

호모발효한 대두침출액으로부터의 대두올리고당 생산: 한외여과 및 역삼투 처리효과

구경형 · 박동준 · 목철균*

한국식품개발연구원, *경원대학교 식품가공학과

Soy-oligosaccharide Production from Yeast Fermented Bean Cooking Water: Effects of Ultrafiltration and Reverse Osmosis

Kyung-Hyung Ku, Dong-June Park, Chulkyoon Mok*

Korea Food Research Institute

*Department of Food Science and Technology, Kyungwon University

Abstract

Ultrafiltration and reverse osmosis were applied to produce soy-oligosaccharides from yeast fermented bean cooking water (BCW). The recovered total sugar by the ultrafiltration of bean cooking water on a cutoff molecular weight membrane of 20,000 and 5,000 was over 80%. The protein was removed up to 38% from the non-fermented BCW, 31% by *S. cerevisiae* KCTC 7039 and 21% by *H. anomala* KFRI 626. The recovery of oligosaccharides was above 70%, although fermented or non fermented bean cooking water was different on the recovery of oligosaccharides. The ultrafiltered BCW was concentrated by reverse osmosis with respect to the volume concentration ratio (VCR). Total solid, total sugar, ash and protein contents increased up to VCR of 3.5 and then levelled off, showing that the optimum VCR was 3.5.

Key words: soy-oligosaccharides, bean cooking water, ultrafiltration, reverse osmosis

서 론

대두올리고당은 대두의 주요한 당인 스타키오스, 라피노스, 수크로스를 말하며 특히, 3~4개의 당이 모여서 이루어진 스타키오스 및 라피노스를 말하는 것이다. 이러한 대두올리고당은 화학적 합성품이 아니라 대두 자체에 존재하는 당을 추출, 농축하여 제조하는데서 오는 안정성을 인정받아, 올리고당 중에서는 유일하게 FDA의 GRAS 승인을 받게 되었으며 소비가 급증하고 있는 품목으로 알려져 있다⁽¹⁾. 대두올리고당의 기능성에 관한 연구는 일본에서 많이 이루어져서 대두올리고당 및 비피더스균을 함유한 식품을 섭취한 사람의 장내균총에 미치는 영향을 조사한 연구가 다수 발표되었고^(2,3), 국내의 경우는 본 연구진에 의하여 최초로 시도되어 학술지에 보고^(4,5)된 것이 몇편 있을 뿐이다.

한편 한외여과와 역삼투압 방법은 막의 선택적 투과성을 이용하여 성분을 분리하기 때문에 가열이 필요치 않아 열에 의한 갈변이나 향기성분의 변화, 영양가의 손실 등이 없고 기화열도 발생되지 않으므로 가공비용이 절감되며, 조작이 간단하여 식품산업에 폭넓게 이용되고 있는 기술이다. 이 기법들의 적용범위를 보면 주스의 농축 및 청징화, 커피농축, 치즈웨이와 농축 및 단백질 회수, 대두단백의 정제, 대두웨이 처리, 천연색소의 농축, 폐당밀의 탈색, 카라멜용액의 청징화 등에 실용화 되어 있다⁽⁶⁾.

본 연구는 대두올리고당 성분중 상대적으로 스타키오스와 라피노스 함량을 높게 하기 위한 방안으로 호모처리한 대두침출액을 원료로 사용하여 단백질, 염, 색소 등을 효과적으로 제거하고, 올리고당을 효율적으로 분리, 회수하기 위한 공정으로 한외여과와 역삼투압 기법을 도입하여 각 처리조건에 따른 대두침출액의 성분변화를 조사함으로써 대두올리고당의 회수공정의 최적화를 목적으로 수행되었다.

Corresponding author: Kyung-Hyung Ku, Korea Research Institute, San 46-1 Baekhyun-dong, Boondang-gu, Seongnam 463-420, Korea

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용한 재료는 탈피한 반할두를 (주)정식품에서 제공받아, 구⁽⁹⁾와 동일한 방법으로 두유생산 공정의 대두 침지조건으로 제조한 대두침출액과 *S. cerevisiae* KCTC 7063 및 *H. anomala* KFRI 626으로 처리한 대두침출액 2종류를 제조하여 시료로 사용하였다.

한외여과

대두침출액의 한외여과는 효모처리하지 않은 대두침출액(bean cooking water, BCW)과 효모처리한 대두침출액을 한외여과기(Satorius-Mini SM 17521, Satorius GmbH, Germany)에서 차단분자량(cutoff molecular weight, COMW) 20,000인 cellulose triacetate막으로 여과하여 투과액(permeate)을 회수하였고, 이를 다시 COMW 5,000인 막으로 2차 여과하였다. 이때 사용한 한외여과기는 dead-end type으로 flow rate가 감소할 때마다 압력을 제거하여 막의 fouling 현상을 제거한 후 앞서 수행된 연구⁽⁶⁾을 통하여 결정된 용적농축비(volume concentration ratio; VCR) 10.0까지 여과하였다. 또 한외여과시 inlet 및 outlet의 압력은 각각 2 bar와 0.5 bar 이내를 유지하였다.

역삼투

대두침출액의 농축은 용적농축비 10.0으로 1차 및 2차 한외여과(COMW 20,000과 5,000)를 한 투과액을 취하여 RO system (De Danske Sukkerfabrikker, Denmark)으로 용적 농축비(volume concentration ratio; VCR) 1.2, 1.4, 1.8, 2.5, 3.5, 7.0으로 농축하였다(Fig. 1). 이때 사용한 mebrance type은 NaCl rejection rate 90%, water flux 60 l/m²×h인 cellulose acetate (CA 992PP)이었고, 공정압력은 40 bar를 넘지 않게 하였으며, 공정 온도는 25°C였다. 용적농축비의 산출식은 VCR=초기부피/잔액부피로 정의하였고, 역삼투 처리시 VCR별 보유액(retentate)으로 회수되는 성분별 회수율은 아래식에 의거하여 계산하였다.

$$\text{Recovery (\%)} = \left(1 - \frac{C_{pi} \times V_p}{C_{bcwi} \times V_{bcw}} \right) \times 100$$

C_{bcwi}=대두침출액(BCW)의 i 성분 농도
V_p=투과액 부피, C_{pi}=투과액의 i 성분농도

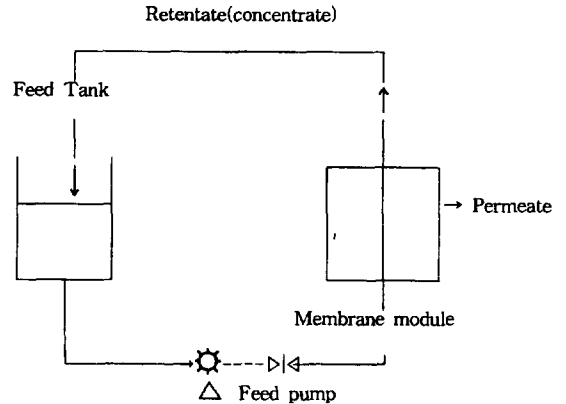


Fig. 1. A schematic diagram of batch UF and RO system.

V_{bcw}=초기 부피

이화학적 특성

고형분 함량은 105°C 건조법, 회분은 550°C 회화법, 단백질은 micro-Kjeldahl법⁽¹⁰⁾로 측정하였고, 총당은 sulfuric-phenol법⁽¹¹⁾으로 분석하였다. 중금속은 회화시킨 일정량의 시료를 0.5 N 질산에 녹인 후 Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophotometer (Jobin Yvon JY 38 Plus, ISA Instruments S. A., Longjumeau, France)를 사용하여 분석하였다.

올리고당 분석

한외여과와 역삼투법으로 처리한 투과액(permeate)과 보유액(retentate)의 올리고당 함량은 HPLC로 다음과 같이 분석하였다. 각 조건에 따라 회수된 시료의 전처리하는 시료 5 mL을 취한 뒤 10% lead acetate용액을 1 mL 첨가하고 원심분리기(Sorvall RC-5B, Dupont Instrument, SS-34 rotor)로 12,000×g에서 10분간 원심분리한 다음, 상등액을 취해 10% oxalic acid 1 mL을 첨가한 후 다시 같은 조건에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취하였다. 이 상등액을 membrane filter (pore size 0.2 μm, Gelman)로 여과한 것을 시료로 하여 Carbohydrate analysis column (3.9×300 mm, Waters)을 사용하여 분석하였다. 이때 guard pak은 μ-bondapak insert C₁₈을 사용하였으며, 25 μL injector가 부착된 waters 410 HPLC pump에 시료 20 μL를 주입하여 1.2 mL/min로 이동시켰고, 이동상은 탈기한 75% acetonitrile (Fisher, Co.)이었다. 수크로스, 라피노스 및 스타키오스의 함량은 HPLC로 분석한 면적비를 표준검량 곡선에 적용하여 산출하였다.

결과 및 고찰

일반성분 및 올리고당

대두침출액을 효모처리하지 않은 대조구(control)와 선정된 2균주(*S. cerevisiae* KCTC 7063, *H. anomala* KFRI 626)로 25°C에서 30시간 발효한 효모처리구로 나누어 한외여과기를 이용하여 cutoff MW 20,000(I)으로 여과한 후 투과액(permeate)을 다시 cutoff MW 5,000(II)으로 여과하여 회수한 각각의 단계별 투과액과 보유액의 일반성분을 조사하였다. 효모처리를 하지 않은 대조구의 경우(Table 1) 적정농축비율 10.0으로 한외여과를 시켜 회수한 I 및 II 보유액 분획의 고형분과 총당 함량은 초기 BCW보다 높게 나타났으며, 각 투과액 분획들의 고형분 함량과 총당 함량은 초기 시료와 비슷한 값을 나타내었다. 회분은 한외여과 여부와 관계없이 원료인 BCW와 거의 같은 값이었으나, 단백질의 경우는 한외여과(cutoff MW 20,000)처리에 의해 초기 원료의 0.24 %에서 0.15 %로 감소하여 약 38 %의 제거효과를 보였다. *S. cerevisiae*로 처리한 후 한외여과한 결과, 고형분, 총당 및 회분의 경우 한외여과하지 않은 *S. cerevisiae* 처리구와 그 함량에 있어서 거의 차이가 없었고, 단백질 함량은 한외여과에 의해 약 31 %의 단백질이 제거되었다. 또 *H. anomala* 처리구의 고형분과 총당은 대조구와 *S. cerevisiae* 처리구에 비하여 한외여과 후 회수된 보유액의 함량이 높은 반면 투과액의 경우 효모처리하지 않은 대조구와 *S. cerevisiae* 처리구에 비하여 약 15%~20% 정도가 감소되어 회수되었고, 회분은 한외여과 하지 않은 *H. anomala* 처리구와

동일하였고, 단백질은 약 21%가 제거되었다.

Table 2는 각 단계별 한외여과 처리한 대조구 및 효모처리구의 올리고당 변화를 조사한 결과 전반적으로 보유액이 투과액보다 전반적으로 약간 높은 함량을 보였고, 한외여과한 투과액의 경우 스타키오스와 라피노스를 기준으로 대조구에서는 90% 이상이 회수되었으며, *S. cerevisiae* 처리구는 100%, *H. anomala* 처리구는 약 75%가 회수되었다. 이때 보유액이 투과액보다 높은 올리고당 함량을 보인 것은 한외여과의 목적인 제단백, 제당계수 및 대두올리고당의 회수율을 기준으로 적정 농축비 10.0으로 결정한 보고⁶⁾에서 투과액의 경우는 한외여과전 당의 95% 이상이 회수되었고, 잔액의 경우는 용적농축비 5.0 이상에서는 원액보다 높은 당함량을 보였다. 이는 분자량이 비교적 큰 단백질이 한외여과에 의하여 보유액으로 회수될 때 단백질과 단단하게 결합되어 있는 당도 같이 보유액으로 일부 회수되어 올리고당 정량시 분석되어진 것이라고 여겨진다.

역삼투

용적농축비율(volume concentration ratio; VCR) 10.0으로 1차(cutoff MW 20,000) 및 2차 한외여과(cutoff MW 5,000)를 한 투과액을 취하여 역삼투공정을 사용하여 용적농축비에 따라(1.2, 1.4, 1.8, 2.5, 3.5, 7.0) 농축한 시료의 일반성분 및 올리고당 함량을 조사하였다.

보유액으로 회수되는 대조구의 경우(Fig. 2) 용적농축비율 3.5까지는 VCR이 증가함에 따라 고형분, 총당, 회분 및 단백질 함량 직선적으로 증가하여 농축효과가 양호하였으나, 농축비율 3.5 이상에서는 그 함량

Table 1. Effects of ultrafiltration on proximate composition of fermented bean cooking water by yeast strains

Strain	COMW	Fraction	^o Bx	Soluble solids (%)	Total sugar (%)	Ash (%)	Protein (%)
Control	-	-	2.2	2.08	0.90	0.24	0.24
	20,000	R ¹⁾	3.6	3.38	2.09	0.30	1.17
	20,000	P ²⁾	2.2	2.04	0.90	0.28	0.15
	5,000	R	2.5	2.22	1.96	0.31	0.20
	5,000	P	2.1	2.01	0.93	0.29	0.15
<i>S. cerevisiae</i>	-	-	1.7	1.67	0.70	0.31	0.16
	20,000	R	2.3	2.31	1.03	0.34	0.43
	20,000	P	1.8	1.74	0.71	0.31	0.12
	5,000	R	2.3	2.27	1.02	0.39	0.25
	5,000	P	1.8	1.71	0.69	0.34	0.11
<i>H. anomala</i>	-	-	1.8	1.69	0.72	0.27	0.14
	20,000	R	3.6	3.55	3.03	0.30	0.28
	20,000	P	1.6	1.44	0.56	0.28	0.10
	5,000	R	1.8	1.80	1.56	0.33	0.14
	5,000	P	1.5	1.32	0.53	0.27	0.11

¹⁾R: retentate, ²⁾P: permeate.

Table 2. Effects of ultrafiltration on oligosaccharide contents of bean cooking water by yeast strains

Strain	COMW	Fraction	Sucrose (%)	Raffinose (%)	Stachyose (%)
Control	-	-	0.90	0.16	0.89
	20,000	R ¹⁾	1.28	0.15	1.06
	20,000	P ²⁾	1.14	0.13	0.86
	5,000	R	1.16	0.14	1.09
	5,000	P	1.33	0.12	0.81
<i>S. cerevisiae</i>	-	-	0.00	0.02	0.84
	20,000	R	0.00	0.07	0.66
	20,000	P	0.00	0.02	0.75
	5,000	R	0.09	0.01	1.40
	5,000	P	0.00	0.02	1.04
<i>H. anomala</i>	-	-	0.00	0.00	0.76
	20,000	R	0.00	0.02	1.96
	20,000	P	0.00	0.00	0.71
	5,000	R	0.09	0.00	1.10
	5,000	P	0.00	0.00	0.55

¹⁾R: retentate, ²⁾P: permeate.

이 증가가 감소되어 농축효율이 떨어졌다. Fig. 3과 Fig. 4는 각각 *S. cerevisiae* KCTC 7039와 *H. anomala* KFRI 626으로 처리한 대두침출액을 2단계로 한외여과 후 역삼투공정으로 처리한 시료의 용적농축비율에 따른 일반성분의 변화를 나타낸 것으로, 용적농축비율이 증가함에 따라 대조구와 동일한 경향을 보였다. 즉 용적농축비율 3.5이하에서는 총당, 회분, 단백질 및 고형분의 농축효과가 큰 폭으로 증가하였으나, 3.5이상에서는 농축효과가 크지 않았다.

Table 3은 VCR에 따른 증금속 함량을 측정된 결과로 증금속에 따라 차이는 있었으나 용적농축비율이 증가함에 따라 각 증금속의 성분도 약간 증가하는 경

향이였다.

한편 올리고당 함량은 일반성분과 마찬가지로 대조구(Fig. 5)의 경우 용적농축비율 3.5까지 수크로스 및 스타키오스는 급격히 증가하다가 3.5이상에서는 완만하게 증가되었다. 올리고당 전체함량을 합하여 농축된 정도를 보면 VCR 1.2에서는 1.4배, VCR 1.4에서는 1.6배, VCR 1.8에서는 1.8배, VCR 2.3에서는 2.3배, VCR 3.5에서는 4.1배, VCR 7.0에서는 4.4배를 나타내었다. 즉 VCR 2.3까지는 용적농축비율과 마찬가지로 올리고당의 농축정도가 같은 속도로 증가하다가 VCR 3.5에서는 용적농축비율보다도 높은 농축정도를

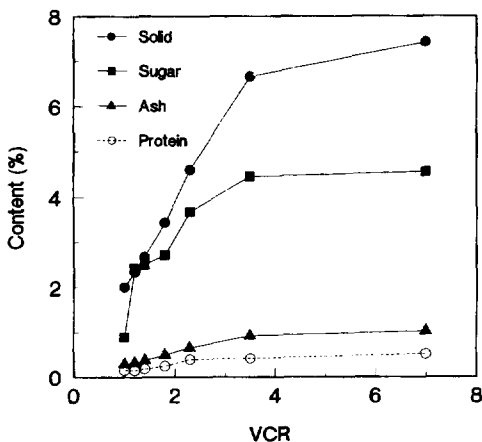


Fig. 2. Changes in proximate composition of retentate with respect to VCR of reverse osmosis (control).

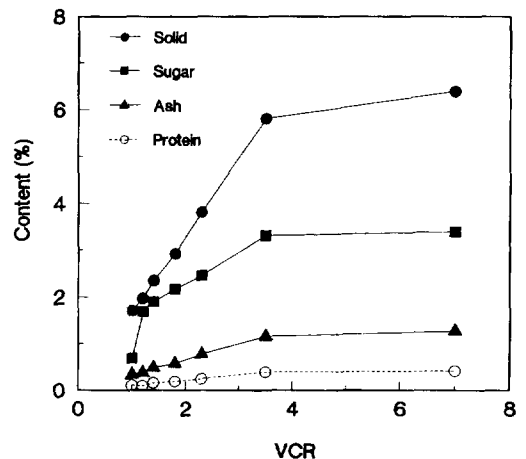


Fig. 3. Changes in proximate composition of *S. cerevisiae* treated retentate with respect to VCR of reverse osmosis.

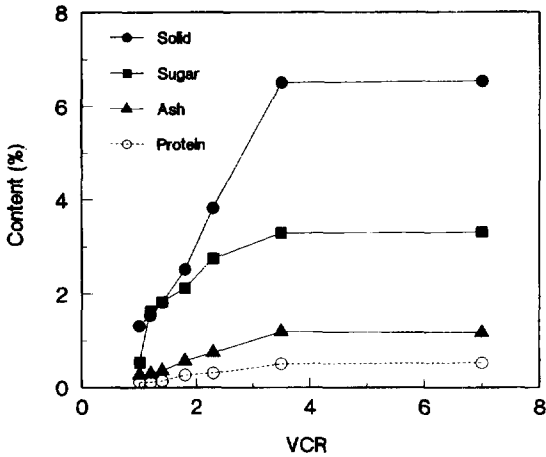


Fig. 4. Changes in proximate composition of *H. anomala* treated retentate with respect to VCR of reverse osmosis.

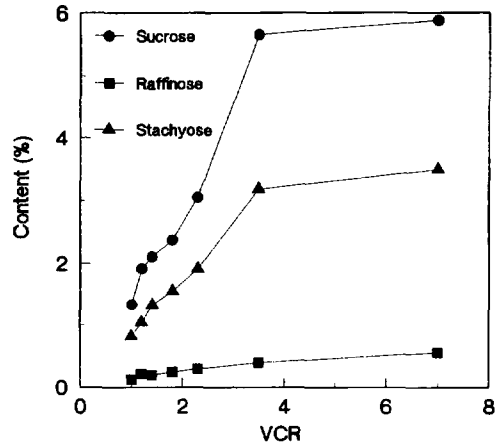


Fig. 5. Changes in oligosaccharide contents of retentate with respect to VCR of reverse osmosis (control).

나타내었고, VCR 7.0에서는 농축정도가 크게 증가하지 않았다. Fig. 6과 7은 대두침출액을 효모처리하여 분석한 결과로 대조구와 마찬가지로 용적농축비 3.5까지는 급격히 증가하다가 3.5이상에서는 완만하게 증가되었다. 그러나 용적농축비 3.5이상의 경우 총당 함량(Fig. 2~4)은 거의 증가하지 않았으나, 올리고당의

경우는 서서히 증가하는 경향을 보였는데, 이는 목 등⁽⁶⁾의 총당 및 올리고당 함량 분석 결과 각각 0.88%와 1.28%로 분석방법의 차이에 의하여 약 30%내외의 오차가 있었다고 보고된 결과를 미루어 보아 분석방법의 차이에 의하여 대략적인 총당 분석을 위한 sulfuric-phenol법⁽¹¹⁾에 의해서는 거의 증가 추세를 보이지 않지만, HPLC에 의한 올리고당 분석의 경우에는 함량이 소량이라도 수치화되어 증가 추세를 보이는 것으로 여겨진다.

Table 3. Changes in heavy metal contents of RO-retentate with respect to volume concentration ratio

		(unit; ppm)			
Strain	VCR ¹⁾	Ni	Cu	Mn	Pb
Control	-	0.46	0.24	0.17	0.64
	1.2	0.54	0.32	0.18	0.63
	1.4	0.68	0.32	0.21	0.49
	1.8	0.83	0.35	0.25	0.58
	2.5	1.06	0.51	0.31	1.46
	3.5	1.48	0.66	0.42	1.30
	7.0	1.66	0.73	0.51	0.68
<i>S. cerevisiae</i>	-	0.58	0.33	0.07	0.68
	1.2	0.28	0.37	0.17	0.62
	1.4	0.27	0.32	0.20	0.80
	1.8	0.23	0.46	0.25	0.75
	2.5	0.28	0.57	0.26	0.75
	3.5	0.28	0.57	0.32	0.70
	7.0	0.28	0.85	0.48	1.03
<i>H. anomala</i>	-	0.42	0.46	0.15	0.05
	1.2	0.52	0.46	0.12	0.44
	1.4	0.61	0.48	0.13	1.05
	1.8	1.00	0.62	0.13	1.30
	2.5	1.33	0.70	0.14	1.48
	3.5	1.20	1.04	0.14	1.47
	7.0	3.35	1.07	0.16	0.73

¹⁾volume concentration ratio.

Table 4는 역삼투 공정시 보유액으로 회수되는 액을 VCR별로 회수되는 성분을 조사한 결과이다. VCR이 증가함에 따라 보유액으로 회수되는 총당과 고형분

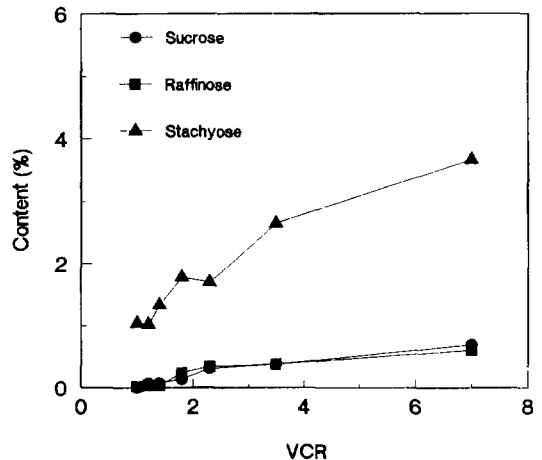


Fig. 6. Changes in oligosaccharide contents of *S. cerevisiae* treated retentate with respect to VCR of reverse osmosis.

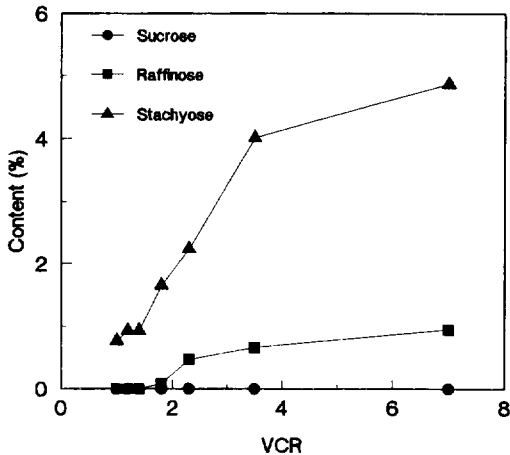


Fig. 7. Changes in oligosaccharide contents of *H. anomala* treated retentate with respect to VCR of reverse osmosis.

함량의 경우 시료에 따라 차이는 있어서 총당은 원액의 4~10%, 고형분 함량은 2% 내외가 투과액으로 손실되어 보유액으로 총당은 90%, 전체 고형분 함량의 98%가 회수되었다. 또 올리고당의 경우는 투과액으로 전혀 손실되지 않고 보유액으로 회수되어 농축되었음을 알 수 있었다.

삼투압 처리의 목적인 시료의 농축면에서 보면 용적농축비율 3.5이상에서는 각 성분의 농축효과가 감

소되었으나, 올리고당의 농축 측면에서 대조구는 용적농축비율 3.5이상에서는 농축효과가 크지 않은 반면, 효모처리구의 경우는 용적농축비율이 증가함에 따라 농축이 계속되었다. 그러나 전체적으로 농축시 투과액으로 손실되는 고형분 함량의 경우 농축비율의 증가에 따라 손실률이 용적농축비 3.5까지는 서서히 증가하였으나, 그 이상에서는 1.28~2.60%로 손실률이 용적 농축비 3.5의 0.71~0.87%의 2배 이상이었다. 이상의 결과에서 농축시 요구되는 에너지 양과 농축시 투과액으로 손실되는 양을 고려하여 적정 용적 농축비는 3.5라고 여겨진다.

요 약

대두침출액(bean cooking water, BCW)을 효모처리하지 않은 대조구와 선발된 효모(*S. cerevisiae* KCTC 7039, *H. anomala* KFRI 626)로 발효시킨 효모처리구로 나누어 비교한 결과 한외여과 후 보유액(retentate)은 원료로 사용한 각각의 BCW보다 높은 함량을 보였으며, 여과 후 회수된 투과액(permeate)은 고형분은 약간 감소되었으나, 총당 함량의 80~100%가 회수되었다. 회분함량은 한외여과 처리와 관계없이 원료인 BCW와 거의 같은 수준이었으나, 단백질의 경우는 한외여과(cutoff MW 20,000)처리에 의해 대조구는 원료의 약 38%, *S. cerevisiae* KCTC 7039처리구는 31%,

Table 4. Recovery of bean cooking water component as permeate during reverse osmosis at different volume concentration ratios

Strain	VCR ¹⁾	Recovery (%)				
		Soluble solids (%)	Total sugar (%)	Ash (%)	Protein (%)	Oligosaccharides (%)
Control	1.2	99.90	98.92	>99.0	>99.0	>99.0
	1.4	99.92	97.54	>99.0	>99.0	>99.0
	1.8	99.43	96.31	>99.0	>99.0	>99.0
	2.5	99.36	95.08	>99.0	>99.0	>99.0
	3.5	99.28	93.09	>99.0	>99.0	>99.0
	7.0	98.72	91.70	>99.0	>99.0	>99.0
<i>S. cerevisiae</i>	1.2	99.83	98.55	>99.0	>99.0	>99.0
	1.4	99.67	97.10	>99.0	>99.0	>99.0
	1.8	99.35	95.03	>99.0	>99.0	>99.0
	2.5	99.25	93.37	>99.0	>99.0	>99.0
	3.5	99.16	91.70	>99.0	>99.0	>99.0
	7.0	97.49	87.60	>99.0	>99.0	>99.0
<i>H. anomala</i>	1.2	99.89	100.0	>99.0	>99.0	>99.0
	1.4	99.78	99.46	>99.0	>99.0	>99.0
	1.8	99.35	99.19	>99.0	>99.0	>99.0
	2.5	99.46	98.90	>99.0	>99.0	>99.0
	3.5	99.13	97.30	>99.0	>99.0	>99.0
	7.0	97.40	96.77	>99.0	>99.0	>99.0

¹⁾volume concentration ratio.

H. anomala KFRI 626처리구는 약 21%의 제거효과를 보였다. 따라서 2단계의 한외여과 처리를 적용할 경우, 대두 침출액에 존재하는 단백질의 20~40%를 제거할 수 있었으며 총당 및 스타키오스를 포함한 올리고당의 회수율을 높일 수 있었다. 대두침출액에 역삼투공정을 적용하여 용적농축비율(VCR, volume concentration ratio)별로 농축한 결과 고형분 및 회분 단백질은 용적농축비율 3.5까지 급격히 증가하다가 완만하게 증가하였고, 최적 용적 농축비는 농축시 요구되는 에너지 양과 투과액으로 손실되는 양을 고려하여 3.5라 여겨진다.

감사의 글

본 연구는 1993~1994년도 과학기술처 선도기술개발 사업으로 수행된 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 박관화 : 탄수화물 신소재의 개발, 식품과학과 산업, **25**, 73 (1992)

2. 井井輝久 : 大豆 オリゴ糖の開発と今後の展望, *New Food Industry*, **32**, 5 (1990)
3. 河口博 : 大豆オリゴの食品への利用, *New Food Industry*, **31**, 33 (1989)
4. 福山忠男 : 機能性食品の開発と實際, *食品과 科學*, **1**, 93 (1990)
5. 心龍 泥登志雄 : オリゴ糖の新しい機能性, *食品の開發*, **28**, 21 (1994)
6. 목철균, 구경형, 박동준, 김남수, 손현수 : 대두올리고당 생산을 위한 대두침출액의 한외여과, *한국식품과학회지*, **27**, 181 (1995)
7. 구경형, 박동준, 목철균 : 대두올리고당 생산을 위한 한외여과 대두침출액의 이온교환, *한국식품과학회지*, **27**, 313 (1995)
8. 新しい食品加工技術と装置, 株式會社産業調査會辭典出版センタ, p.143 (1991)
9. 구경형, 박동준, 목철균 : 대두올리고당 구성성분에 효모치리가 미치는 영향, *한국식품과학회지*, **29**, 133 (1997)
10. AOAC: *Official Methods of Analysis of the AOAC*, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C., U.S.A. p.91, 249, 252 (1984)
11. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F.: Determination of total sugar using phenol-sulphuric acid method. *Anal. Chem.*, **28**, 350 (1956)

(1996년 8월 16일 접수)