltodextrin which contains branched sugars as well as linear sugars was produced by Tranzyme L-500. Branched sugar content increased as reaction time between substrate(D.E. 19) and 0.05% of Tranzyme L-500 at pH 5.5, 55°C increased. Branched sugar content was 14.9% at 24 hr of reaction and reached 27% after 60 hr. Total branched sugar content increased regardless of substrate D.E. as enzyme concentration increased. However, when concentrations of enzyme were 0.1, 0.2%, production of branched sugars of which content were 46.6%, 52.6% respectively at those enzyme concentrations, was higher at D.E. 19 than any other conditions.

Key words: maltodextrin, branched maltodextrin

서 론

말토덱스트린(Maltodextrin)은 1959년 미국의 American Maize-Products Company에 의하여 Frodex-15 라는 상품명으로 처음으로 상품화된 이후 현재까지 전 세계적으로 많은 회사들에 의하여 생산되며 생산량도 점차 늘어나고 있다(1). 국내에서도 (주)두산, (주)대상, (주)삼양제비스 등에 의하여 저당이라는 이름으로 말토덱스트린이 생산되고 있으며 용도 및 시장이 점차 증가되고 있다. 말토덱스트린의 용도는 커피프림이나 지방 분말 등을 만들 때 사용하는 분말화기재, 수프 등의 증량제, 결착제, 전분질 식품의 노화방지제 등으로 사용되고 있다. 말토덱스트린은 전분을 액화하고 당화시켜 만드는데 분자의 구조는 포도당이 주로 α -1,4 결합을 하고 있는 형태이며 분자량의 크기에 따라 성질이 크게 달라진다.

말토덱스트린은 1950년대에 Whelan과 그의 동료들(2,3)에 의하여 처음으로 정의된 이후 이와 관련된 많은 연구와 개발이 진행되어 왔다. Armbruster와 Harjes(4)는 산으로 전분을 D.E. 15 이하로 분해한 후 세균 α -

amylase로 D.E. 10~25가 되도록 가수분해시켜 만드는 말토덱스트린의 제조 방법을 개발하였으며 Morehouse 등(5)은 옥수수 전분을 1차적으로 산이나 효소로 D.E. 3 정도로 낮춘 후 효소로 가수분해하여 D.E.가 8~18 정도로 하되 용액 상태가 맑은 말토덱스트린 시럽의 제조 방법을 개발하였다. Niesbet과 Allen(6)은 전분을 산으로 변환시켜 D.E. 8~16으로 만드는 과정에서 가수분해시킨 후 온도를 15°C 이하로 낮추어 불용성 유지 성분들과 노화된 물질이나 가수분해가 안된 전분 등을 제거하여 만드는 방법에 대한 연구 결과를 보고하였고 Walon(7)은 매우 높은 고형분 농도(50~70%)에서 D.E. 9~17.5의 말토덱스트린을 만드는 독특한 방법을 개발하였다. 그리고 말토덱스트린 시럽의 혼탁 현상을 방지하기 위한 연구로 Hull(8)은 치환도가 0.01 이상이 되는 변성 전분을 이용하여 말토덱스트린 제조 연구를 하였으며 Horn과 Kimball(9)은 하이포아염소산나트륨으로 전분을 산화시킨 다음 α -amylase로 액화시켰다. 또한 혼탁 현상을 방지하기 위하여 Harjes 등(10)은 원료 전분 대신에 pyrodextrin을 가지고 말토덱스트린을 만들어 혼탁 현상을 개선하였다고 보고하였다. 그리고

[†]To whom all correspondence should be addressed

Meyer(11)와 Deaton(12)은 각각 reverse osmosis와 molecular exclusion chromatography 등의 물리적인 처리 방법으로 노화 물질을 제거하여 말토덱스트린 시럽의 혼탁 문제를 해결하였다고 주장하였다.

분지 말토덱스트린에 대한 연구로는 Bailey 등(13)의 효소를 이용한 분지 3당류의 합성에 관한 연구가 있으며 또한 Robyt과 Eklund(14)에 의한 설탕으로부터의 glucan 합성 연구가 있는데 Robyt과 Eklund는 설탕과 포도당을 기질로 *L. mesenteroides*의 dextransucrase를 이용하여 분지 덱스트린을 합성한 결과 분지덱스트린의 수와 양은 설탕과 포도당의 상대적 농도에 의존하였으며 설탕과 포도당을 같은 몰 비율로 하였을 때 이소말토덱스트린의 D.P(degree of polymerization)가 7까지 낮아졌으며 또한 덱스트린의 크기가 커질수록 이소말토덱스트린의 양은 감소하였다고 보고하였다.

이상과 같이 말토덱스트린에 대하여는 그동안 많은 연구가 되어 왔는데 현재 산업적으로 생산하는 말토덱스트린의 제조 방법은 크게 두가지로 나누어진다. 첫 번째는 single-stage process 방법으로 산이나 효소(α -amylase)로 비교적 고온에서 전분을 호화, 액화시킨 후 숙성조에서 원하는 D.E.가 될 때까지 유지시켜 만드는 방법이며 두번째 방법으로는 dual-stage process 방법으로 2단계로 나누어 가수분해시켜 만드는 방법이다. 즉, 1단계에서는 jet cooker 등으로 105°C 이상의 고온에서 효소를 이용하여 3 이하의 낮은 D.E.가 되도록 호화/액화를 시킨 다음 온도를 82~105°C 정도로 낮추어 효소로 2단계 가수분해를 시키는 방법이다.

이러한 말토덱스트린을 제조하는데 사용하는 효소는 대부분이 α -amylase이기 때문에 기존의 말토덱스트린의 당사슬 구조도 α -1,4의 직쇄결합이 주를 이루고 있다. 그러나 최근에는 말토덱스트린의 원료 및 제조 조건 등을 조절하여 low calorie food에 사용할 수 있는 fat-substitute가 개발되어 Paselli-SA(Avebe, Holland), Maltrin(GPC, USA), Instant N-oil(National Starch, USA) 등의 상품명으로 판매되고 있는 등 말토덱스트린의 제조 방법 및 신제품 개발에 대한 연구가 각국에서 활발히 이루어지고 있다.

본 연구는 옥수수전분을 원료로 하여 액화, 당화를 시켜 말토덱스트린을 만들되 당화 과정 중 전이효소(transglucosidase)를 작용시켜 현재 시판되고 있는 기존의 직쇄상 말토덱스트린(linear maltodextrin)과는 구조와 성질이 다른 새로운 형태의 말토덱스트린을 개발하는 연구로써 α -1,4 결합이 주(主)결합인 현재의 말토덱스트린 대신에 α -1,4 결합에 α -1,6 결합을 함께 갖는 분지 말토덱스트린(branched maltodextrin)을 만들

어 그 특성을 규명하고 새로운 용도를 찾는 것이 본 연구의 목적이다. 이러한 분지 말토덱스트린은 점도, 수분활성도, 보습성 등 물리화학적 특성이 기존 말토덱스트린과는 많이 다를 것으로 예상되어 새로운 용도가 기대되며 체내에 흡수되어 분해될 경우 α -1,6 결합을 갖는 이소말토오스, 패노스 등 분지올리고당을 함유하여 이소말토올리고당과 같은 생리적 기능성도 보유하게 될 것으로 예상된다.

재료 및 방법

재료

전분은 두산(주)의 두산옥수수전분을 사용하였으며, 액화 효소는 Kleistase-T10(Daiwa kasei, 일본)를 사용하였다. 당전이 효소는 Tranzyme-L500((주)두산 정밀화학사업본부, 한국)을 사용하였다.

액화

옥수수 전분을 20%(w/w) 농도가 되도록 물을 첨가하고, 교반하여 전분을 현탁하였다. 액화 효소의 안정화를 위하여 CaCl₂를 50 ppm 첨가한 후, pH를 6.0으로 조정하였다. 전분 유액을 고압반응조(산천(주))에 옮기고 60 rpm으로 교반하면서 55°C로 가온한 후, Kleistase-T10을 전분 고형분 대비 0.005% 첨가하고, 105°C로 가열한 후 10분간 유지하였다. 반응액을 90°C까지 냉각하고 동일효소를 0.005% 첨가하고 90°C에서 액화를 진행하였다. 액화를 진행하면서 수시로 D.E.를 측정하여 D.E.가 각각 10, 15, 19, 21이 되었을 때 냉각하여 반응을 종료시키고 전이반응의 기질로 하였다.

D.E. 측정

액화액을 고형분 농도 10%(w/w)로 맞춘 후 Cryoscope(FISK MARK 2, 미국)를 이용 D.E.를 측정하였다.

당전이 반응

반응시간에 따른 당조성의 변화를 확인하기 위해, D.E. 19의 액화액에 당전이 효소를 첨가하여 시간별로 sampling 하였다. 액화액의 pH를 당전이효소의 최적 pH인 5.5로 조정후 당전이 효소를 기질 고형분의 0.05%(v/w) 첨가하고 55°C의 water bath에서 반응시켰다. 당화액은 끓는 물에서 10분간 중탕하여 효소를 실패시킨 후, HPLC 분석 시료로 사용하였다.

당전이 효소가 기질의 크기에 따라 어떻게 반응하는지를 확인하기 위해, D.E. 10, 15, 19, 21의 액화액에 당

전이 효소를 각각 첨가하여 반응시켰다. 각 액화액의 pH를 5.5로 조정 한 후 당전이 효소는 첨가량을 달리하여 각각 0.05%, 0.1%, 0.2%, 0.4% 첨가하였고, 55°C의 water bath에서 24시간 동안 반응시켰다. 반응 종료 후 끓는 물에서 10분간 중탕하여 효소를 실효시킨 후, HPLC 분석 시료로 하였다.

당분석

당화액은 RI detector가 달린 HPLC(LC-10, Shimazu, 일본)로 분석하였다. 포도당의 중합도에 따른 당 함량(D.Pn 함량)의 분석은 당화액을 2%로 희석한 후, 활성탄을 2% 넣고 끓인 후, 여과하여 분석하였다. 이때 column은 Aminex HPX-42A column을 사용하였으며 80°C에서 3차 증류수를 eluent로 하여 유속 0.6ml/min에서 시료를 20ul loading하여 분석하였다.

각 중합도의 당 성분 중 직쇄당과 분지당의 구분은 Polyamine-II(YMC, 일본) column을 사용하였는데 시료의 전처리를 위해, 당화액을 4%로 희석한 후, 활성탄을 2% 넣어 끓인 후, acetonitrile을 동량 첨가하여 원심 분리한 후 여과하여 분석하였다. 분석은 55%(v/v) acetonitrile/water 용액을 eluent로 하여 실온에서 1.0ml/min의 속도로 흘려보내면서 시료를 10ul loading하여 분석하였다.

직쇄 D.Pn의 함량=

$$\frac{\text{직쇄당 함량}}{\text{직쇄당 함량} + \text{분지당 함량}} \times \text{D.Pn 함량}$$

분지 D.Pn의 함량=

$$\frac{\text{분지당 함량}}{\text{직쇄당 함량} + \text{분지당 함량}} \times \text{D.Pn 함량}$$

D.Pn : degree of polymerization

결과 및 고찰

분지말토덱스트린의 HPLC chromatograms

Fig. 1과 2는 D.E. 19인 20% 전분 액화액을 0.05%의 tranzyme으로 55°C, pH 5.5에서 24시간 동안 처리한 것을 HPLC로 분석한 chromatogram이다. Fig. 1은 aminex HPX-42A column을 이용하여 말토덱스트린의 당조성을 포도당의 중합도에 따라 분석한 결과인데 peak pattern을 볼 때 당전이 효소 처리에 의하여 대조구(A)와 처리구(B)의 포도당 중합도의 분포가 달라졌음을 알 수 있다. 한편 Fig. 2는 말토덱스트린의 당조성 중 직쇄당과 분지당의 구분을 위하여 polyamine-II를 이용하여

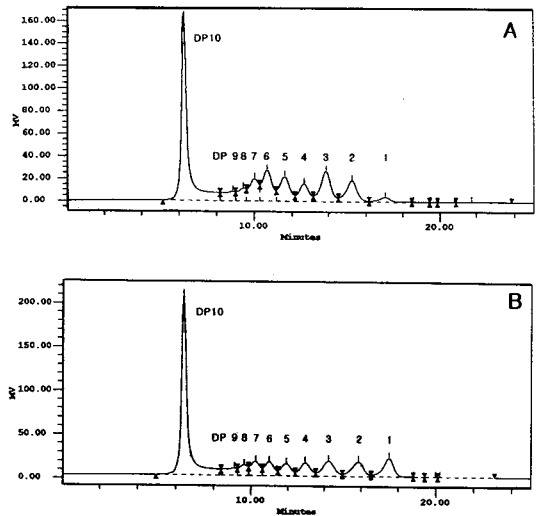


Fig. 1. HPLC chromatograms(column: Aminex HPX-42A) of maltodextrin(D.E. 15)(A) and its branched maltodextrin(B) produced by reaction with 0.05% Tranzyme-L500 at 55°C, pH 5.5 for 24hrs.

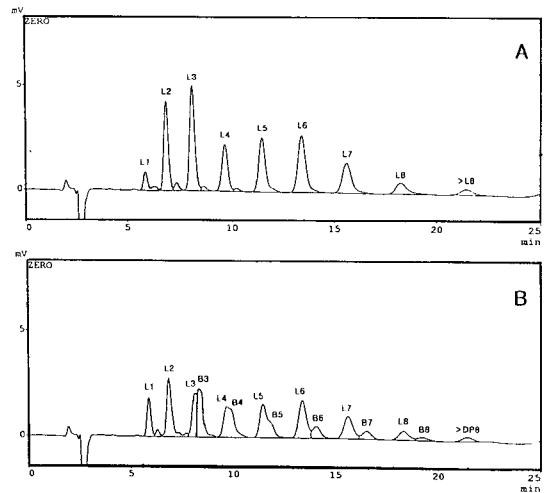


Fig. 2. HPLC chromatograms(column: polyamine II) of maltodextrin(D.E. 15)(A) and its branched maltodextrin(B) produced by reaction with 0.05% Tranzyme-L500 at 55°C, pH 5.5 for 24hrs.

분석한 결과이다. Peak pattern을 볼 때 당전이 효소 처리에 의하여 D.P. 3 이상의 직쇄당이 분지당으로 전이되었음을 확인할 수 있었다.

반응시간에 따른 분지 말토덱스트린의 생성변화

반응시간에 따른 말토덱스트린의 당조성 변화를 알아보기 위하여 D.E. 19의 20% 전분 액화액에 당전이

효소를 기질 고품분 대비 0.05% 첨가하고 pH를 5.5로 맞춘 후 55°C에서 반응시킨 결과는 Table 1에서와 같다. 반응 시간이 경과함에 따라 분지당이 많아짐을 알 수 있었는데 24시간 경과 후 분지당이 전체 당류 중 14.9%를 차지하였으며 60시간 이후에는 27%로 증가하였다가 더 이상 증가하지 않았다. 분지당별로 생성되는 양상을 보면 6당류 이상의 상대적으로 큰 분지당이 먼저 생기다가 2, 3 당류의 작은 분지당은 서서히 생성되었다. 분지 이당류인 isomaltose는 72시간이 경과하도록 생성되지 않았던 반면 분지 3당류는 반응 10시간까지는 생성되지 않다가 24시간이 되어서는 4.35%로 다른 분지당들과 비교하여 가장 많이 생성되었다. 이렇게 분지당류의 생성이 크기에 따라 다른 것은 사용한 효소의 기질 특이성에 기인한 것으로 보이는데 상대적으로 큰 분자에 이 효소가 우선적으로 작용하여 분자량이 큰 분지당이 먼저 생기다가 서서히 작은 분자량의 분지당이 생기는 것으로 사료된다.

효소투여량과 기질의 크기에 따른 분지 말토덱스트린의 생성

분지 말토덱스트린의 제조시 당전이 효소의 양과 기질의 크기에 따라 분지 말토덱스트린의 생성이 어떻게 달라지는지를 확인하기 위하여 D.E. 10, 15, 19, 21의 20% 액화액에 당전이 효소를 각각 0.05%, 0.1%, 0.2%, 0.4% 첨가하고 pH를 5.5로 맞춘 후 55°C에서 24시간 반응시킨 결과는 Table 2에서와 같다. 기질의 D.E.에 관계없이 효소의 양이 늘어남에 따라 전체 분지당의 함량은 증가함을 보여주었다. 즉 D.E. 19의 경우 효소량이 0.05%이었을 때 분지당의 함량이 14.9%이었으며 0.2% 첨가하였을 때에는 전체당 중에서 분지당이 50% 이상을 차지하였다.

한편 기질 크기에 따른 분지 말토덱스트린의 생성변

화를 보면 효소량을 0.05%로 상대적으로 적게 투입하였을 경우에는 기질의 D.E. 크기에 따라 큰 변화가 없었으나(12.3~16.8%) 효소량을 0.1% 이상 투입하였을 경우에는 D.E.의 크기에 따라 반응생성물이 크게 달라졌다. 즉 기질의 D.E.가 커질수록 같은 양의 효소량을 투입하더라도 분지당이 많이 생성되었는데 예를 들어 효소를 0.2% 투입하였을 때 기질의 D.E.가 10일 경우에는 분지당의 함량이 15.0%이었으나 기질이 D.E.가 19일 경우에는 52.6%로 나타나 기질의 D.E.에 따라서 당조성의 변화가 큼을 확인할 수 있었다.

Fig. 3는 효소의 투여량과 기질의 D.E. 변화에 따른 전체 분지당 함량의 변화를 알아보기 쉽게 그림으로 나타낸 결과이다. 앞서 설명한대로 효소 투여량이 0.05% 일 때에는 D.E.에 따라 큰 변화가 없었으나 효소의 양이 0.1%, 0.2%에서는 기질의 D.E.가 19일때 각각 46.6%와 52.6%로 분지당의 생성이 가장 높았으며 0.4%의

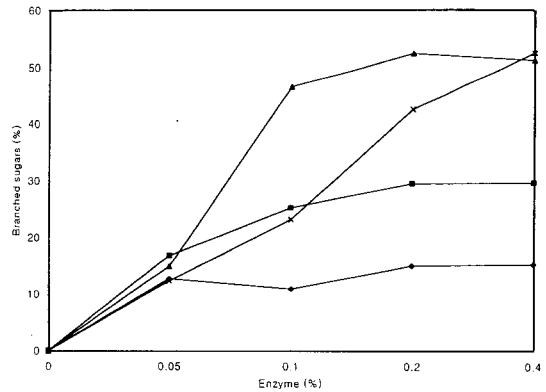


Fig. 3. Changes of branched sugar content according to different sizes(D.E.) of substrate reacted by different levels of enzyme concentration at 55°C, pH 5.5 for 24hrs.
 —◆— DE 10, —■— DE 15, —▲— DE 19, —×— DE 21

Table 1. Changes of sugar composition of branched maltodextrin during reaction between substrate(DE 19) and 0.05% tranyzyme at 55°C, pH 5.5.

Time (hr)	L ₁ ¹⁾	L ₂	B ₂ ²⁾	L ₃	B ₃	L ₄	B ₄	L ₅	B ₅	L ₆	B ₆	L ₇	B ₇	L ₈	B ₈	>DP ₈	ΣB _n ³⁾
0	4.89	10.81	0.00	13.84	0.00	6.99	0.00	24.12	0.00	11.09	0.00	1.85	0.00	0.35	0.00	26.06	0
10	7.39	8.37	0.00	13.58	0.00	11.03	0.00	14.41	0.00	9.15	2.29	1.96	1.70	0.00	1.66	28.45	5.7
24	8.50	8.53	0.00	8.74	4.35	8.40	1.04	14.36	1.30	7.74	3.69	0.80	2.80	0.00	1.71	28.04	14.9
36	7.27	9.68	0.00	10.29	4.41	10.31	1.15	14.50	1.61	6.92	3.75	0.00	3.08	0.00	1.93	25.09	15.9
48	8.43	10.88	0.00	11.10	4.76	9.85	2.46	13.31	1.48	5.65	3.68	0.00	3.48	0.00	2.18	22.74	18.0
60	6.05	12.12	0.00	8.51	8.99	9.39	4.03	13.82	3.45	4.49	4.25	0.00	3.59	0.00	2.60	18.69	26.9
72	7.26	11.41	0.00	10.16	7.30	7.92	5.28	10.82	2.71	3.58	5.34	0.00	3.46	0.00	1.99	22.76	26.1

¹⁾L_n: Linear sugar which has n sugars

²⁾B_n: Branched sugar which has n sugars

³⁾ΣB_n: Sum of branched sugars

Table 2. Changes of sugar composition of branched maltodextrin during reaction between different substrate sizes (DE 10~21) and different enzyme(tranzyme) concentration at 55°C, pH 5.5 for 24 hrs

DE	Enzyme (%)	L ₁ ¹⁾	L ₂	B ₂ ²⁾	L ₃	B ₃	L ₄	B ₄	L ₅	B ₅	L ₆	B ₆	L ₇	B ₇	L ₈	B ₈	>DP ₈	∑Bn ³⁾
10	0.00	2.20	4.53	0.00	6.25	0.00	4.10	0.00	5.33	0.00	6.07	0.00	4.67	0.00	2.91	0.00	63.95	0
	0.05	4.91	4.53	0.00	1.94	4.52	2.21	2.62	1.35	3.16	3.12	1.12	2.47	0.98	1.96	0.29	64.81	12.7
	0.10	8.59	5.11	0.00	1.38	3.23	1.74	2.00	1.06	2.47	2.64	1.27	2.82	1.16	2.13	0.72	63.68	10.9
	0.20	12.73	1.77	4.13	0.75	2.99	0.52	2.52	0.92	1.61	1.18	1.34	1.28	1.37	1.26	1.06	64.58	15.0
	0.40	18.05	0.00	5.79	0.00	2.63	0.00	2.32	0.33	1.32	0.53	1.06	0.48	1.14	0.53	1.06	64.76	15.3
15	0.00	2.01	8.07	0.00	10.86	0.00	6.12	0.00	8.01	0.00	10.13	0.00	6.86	0.00	3.39	0.00	44.55	0
	0.05	4.04	7.07	0.00	4.06	6.00	3.61	3.61	5.84	1.46	7.02	2.24	5.33	2.04	2.29	1.49	43.92	16.8
	0.10	7.06	6.37	0.71	1.97	7.87	2.17	5.06	3.15	3.42	4.41	3.26	3.90	3.21	2.20	1.77	43.47	25.3
	0.20	8.30	5.16	2.21	0.78	7.00	0.00	6.07	0.52	4.72	1.93	3.56	1.83	3.61	1.24	2.47	50.61	29.6
	0.40	14.10	0.90	8.14	0.61	5.50	0.00	5.04	0.00	3.81	0.63	2.54	0.51	2.48	0.44	2.28	53.01	29.8
19	0.00	2.83	9.26	0.00	14.89	0.00	6.95	0.00	21.16	0.00	14.25	0.00	0.39	0.00	2.66	0.00	27.60	0
	0.05	8.50	8.53	0.00	8.74	4.35	8.40	1.04	14.36	1.30	7.74	3.69	0.80	2.80	0.00	1.71	28.04	14.9
	0.10	14.43	4.07	9.50	1.60	14.38	3.67	8.57	4.95	4.95	3.33	3.73	1.23	2.75	0.00	2.71	20.13	46.6
	0.20	21.70	3.36	13.46	0.90	12.23	1.03	9.29	1.68	6.70	1.00	4.82	0.29	3.61	0.00	2.53	17.40	52.6
	0.40	30.90	1.72	15.47	0.52	9.90	0.42	8.06	0.72	6.51	0.00	5.53	0.00	4.02	0.00	2.02	14.21	51.5
21	0.00	4.88	11.55	0.00	16.76	0.00	7.82	0.00	19.78	0.00	8.91	0.00	2.18	0.00	0.22	0.00	27.91	0
	0.05	9.06	10.29	0.00	10.45	4.48	9.32	2.33	14.42	1.60	8.09	2.02	1.77	1.91	0.32	0.00	23.94	12.3
	0.10	15.53	10.80	2.70	8.00	8.00	8.23	3.53	8.68	0.96	4.47	2.84	1.18	2.66	0.00	2.53	19.87	23.2
	0.20	20.06	3.20	12.80	2.81	11.24	6.44	4.29	5.26	3.51	2.81	4.51	0.47	3.74	0.00	2.56	16.31	42.7
	0.40	26.70	1.67	15.03	1.15	10.39	0.47	8.91	2.46	5.75	1.05	6.02	0.00	4.48	0.00	2.25	13.66	52.8

¹⁾L_n: Linear sugar of which degree of polymerization is n

²⁾B_n: Branched sugar of which degree of polymerization is n

³⁾∑Bn: Sum of branched sugars

효소를 투입하였을 경우에는 기질의 D.E.가 21일때 52.8%로 분지당의 생성이 가장 높았다.

이렇게 말토덱스트린의 생산에 있어서 기질의 크기와 전이효소의 첨가량에 따라 분지당의 생성 pattern과 생성량이 다른 이유는 본 효소의 기질에 대한 특이성으로 보여지며 본 효소에 대한 좀 더 구체적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 아울러 기존의 말토덱스트린의 경우 당조성이 직쇄당으로만 구성되어 있는 반면 본 연구에서 생산된 분지 말토덱스트린의 경우 직쇄당과 분지당을 함께 함유하고 있어 기존의 직쇄 말토덱스트린과는 물리화학적 성질이 많이 다를 것이며 그에 따른 제품의 용도도 크게 다를 것으로 예상되어 이에 대한 연구 또한 향후 추진되어야 할 것으로 판단된다.

요 약

분지 말토덱스트린을 제조하기 위하여 상법으로 제조된 말토덱스트린을 당전이 효소(Tranzyme-L500)로 반응시킨 결과 기존의 말토덱스트린과는 당조성이 다른 분지당이 함유된 분지 말토덱스트린을 얻을 수 있었다. 반응시간에 따른 분지 말토덱스트린의 당조성 변화를 알아보기 위하여 D.E. 19의 20% 액화액에 당전이

효소를 기질 고품분 대비 0.05% 첨가하고 pH를 5.5로 맞춘 후 55°C에서 반응시킨 결과 반응시간이 경과함에 따라 분지당의 함량이 많아짐을 확인할 수 있었다. 즉 반응시간이 24시간 경과하였을 때 분지당이 전체 당류 중 14.9%를 차지하였으며 60시간 이후에는 27%로 증가하였다. 당전이 효소의 투여량과 기질의 크기에 따라 분지 말토덱스트린의 생성변화를 확인하기 위하여 D.E. 10, 15, 19, 21의 기질에 당전이 효소를 각각 0.05%, 0.1%, 0.2%, 0.4% 첨가한 결과 기질의 D.E.에 관계없이 효소의 양이 늘어남에 따라 전체 분지당의 함량은 증가함을 보여주었다. 한편 기질의 크기에 따른 분지 말토덱스트린의 생성변화를 보면 효소 투여량이 0.05%일 때에는 D.E.에 따라 큰 변화가 없었으나 효소의 양이 0.1%, 0.2%에서는 기질의 D.E.가 19일때 각각 46.6%와 52.6%로 분지당의 생성이 가장 높았다. 그러나 효소의 양이 0.4%가 되면 기질의 D.E.가 21일 때 52.8%로 분지당의 생성이 가장 높아 효소의 투여량이 많을수록 기질의 D.E.가 클 때 분지당의 생성이 높아짐을 알 수 있었다.

감사의 글

이 연구는 1997년도 학술진흥재단 신진교수과제의

일부이며, 연구비를 지원하여 주신 학술진흥재단에 깊이 감사드립니다.

문 헌

1. Alexander, R. J. : Maltodextrins: production, properties and applications. In "Starch hydrolysis products: world-wide technology, production, and technology" Schenck, F. W. and Hebeda, R. E.(eds.), VCH Publishers, New York, p.251(1992)
2. Whelan, W. J. and Roberts, P. J. : Action of salivary α -amylase on amylopectin and glycogen. *Nature*, **170**, 748(1952)
3. Walker, G. W. and Whelan, W. J. : The mechanism of carbohydrate action. *Biochem. J.*, **67**, 548(1957)
4. Armbruster, F. C. and Harjes, C. F. : Low D.E. Starch conversion products. *US Patent* 3,560,343(1974)
5. Morehouse, A. L., Nakzahn, R. C. and Day, J. T. : Hydrolysis of starch. *US Patent* 3,663,369(1972)
6. Niesbet, R. E. and Allen, E. E. : Method for preparing low D.E. starch hydrolyzates *US Patent* 3,616,220(1971)
7. Walon, R. G. : Starch hydrolysis at high dry substance. *US Patent* 4,235,965(1980)
8. Hull, G. A. : Low D.E. starch hydrolysate derivatives. *US Patent* 3,639,389(1972)
9. Horn, H. E. and Kimball, B. A. : Maltodextrins of improved stability prepared by enzymatic hydrolysis of oxidized starch. *US Patent* 3,974,034(1976)
10. Harjes, C. F., Leach, H. W. and Trp, T. M. : Low D.E. starch hydrolysates of improved stability prepared by enzymatic hydrolysis of dextrins. *US Patent* 3,974,032(1976)
11. Meyer, G. R. : Process for the production of non-hazing starch conversion syrups. *US Patent* 3,756,853(1973)
12. Deaton, I. F. : Process for the production of non-hazing starch conversion syrups. *US Patent* 3,756,919(1973)
13. Bailey, R. W., Barker, S. A., Bourne, E. J. and Stacey, M. : Enzymatic synthesis of a branched trisaccharide. *Nature*, **176**, 1164(1955)
14. Robyt, J. F. and Eklund, S. H. : Relative quantitative effects of acceptors in the reaction of *Leuconostoc mesenteroides* B-512F. *Carbohydrate Res.*, **121**, 279(1983)

(1998년 11월 17일 접수)