

한국 및 일본산 맥주의 당에 관한 연구 - 2. 효소적 분석 -

안 용 근
충청전문대학 식품영양과

Sugars in Korean and Japanese Beer - 2. Enzymatic Analysis -

Yong-Geun Ann

Dept. of Food Nutrition, Chungcheong Junior College,
Gangnae, Cheongwon, Chungbuk, R. O. Korea

Abstract

Limit dextrin of Korean beer(3 brands) and Japanese beer(21 brands) were separated by ethanol fractionation. Limit dextrin of Korean and Japanese beer was estimated to be 1.1%. ¹H-NMR analysis revealed that the limit dextrin showed both signal of α -1,4- and α -1,6- glucosidic linkage with its estimation ratio of average 5.5:1. Limit dextrin was hydrolyzed to glucose with the yield of 57.22% by *Aspergillus awamori* α -glucosidase(24.7unit) plus human salivay α -amylase(2.4 unit) in 100 μ l of 0.043M acetate buffer at 37 $^{\circ}$ C for 5 hour. Among them, limit dextrin of Korean beer showed the highest hydrolysis rate of 76%. Small size sugars(64.8%) removed by ethanol fractionation and limit dextrin(21.4%) hydrolyzed by amylases that is digestible sugar. Non hydrolyzed limit dextrin(13.8%) by the amylases which can be a growth factor of *Bifidobacterium* in human intestine.

Key words : Korean beer, Japanese beer, maltooligosaccharides of beer, limit dextrin of beer, *Bifidus* growth factor of beer.

서 론

경제발전과 생활수준의 향상에 따라 음주문화도 달라져서 맥주는 한국인이 가장 많이 마시는 대중적인 술로 자리 잡았다.

1995년도의 세계 맥주 소비량은 미국이 가장 많은 2,193.7만 kl, 다음이 중국으로 1,540만 kl, 일본은 5번째로 699.7만 kl, 한국은 13번째로 179.3만 kl를 기록하였다.

1996년도의 일본 맥주시장은 판매량 기준으로 기린이 46.5%, 삿포로가 17.1%, 아사히가 30.4%, 산토리기가 5%, 오리온이 1%를 차지하였다. 일본의 1996년도 맥주 출하량은 6,790,299 kl, 히트상품별

출하량은 기린의 Lager(열처리 맥주)가 1억 5,200만 상자, 아사히의 Super dry가 1억 4,550만 상자, 기린의 이치반시보리(당화시켜 첫번째 착즙한 것만으로 발효시킨 것)가 7,270만 상자, 삿포로의 Black label이 7,108만 상자, 산토리의 Malt(엿기름 만으로 만든 맥주)가 2,125만 상자를 기록하였다¹⁾.

맥주는 엿기름의 β -아밀라아제와 α -아밀라아제가 전분을 말토오스로 가수분해시켜서 효모로 에탄올 발효시키지만 당화시 엿기름의 아밀라아제는 전분의 α -1,6-가치결합은 가수분해하지 못하여 한계텍스트린이 남는다. 효모의 α -글루코시다아제는 α -1,6-결합이 많은 한계텍스트린과, 당화시 생성된 말토테트라오스보다 큰 말토올리고당은 가수분해하기 어려워서 맥주

에는 말토올리고당과 한계덱스트린이 남게 된다. 본 연구자는 전보에서 한국 및 일본산 맥주 24 종류에 평균 3.15%의 당이 함유된 사실을 밝혔다²⁾. 맥주에 함유된 당은 비피두스균 활성인자^{3,4)}나 비만인자⁵⁾로 작용하며, 어느 쪽으로 작용할 것인가는 당의 양과 구조에 따라 다르다. α -1,6-가지결합이 많은 당은 인체의 효소가 가수분해하기 어려워서 소장을 그대로 통과하여 대장에서 비피두스균을 증식시키는 인자로서 작용한다. 반면 α -1,4-결합만으로 이루어진 곡은 사슬의 말토올리고당은 바로 소화 흡수되어 비만인자로서 작용하게 된다.

본 연구자는 전보에서 효소적 방법으로 식혜 한계덱스트린의 영양적 가치 및 건강적 가치를 분석한 바 있다⁶⁻⁸⁾. 본 연구는 마찬가지로 방법으로 한국산 맥주와 일본산 맥주의 한계덱스트린을 분리하여 NMR로 구조를 분석하고, α -아밀라아제와 α -글루코시다아제로 소화성을 분석하여 비만인자로 작용하는가 비피두스균 증식 활성인자로 작용하는가를 평가한 결과이다.

실험 재료 및 방법

1. 재 료

맥주는 시판 캔제품을 사용하였다. *Aspergillus awamori*의 α -글루코시다아제는 大阪市立大學 理學部 生物學科 酵素化學研究室의 Mrs. Trisanti Anindyawati에게 받았고, α -아밀라아제는 타액 α -amylase를 사용하였다.

2. 한계 덱스트린의 조제

맥주 5ml에 에탄올 15ml를 가하여 2,000rpm에서 20분 원심분리하여 상정액은 버리고 침전에 물 2ml를 가하여 100°C에서 3분간 가열하여 단백질을 변성시켜 동결건조한 다음, 물 2ml를 가하여 2,000rpm에서 20분간 원심분리하여 상정액을 시료로 사용하였다.

3. HPLC

한계 덱스트린의 가수분해율은 Shimadzu LC-6A 펌프, Shimadzu Chromatopak G-R3A 적산기, Knauer 98.00 굴절을 검출기, Shimpack SCR 101N(0.75×30cm) 컬럼, Shimadzu CTO-6A 컬럼 오븐을 사용하여 유속 1ml/min, 60°C에서 증류수를 용매로 분석하였다.

한계 덱스트린의 FPLC는 Superose 12 컬럼(1×

30cm)를 사용하여 유속 0.5ml/min, 상온에서 분석한 것만 다르다.

4. TLC

실리카겔 유리판(20×20cm)에 당시료를 찍어서 n-propanol-ethylacetate-water (7:1:2) 용매로 37°C에서 네 시간 전개시킨 다음 1% orcinol을 함유한 50% 황산 용액을 분무하여 100°C에서 5분간 발색시켰다.

5. ¹H-NMR

에탄올 침전법으로 분리, 동결건조한 한계 덱스트린 3mg에 D₂O 1ml를 가해 녹여서 Varian-UNITY 500 NMR spectrometer로 40°C, 500MHz에서 분석하였다. 표준물질로 sodium-4,4-dimethyl-4-silapentane sulfonate를 사용하여 화학적 시프트를 측정하였다.

6. α -아밀라아제 및 α -글루코시다아제에 의한 한계 덱스트린의 가수분해

한계 덱스트린 2%, 24.7unit의 *Aspergillus awamori* α -글루코시다아제, 1.2 unit(1회) 또는 2.4 unit(2회)의 사람 타액 α -아밀라아제를 함유한 0.043M 아세트산 완충액(pH 5.5) 100 μ l를 37°C에서 5시간 반응시킨 다음 HPLC로 가수분해된 양을 정량하였다.

결 과

1. 한계 덱스트린의 구조

맥주의 한계 덱스트린을 에탄올 침전법으로 분리하여 FPLC로 분석한 결과, Fig. 1과 같이 글루코오스 25잔기 정도인 식혜의 한계 덱스트린과 거의 같은 크기를 나타냈다. 맥주의 전분 크기 피크는 에탄올 침전 후 잘 녹지 않아서 많이 제거되었기 때문에 Fig. 1에서는 적게 나타났다. 분리한 한계 덱스트린에 말토옥타오스 이하의 말토올리고당은 거의 들어 있지 않다(Fig. 2).

한계 덱스트린의 ¹H-NMR 분석 결과는 Fig. 3과 같다. 한계 덱스트린의 α -1,4-결합에 대한 α -1,6-결합 비율은 최저 1:0.16에서 최고 1:0.2, 평균 1:0.183을 나타냈다. 이 결과는 평균적으로 α -1,4-결합의 글루코오스 5.5 잔기당 α -1,6-의 가지 결합이 하나 있는 것을 나타낸다. 식혜 한계 덱스트린은 1:0.2를 나타냈다⁶⁾(Fig. 3, Table 1). 한계 덱스트린은 α -1,6-가

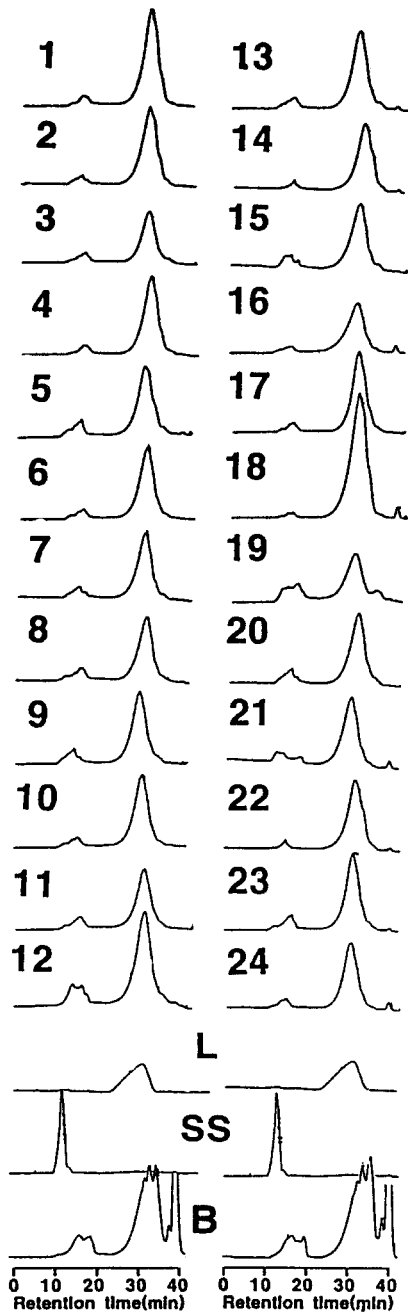


Fig. 1. FPLC of limit dextrin from Korean and Japanese beer. Brand : 1, Cass ; 2, Hite ; 3, Lager ; 4, Super dry ; 5, Black ; 6, First lady ; 7, Namaicho ; 8, Reds ; 9, Akiazi ; 10, Beer kojo ; 11, Beer shokunin ; 12, Half & half ; 13, Ichibansibori ; 14, Kansai taste ; 15, Lager ; 16, LA ; 17, Black label ; 18, Drafty ; 19, Super star ; 20, Yebisu ; 21, Winter's tale ; 22, Hop's ; 23, Malt's ; 24, Umakarakuchi : Maker ; 1, Cass ; 2, Chosun ; 3, OB ; 4~8, Asahi ; 9~16, Kirin ; 17~21, Sapporo ; 22~24, Suntory : B, Beer ; SS, soluble starch ; L, limit dextrin ; Detect, RI ; column, Superose 12 (1×30cm) ; elute, distilled water ; flow rate, 0.5ml/min.

지 결합이 많을수록 소화되기 어려워서 비피두스균을 증식시키는 효과가 커진다.

한계덱스트린에 대해서는 Umeki 등⁹⁾, French 등¹⁰⁾, Callaghan 등¹¹⁾, Bertoft¹²⁾, Kumlien 등¹³⁾의 결과가 있으나, NMR 해석과 함께 효소적으로 소화성을 분석한 결과는 없다.

2. 소화성

인체 효소인 α -아밀라아제와 α -글루코시다아제를 한계 덱스트린에 5시간 동안 함께 작용시킨 결과 평균 57.22% 가수분해되어 글루코오스만을 생성하였다(Fig. 4).

한계 덱스트린은 α -1,6-결합이 적을수록 가수분해되기 쉬워서 소화율이 높아진다. 한국 맥주 2의 한계덱스트린의 가수분해율은 24개 제품 중 가장 높은 76.29%를, 1은 세번째로 높은 70.38%를 보였다(Table 1). 이것은 한국 맥주 1과 2는 당화가 제대로 이루어지지 않아서 더 가수분해되어서 에탄올로 변할 수 있는 당이 많이 남아 있는 것을 의미한다. 그래서 24 종류의 맥주중 원료 사용량에 대한 에탄올 생산 비율이 가장 낮아서 생산비가 가장 높다고 할 수 있다.

에탄올 침전시 상정액으로 제거되는 작은 올리고당은 바로 가수분해되어 소화되므로, 이 값과 가수분해된 한계 덱스트린의 양을 합치면 평균 86.17%의 높은 소화율을 나타내고 있다. 그러나 사용한 α -글루코시다아제 활성이 매우 강하기 때문에 실제 소화율은 이보다 낮을 것으로 보인다. 어쨌건 본 결과를 기준하면 맥주에 함유된 당의 86%가 소장에서 소화 흡수되어 칼로리원이 되고, 나머지 14%가 흡수되지 않고 대장까지 가서 비피두스균을 활성화시킨다고 볼 수 있다.

FPLC로 가수분해 과정을 분석한 결과 Fig. 5와 같이 5시간까지는 한계덱스트린이 남아 있으나 10시간 뒤에는 거의 모두 글루코오스로 가수분해되었다. 그러나, 섭취한 음식은 5시간 정도면 대장에 도달하기 때문에 남아 있는 14%의 한계덱스트린은 대장에 도달한다고 볼 수 있다.

본 연구는 맥주 당의 소화성을 분석하기 위해 인체의 효소만 사용하였으나, β -아밀라아제를 사용하여 끈은 사슬의 말토올리고당을 모두 말토오스로 가수분해하면 더 당화될 수 있는 양을 직접 분석할 수 있다.

$$\frac{\beta\text{-아밀라아제로 가수분해된 양}}{\text{맥주에 함유된 전체 당}} \times 100 = \text{당화 가능한 당(\%)}$$

효소적으로 한계 덱스트린을 분석한 결과로서는

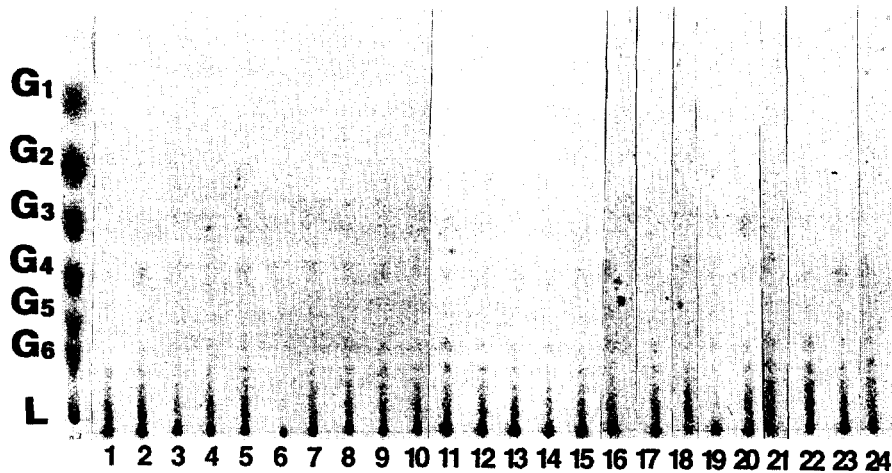


Fig. 2. TLC of limit dextrin from Korean and Japanese beer. Numbers indicate the brand (see Fig. 1). marker G1-G₆, maltooligosaccharide series ; L, limit dextrin ; solvent, n-propanol-ethylacetate-water (7 : 1 : 2) ; develop, 37°C for 4hour.

Lee 등¹⁴⁾, Loyter 등¹⁵⁾, Gray 등¹⁶⁾, Lee¹⁷⁾의 결과가 있다.

3. 비피두스균 증식 효과

대장에는 여러 혐기성 균이 살고 있다. 생후 4~5일이 되면 비피두스균이 가장 많아지며 젊고 건강할수록 비피두스균이 가장 많다. 노인이 되면 비피두스균이 줄고 부패균이 많아져서 암모니아, 아민, 인돌, 황화수소 등의 부패물이 다량 발생한다. 그래서 설사, 변비 등의 위장장애와, 암이나 고혈압 등의 성인병을 유발하고, 노화를 촉진시킨다. 그러므로 비피두스균수를 늘려서 그런 유해균을 억제하는 것이 건강과 장수에 유효하다. 비피두스균은 병원균에 의한 장관 감염이나 식중독의 예방, 장내 부패산물의 억제, 변비 개선, 설사 방지, 비타민 생성, 간기능 개선, 발암물질 억제 등의 효과가 있다. 칼슘섭취 부족은 골소공증, 동맥경화, 고혈압, 당뇨병 등의 성인병의 원인이 되지만 비피두스균은 초산과 유산을 생성하여 칼슘의 용해도가 높은 산성 pH를 만들어 주어 칼슘 섭취율을 높이고, 생성된 산이 장의 운동을 활발하게 하여 변성을 개선한다^{3,4)}.

올리고당은 이의 항부식성, 유산균인 비피두스균의 증식활성인자, 변성개선, 정장작용, 장내 부패산물의 생성억제, 저칼로리, 콜레스테롤 함량 억제, 혈당조절, 면역촉진 활성, 칼슘흡수 촉진 작용을 하는 것으로 알려져 있다³⁾.

의학 교과서 중에는 전분은 타액과 췌장의 α -아밀

라아제와 소장의 글루코아밀라아제의 작용으로 α -1,6-결합도 모두 가수분해되어 소장에서 글루코오스로 흡수가 완료되는 것으로 잘못 기재한 것^{18,19)}도 있으나 사람에게는 글루코아밀라아제가 존재하지 않고 α -글루코시다아제가 존재하는 것으로 밝혀져 있다²⁰⁾.

α -글루코시다아제는 글루코아밀라아제와 달리 α -1,6-결합은 가수분해하기 힘들기 때문에 α -1,6-결합을 가지는 이소말토오스, 이소말토트리오스, 판노오스 등의 이소말토올리고당은 소장에서 가수분해되지 않고 대장까지 가며, 부패성 균은 이를 이용하지 못하고 비피두스균만 이용하여 왕성하게 자란다. 비피두스균은 산을 생성하여 장내 부패균의 증식을 억제한다⁴⁾.

그래서 α -1,6-결합을 갖는 맥주의 한계 텍스트린은 소화되기 힘들어서 대장까지 가서 비피두스균의 활성인자로 작용한다고 볼 수 있다. 단순 계산으로 한계 텍스트린의 α -1,6-결합은 α -1,4-결합의 1/5.5을 나타냈기 때문에 최소한 1/5.5 (18%)의 비피두스균 증식 작용을 갖는 것으로 볼 수 있다. 이것은 본 논문에서 효소적으로 분석한 14%와 비슷한 값이다.

4. 저당 맥주

맥주에는 평균 3.15%의 당이 함유되어 있다. 그러므로 두 병(1,266ml)을 마시면 39.9g의 당을 섭취하게 되며, 한국제조사 1은 42.9g, 2는 43.3g을 섭취하게 된다. 이것은 밥 한공기(150g)가 함유한 당 47.6g²¹⁾에 필적하는 양이다. 나아가, 이것은 소화되어

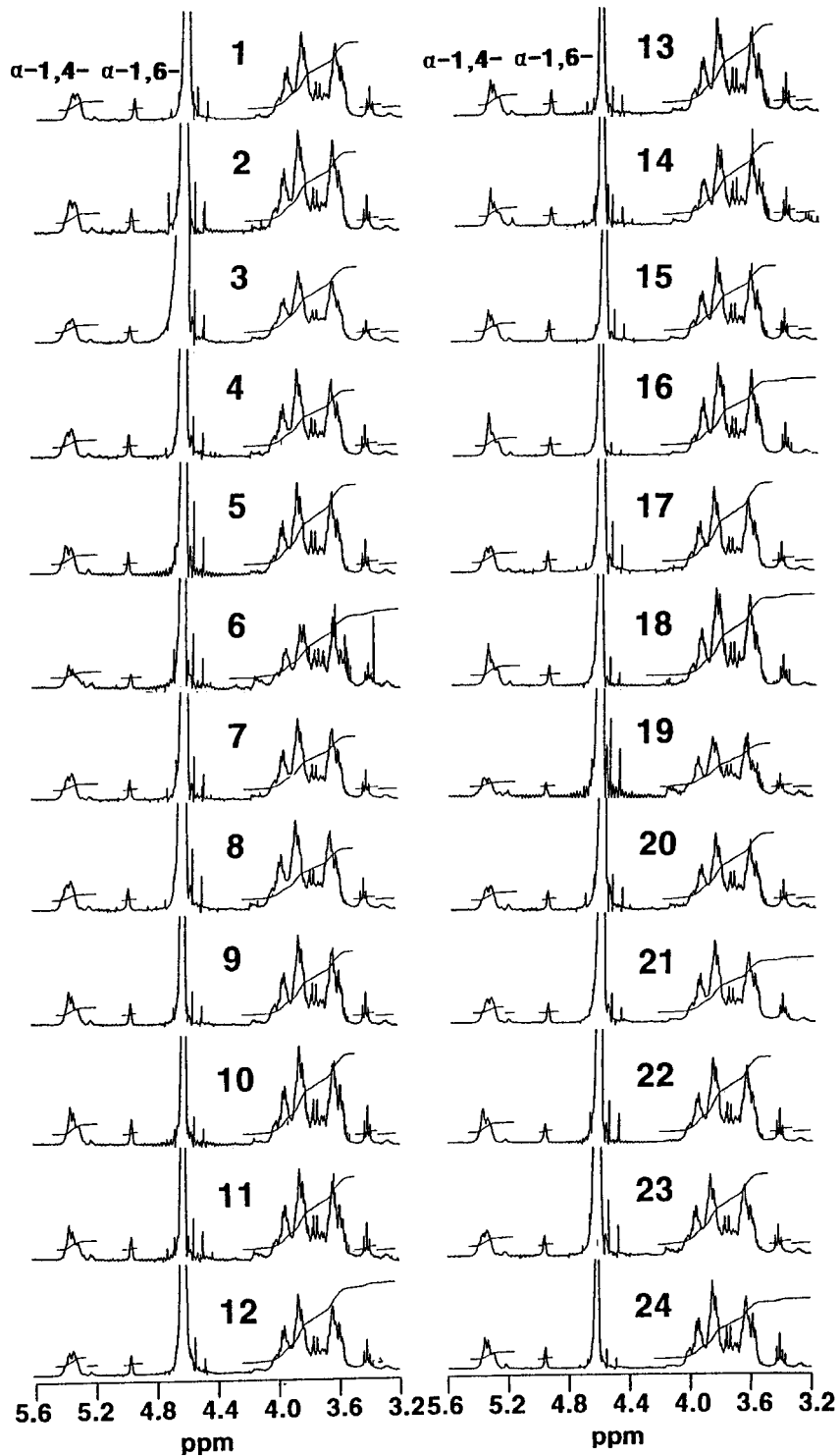


Fig. 3. Proton NMR of limit dextrin from Korean and Japanese beer. Numbers indicate the brand (see Fig. 1). The samples (3mg) were analyzed by Varian-UNITY plus 500 NMR spectrometer operating at 500MHz in D₂O at 40°C. Chemical shifts were measured with sodium-4,4-dimethyl-4-sila-pentane sulfonite (DSS) as an internal standard.

Table 1. Hydrolysis rate of limit dextrin from Korean and Japanese beer by α -amylase plus α -glucosidase

Beer	Total sugar mg/ml	Limit dextrin		Hydrolysis rate of limit dextrin ^b			No digestable limit dextrin mg/ml(%/total sugar)	Digestable sugar ^c mg/ml(%/total sugar)
		mg/ml(%/total sugar)	α -1,4- : α -1,6- bond ^a	%				
				1st	2nd	Avr.		
1	33.9	14.8(43.67)	1 : 0.19	71.61	69.15	70.38	4.40(12.92)	29.52(87.10)
2	34.2	13.5(39.37)	1 : 0.18	75.74	76.29	76.01	3.24(9.50)	30.96(90.52)
3	29.1	7.4(25.43)	1 : 0.18	58.09	54.26	56.17	3.26(11.24)	25.86(88.90)
4	30.1	12.2(40.53)	1 : 0.19	61.00	62.57	61.79	4.66(15.49)	25.44(84.52)
5	39.3	11.6(29.52)	1 : 0.17	58.31	51.39	54.85	5.24(13.32)	34.48(87.74)
6	17.0	2.3(13.53)	1 : 0.17	16.29	29.71	23.00	1.77(10.42)	15.23(89.59)
7	28.7	11.2(39.02)	1 : 0.20	59.63	54.25	56.94	4.82(16.80)	23.88(83.21)
8	30.1	11.2(37.21)	1 : 0.19	55.55	56.71	56.13	4.91(16.32)	25.24(83.35)
9	36.4	11.9(32.69)	1 : 0.19	59.54	56.35	57.94	5.01(13.76)	31.39(86.24)
10	28.8	11.4(39.58)	1 : 0.19	63.18	57.33	60.26	4.53(15.73)	24.27(84.27)
11	31.9	11.1(34.80)	1 : 0.18	56.90	54.12	55.51	4.94(15.48)	26.96(84.51)
12	28.0	12.4(44.29)	1 : 0.19	66.63	65.12	65.88	4.23(15.11)	23.77(84.89)
13	33.7	13.6(40.36)	1 : 0.19	61.90	55.72	58.81	5.60(16.62)	28.10(83.38)
14	27.7	8.1(29.24)	1 : 0.17	45.69	47.92	46.81	4.31(15.56)	23.39(84.44)
15	31.4	11.7(37.26)	1 : 0.19	66.31	59.47	62.89	4.41(14.05)	26.99(85.96)
16	29.1	8.7(29.90)	1 : 0.16	55.54	46.53	51.00	4.26(14.65)	24.90(85.56)
17	29.4	12.3(41.84)	1 : 0.19	63.35	65.25	64.30	4.39(14.93)	25.01(85.09)
18	39.9	20.4(51.13)	1 : 0.17	75.83	72.26	74.05	5.29(13.27)	34.61(86.74)
19	23.8	3.1(13.03)	1 : 0.15	25.64	29.07	27.36	2.25(9.46)	21.55(90.55)
20	34.8	11.5(33.05)	1 : 0.18	61.11	48.31	54.71	5.21(14.97)	29.59(85.03)
21	33.0	11.8(35.76)	1 : 0.20	64.61	57.62	61.11	4.59(13.91)	28.41(86.09)
22	38.7	10.8(27.91)	1 : 0.19	63.90	63.70	63.80	3.91(10.10)	34.79(89.90)
23	36.3	12.0(33.06)	1 : 0.18	56.25	43.72	49.99	6.00(16.53)	30.30(83.47)
24	31.1	11.1(35.69)	1 : 0.19	68.04	59.30	63.67	4.03(12.97)	27.07(87.04)
	31.5	11.09(34.50)	1 : 0.183			57.22	4.39(13.88)	27.15(86.17)

Numbers indicate the brand (see Fig. 1) ; a, data from ¹H-NMR ; b, reaction mixture contained 24.7 unit of *Aspergillus awamori* α -glucosidase, 1.2 unit (1st) and 2.4 unit (2nd) of human salivay α -amylase and 2 % of limit dextrin in 100 μ l of 0.043M acetate buffer and reacted at 37 $^{\circ}$ C for 5 hour. c, sugars removed by ethanol fractionation plus hydrolyzed limit dextrin

있는 순수한 당이므로 밥보다 더 많이 흡수되고, 알코올과 함께 흡수하므로 지방으로 축적되기 쉽다.

그래서, 미국은 당함량을 줄인 저칼로리 맥주(에탄올 함량을 줄인 것은 저알코올 맥주라 한다)를 비판 방지용으로 시판하고 있고⁵⁾, 일본 맥주 LA는 여성을 위한 다이어트용 맥주로서 잔존당 함량을 2% 이하로 줄이고, 알코올 함량도 2.5%로 낮춘 제품이다. 저칼로리 맥주는 당화공정을 변경하거나 글루코아밀라아제나 이소아밀라아제 등을 첨가하여 비발효성 당, 즉 말토올리고당 및 한계 텍스트린을 더 가수분해하여 잔존 당함량을 줄인 것이다. 그 결과, 에탄올 농도는 높아지므로 재료비가 절감된다. Dry beer는 발효율을 높여 발효성 당을 줄인 것으로 저칼로리 맥주이긴

하지만 전보에서 분석한 결과²⁾, 아사히의 슈퍼드라이의 당함량은 일반맥주와 차이가 거의 없다.

고 찰

막걸리는 우리나라를 대표하는 전통주이다. 먹고 살기 힘들던 시절, 막걸리는 주린 배를 채워주는 역할도 하였으나 경제 발전에 따라 먹는 것이 해결되어 그런 역할이 끝나자 품질 향상이 요구되었다. 그러나 그에 부응하지 못하여 막걸리는 사양길에 접어들어 많은 양조장이 문을 닫고 있다. 대신, 맥주가 막걸리의 자리를 차지하였다.

현재는 먹고 사는 것에 대한 걱정 대신 영양의 과

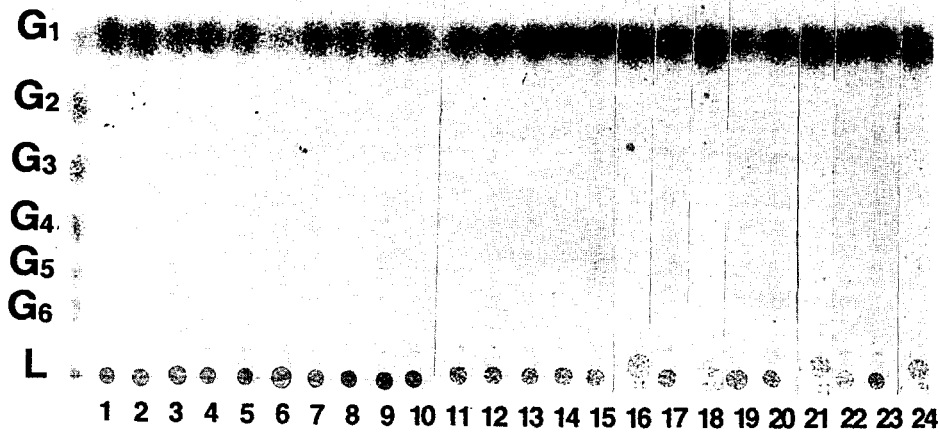


Fig. 4. Hydrolysis of limit dextrin from Korean and Japanese beer by α -glucosidase plus α -amylase. Numbers indicate the brand (see Fig. 1) Reaction mixture contained 2% of limit dextrin, 2.1unit of salivary α -amylase and 24.7unit of α -glucosidase in 100 μ l of 0.043M acetate buffer (pH 5.5) and hydrolyzed at 37 $^{\circ}$ C for 5 hour ; markers G₁-G₆, maltooligosaccharide series ; L, limit dextrin ; solvent, n-propanol-ethylacetate-water (7 : 1 : 2) ; develop, 37 $^{\circ}$ C, 4hour.

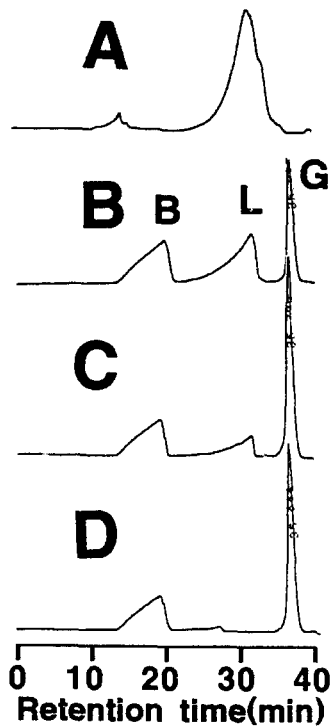


Fig. 5. Hydrolysis of beer limit dextrin by α -glucosidase plus α -amylase. Hydrolysis conditions the same as Fig. 4 ; A, limit dextrin ; hydrolyzed for ; B, 2 hour, C, 5 hour, D, 10 hour ; B, buffer ; L, limit dextrin ; G, glucose ; detect, RI ; column, Superose 12 (1 \times 30cm) ; elute, distilled water ; flow rate, 0.5ml /min.

다 섭취에 따른 비만과 성인병 문제가 가장 심각하다. 맥주에 함유된 당은 비피두스균 활성화 인자 및 비만 유발 인자로 작용하지만, 살펴본 바와 같이 비피두스균 활성화 작용보다는 비만 유발작용이 크며, 한국 맥주는 일본 맥주보다 당함량이 높아서 문제가 더 크다. 그러므로 당함량을 줄여서 비만 인자를 줄이는 것이 바람직하며, 해결 방법은 전보²⁾에서 제시하였다. 당함량을 줄이는 것은 원료비를 줄여서 수지를 개선하는 결과가 된다.

물론 맥주에는 원래부터 당이 함유되어 있고, 한국 맥주와 일본맥주의 당함량만 몇 배 높은 것도 아니고, 맥주를 매일 일정량 이상 마시지 않는 한 살이 찌는 것도 아니고, 많이 마셔도 살찌지 않는 사람도 많다. 그리고, 맥주에 함유된 당의 종류와 구조, 함량은 맥주의 맛을 결정짓는 중요 요인으로, 맥주의 품질과 이미지를 결정하는 중요 요소이다. 그러나 맥주에 함유된 당의 함량이나 종류를 밝히거나 광고하는 곳은 없다. 맥주 두 병에 들어 있는 당 함량이 밥 한공기와 거의 같다는 사실을 알면 마시지 않는 사람이 생기기 때문이다. 그러므로 결국 당화효율을 높여서 당함량을 줄여야 한다. 당화효율을 높이면 비만유발 작용을 하는 당은 줄어들고, 비피두스균 증식 작용이 큰 한계덱스트린량은 늘게 된다.

IMF의 영향으로 모든 것이 신속히 개방되고 있다. 그에 따라 당함량을 줄인 고품질의 외국산 맥주가 다이어트와 미용효과, 맛과 품질을 내세워서 직접, 또는

공장 설립을 통해 물밀듯이 밀려오게 된다. 일본도 당 함량을 줄이기 위하여 다각도로 연구하고 있다. 이것은 세계적인 추세이다. 그러나, 당함량도 매우 높고, 쌀과 옥수수 등을 사용하고, 제품도 한두 가지에 지나지 않는 한국 맥주는 무엇을 무기로 대응할 것인가? 물론 내세워서는 승산이 없다. 맥주산업이 이런 시대적 요구에 부응하지 못하면 막걸리 산업이 도태된 것처럼 사양의 길을 걸을 것이다.

물 외에도 맥주의 좋은 점을 찾아서 광고 효과를 높이고 이미지를 개선할 수 있는 점은 많이 있으나 업계에서는 아이디어가 별로 없는 것 같다. 가장 좋은 것은 당화조건을 개선하여 비만 유발 당함량을 줄이고, 비피두스균 증식 당의 함량을 증가시켜서 이미지를 높이는 일이다. 그런 면에서는 한국제조사중 3사가 비교적 우위를 차지하고 있다. 나아가, 경제성은 떨어지지만 비피두스균 활성화 작용을 하는 올리고당을 첨가한 제품도 고려할 수 있다. 맥주의 수용성 비타민은 각기병 방지, 에탄올은 동맥경화 예방, 혈액순환 촉진, 불면증 해소 작용을 하고, 호프 고미는 식욕을 증진시킨다. 탄산가스는 위벽을 자극하여 소화를 증진시키고 담즙 분비를 촉진하여 변비를 방지하고, 분비 소화액은 정장작용을 한다. 또, 맥주는 스트레스를 해소시키고, 소변량을 증가시켜서 요도결석을 방지하며, 여성호르몬 분비를 촉진하여 여성을 아름답게 한다. 맥주의 커피산은 알레르기를 방지한다. 맥주 효모는 소화기 궤양 억제, 철흡수 촉진, 내산성 개선, 고혈압 억제, 간경변 진행 억제, 발암물질의 해독, 세포성 면역의 증강 작용을 한다²²⁾.

이런 맥주의 여러 가지 효용도 홍보에 사용할 수 있을 것이다. 그러나, 그것은 적당량 마실 때에 한하고 지나치면 해로움이 커진다.

요 약

한국산 맥주 3종류, 일본산 맥주 21 종류의 한계 텍스트린을 에탄올 침전법으로 분리하였다. 한계 텍스트린의 양은 평균 1.1%로 전체 당 3.15%의 34.5%를 나타냈다. FPLC 분석 결과 한계 텍스트린은 평균 글루코오스 잔기 25개 정도로 형성된 것으로 나타났다. ¹H-NMR 분석으로 한계 텍스트린의 α -1,4-결합에 대한 α -1,6-결합의 비율은 평균 1:0.183을 나타냈다. 한계 텍스트린을 α -아밀라아제와 α -글루코시다아제로 5시간 가수분해하여 소화성을 평가한 결과 평균 57.22% 가수분해되었다. 그 중 한국산 맥주의 한계 텍스트린이 가장 높은 소화성 70.38%를 나타냈

다. 아밀라아제로 소화된 부분과 에탄올 침전법으로 상징액으로 제거된 작은 당을 합하면 평균 86%가 소화성당으로, 14%가 비피두스균 증식 인자로 평가된다.

감사의 글

본 연구는 한국학술진흥재단의 1996년도 대학교수 해외파견 사업에 따른 지원으로 大阪市立大學 理學部 生物學科에서 수행하였다. 이에 감사드린다.

참고문헌

1. 飛田悦二郎, 島野盛郎, 新ビルはどこが勝つか, ダイヤモンド社 (1997).
2. 안용근 : 한국 및 일본산 맥주의 당에 관한 연구 - 1. 당 함량 -, 한국식품영양학회지, 11(2), 144~150(1998).
3. 北畑壽美雄 : 糖質の機能, 糖質の科學, 新家龍, 南浦能至, 北畑壽美雄, 大西正健編, 朝倉書店 p. 69~105 (1996).
4. 菅野智榮 : 分枝オリゴ糖, 天然添加物と新食品素材, 食品化學新聞社, p. 89~92(1988).
5. 井上喬, やさしい醸造學, 工業調査會, p. 146~148 (1997).
6. 안용근 : 식혜의 이소말토올리고당에 관한 연구 - 1보 정제 및 구조해석 -, 한국식품영양학회지, 10(1), 82~86 (1997).
7. 안용근 : 식혜의 이소말토올리고당에 관한 연구 - 2보 효소적 분석 -, 한국식품영양학회지, 10(1), 87~91(1997).
8. 안용근 : 식혜의 이소말토올리고당에 관한 연구 - 4보 찹쌀식혜 -, 한국식품영양학회지, 10(2), 180~185(1997).
9. Umeki, K. and Yamamoto, T. : Structures of multi-branched dextrans produced by saccharifying α -amylase from starch, *J. Biochem.*, 78, 897~903 (1975).
10. French, D., Smith, E. E. and Whelan W. J. : The structural analysis and enzymatic synthesis of a pentasaccharide alpha-limit dextrin formed from amylopectin by *Bacillus subtilis* alpha-amylase, *Carbohydr. Res.*, 22, 123~134(1972).
11. Callaghan, P. T., Lelievre, J. and Lewis, J. A. : A comparison of the size and shape of β -limit dextrin and amylopectin using pulsed field-gradient nuclear magnetic resonance and analytical ultracentrifugation, *Carbohydr. Res.*, 162, 33~40(1987).
12. Bertoft, E. : Partial characterisation of amylopectin alpha-dextrans, *Carbohydr. Res.*, 189, 181~193 (1989).
13. Kumlien, J., Grönberg, G., Nilsson, B., Mansson, O., Zopf, D. and Lundblad, A. : Structural and

- immunochemical analysis of three α -limit dextrin oligosaccharides, *Arch. Biochem. Biophys.*, 269, 678~689(1989).
14. Lee, V. W. and Willis, C : Activity of human and nonhuman amylases on different substrate used in enzymatic kinetic assay method - A pitfall in interlaboratory quality control, *Am. Soc. Clin. Path.*, 77, 290~296(1982).
 15. Loyter, A. and Schramm, M. : Multimolecular complex of α -amylase with glycogen limit dextrin, *J. Biol. Chem.*, 241, 2611~2617(1966).
 16. Gray, G. M., Lally, B. C. and Conklin, K. A. : Action of intestinal sucrase-isomaltase and its free monomers on a α -limit dextrin, *J. Biol. Chem.*, 254, 6038~6043(1979).
 17. Lee, E. Y. C. : The action of sweet potato β -amylase on glycogen and amylopectin : formation of a novel limit dextrin, *Arch. Biochem. Biophys.*, 146, 488~492(1971).
 18. 武居能樹 : 糖質の膜消化酵素, 臨床生理學シリーズ, 腸, 朝倉均, 馬場忠雄, 鈴木裕一編, 南江堂, p. 22~26 (1990).
 19. 星猛 : 糖質の消化吸收, 織田敏次, 岡博 編, 消化管機能と病態, 中外醫學社, p. 121~135(1981).
 20. Minamiura, N : Mammalian α -glucosidase in Handbook of amylases and related enzymes, ed. by The Amylase Research Society of Japan, p. 105~109, Pergamon Press (1988).
 21. 베타-호-ム協會, 精白米, 食品成分表, 베타-호-ム出版, p. 16~17(1994).
 22. 鳥山國士, 北鳴親, 濱口和夫, ビ-ルのはなし, 技報堂出版 (1994).

(1998년 1월 26일 접수)