

고농도 소맥 글루텐의 효소적 가수분해와 약산에 의한 전처리 효과

홍영식 · 이철호 · 이기영*†

고려대학교 생명공학원 식품가공핵심기술장려센터

*호서대학교 식품영양가공학부

Effect of Weak Acid Pretreatment on the Enzymic Hydrolysis against Wheat Gluten of High Concentration

Young-Shick Hong, Cherl-Ho Lee and Ki-Young Lee*†

Center for Advanced Food Science and Technology(CAFST)

Graduate School of Biotechnology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

*Dept. of Food Technology and Nutrition, Hoseo University, Asan 336-795, Korea

Abstract

To determine the optimum conditions for the enzymic hydrolysis against wheat gluten of high concentrations (6~14%, w/w, protein), a hydrolysis system combining weak acid pretreatment and enzymic hydrolysis was investigated. Alcalase showed the highest DH(degree of hydrolysis) of the tested proteases. After hydrolysis by alcalase, subsequently peptidases were applied for the better DH of the wheat gluten hydrolyzate. Peptidase-NP2 showed the highest DH of the tested peptidases, but flavourzyme was shown for the lowest bitter taste of the resulting hydrolyzate. In order to minimize aggregation or gelling at higher initial substrate concentration during heat treatment, wheat gluten suspension was pretreated with possibly low concentrations of hydrochloric acid at 105°C for 1 hour, and then enzymatically hydrolysed with alcalase and subsequently with flavourzyme. Each required minimum concentration of hydrochloric acid in the wheat gluten suspension of 6, 8, 10, 12, and 14%(w/w, protein) was 0.10, 0.15, 0.20, 0.225, and 0.275N, respectively. After the subsequent enzymic treatment by alcalase and peptidase-NP2 for 24 hrs, the nitrogen solubility in the final wheat gluten hydrolysates was increased to 94.9, 86.4, 85.3, 89.3 and 95.0%, and their α -amino nitrogen content was increased to 2.87, 5.68, 7.34, 9.71 and 12.50mg/m, respectively.

Key words: wheat gluten, enzymic hydrolysis, weak acid pretreatment

서론

단백질의 가수분해는 수용성 증가, 향미성분 생성, 거품, 형성능 및 유화능의 증가를 위해 실시될 뿐만 아니라, 필요한 경우 원치 않는 성분들의 상호 결합을 저해시키고, 탈취, 탈색 그리고 유해한 성분이나 영양저해 성분들의 제거를 위하여도 이용된다. 뿐만 아니라 근래에는 단백질의 가수분해로 생성된 peptide들이 혈압강하, 혈중콜레스테롤 강하, 혈소판 응집저해 및 칼슘의 체내흡수증진 등, 인체에 이로운 생리활성 등을 나타내어 이들 펩타이드를 산업적으로 이용하기 위한 대량생산이 시도되고 있다(1). 일반적으로 단백질의 가수분해는 산이나 알칼리, 또는 효소적 처리방법에 의해 수행

될 수 있지만, 각각의 방법마다 다수의 장단점을 가지고 있다(2). 단백질의 기능성을 증진시키기 위해 화학적 방법인 산이나 알칼리에 의한 가수분해가 널리 사용되고 있지만, 반응 생성물에서 이미, 이취가 발생되거나, 필수 아미노산의 손실에 의한 영양가의 감소, 또는 비단백 물질과의 반응이나 lysinoalanine과 같은 독성 물질의 형성 등을 초래하여 단백질의 효율적이고도 폭넓은 이용을 제한하고 있고(3,4), acylation처리(5), phosphorylation처리(6,7)의 경우에는 안정성 문제가 제기되고 있다. 또한 고농도의 산에 의해 단백질을 가수분해시킬 때엔 원료 단백질에 포함되어 있는 소량의 지방질이 염산과 반응하여 인체에 독성을 가진 것으로 생각되고 있는 MCPD(3-chloro-1,2-propanediol)와 DCP

†To whom all correspondence should be addressed

(1,3-dichloro-2-propanal)를 생성하게 된다(5-14). 특히 소맥 글루텐에 함유되어 있는 5.0~9.5%의 지방은 monoglycerides, diglycerides, triglycerides, phospholipids 그리고 glycolipids의 혼합물로서 높은 농도의 염산과 고온 장시간의 산 분해 과정에서 MCPD(monochloropropanediol)를 생성하게 된다. Hamm(15)은 이러한 MCPD와 DCP의 생성을 방지하기 위하여 활성 소맥 글루텐과 분리 대두 단백질을 낮은 농도의 산으로 처리한 후 부분적인 효소적 가수분해를 실시하여 MCPD와 DCP를 생성하지 않는 반응 조건을 제안하였다.

최근에 선호되고 있는 단백질의 효소적 가수분해는 고농도의 반응이 어렵고 완전한 가수분해가 이루어지지 않는 단점을 동시에 가지고 있어 단백질 수율이 낮고 반응 도중 주변 미생물에 의한 오염(15)으로 인해 산업적인 적용이 어려운 실정이다. 산업화시키기 위한 경제성을 고려할 때 일반적으로 선호되고 있는 용해도는 최소한 60% 이상이 되어야 하고 약 90% 이상으로 용해도를 향상시키기 위한 노력이 시도되고 있다(15).

이와 같이 종전의 산 분해에 의한 HVP(hydrolysed vegetable protein) 생산은 안전성 문제 때문에 효소적 가수분해가 시도되고 있으나, 아직 가수분해 공정에서의 단백질 농도와 수율이 낮은 형편이다. 따라서 단백질을 가수분해할 때 독성을 갖는 것으로 생각되는 성분들의 생성을 방지하고, 고농도 시스템에서 고수율의 가수분해를 가능하게 하기 위한 방안으로 단백질을 약산에 의해 전처리하여 수용성을 증가시킨 뒤 계속하여 효소적으로 가수분해시키는 방법이 고려될 수 있다.

본 연구에서는 고농도(6~14%, w/w, protein) 소맥 글루텐 수용액의 초기 가열시에 초래되는 응고 및 뭉침 현상(aggregation)을 방지하고 가수분해 생성물의 수용성을 향상시키기 위하여 유해물질로 생각되는 MCPD나 DCP 등이 생성되지 않는 조건의 최소 농도 염산으로 전처리시킨 뒤 효소적 가수분해를 실시하여 고수율의 가수분해물을 얻어 생산성을 향상시키고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서는 소맥 글루텐(wheat gluten, Argana Co., Belgium, 조단백함량 75.5%)과 분리대두단백질(soy protein isolate, Purina, USA, 조단백함량 92.5%)을 단백질 가수분해물의 원료 기질로 사용하였고, 6~14%(w/w, protein) 수용액을 제조하였다.

단백질의 가수분해에 사용된 효소 중 단백질 분해 효소인 alcalase(serine protease *Bacillus licheniformis*)와

neutrase(metalloprotease from *Bacillus amyloliquefacience*), 그리고 펩타이드 분해 효소인 flavourzyme (fungal peptidase complex from *Aspergillus oryzae*), Promode 194(peptidase from a strain of *Aspergillus sp.*), 그리고 peptidase NP-2(peptidase from a strain of *Aspergillus sp.*)는 Novo사(Denmark)에서 구입하였고, Trypsin(Crude Type, serine protease from porcine pancreas)은 Sigma사에서 구입하였다.

가수분해도(degree of hydrolysis)의 결정과 평균 펩타이드 길이

단백질 가수분해물의 가수분해도(degree of hydrolysis, DH, %)는 pH-stat method(17)를 이용하여 분석하여 아래의 식에 따라 계산하였다.

$$DH(\%) = B \times N_b \times 1/\alpha \times 1/MP \times 1/h_{tot} \times 100$$

B: 소모된 염기량(mi)

N_b: 염기의 노르말 농도

α: α-아미노기의 평균 해리도

MP: 단백질 질량(g)

h_{tot}: 단백질 기질에서의 총 펩타이드수(meqv/g)

아미노기의 pK_a값은 pH 6~9 범위이며 카르복실기는 완전히 해리된 상태로 존재하고 아미노기는 부분적으로 해리한다. 이 범위에서 가수분해시 유리되는 아미노기와 카르복실기에 의해 pH가 감소한다. 일정 pH를 유지하기 위해 염기로 적정하게 되면 이때 소모된 염기량이 가수분해 중에 분해되는 펩타이드결합의 수와 비례하므로 이를 이용하면 가수분해도를 결정할 수 있다.

펩타이드 길이(peptide chain length; PCL)는 펩타이드 내 아미노산 잔기의 평균수로서 주어진 가수분해물의 펩타이드들의 평균분자크기를 표현하는 지표이며 매우 넓은 분포로서 분자량 예측을 할 수 있으며 가수분해된 펩타이드 결합과 총 펩타이드 결합의 비로 정의된 가수분해도에서 다음의 대략식에서 유도해 낼 수 있다.

$$PCL = \frac{1}{DH(\%)} \times 100(\%)$$

수용성 용해도 지수 측정

단백질 가수분해물의 수용성 정도를 나타내는 수용성 질소 지수(nitrogen solubility index, NSI, %)는 가수분해시킨 시료를 3,000rpm에서 20분간 원심분리시켜 불용성 질소성분들을 제거시킨 뒤 남은 상등액의 질소 함량을 측정하여 원시료 용액 중의 질소 함량으로 나눈

값을 백분율로 나타내었다. 이때 각 시료의 질소 함량은 micro-kjeldahl법(18)으로 측정하였다.

$$\text{NSI}(\%) = \frac{\text{상등액 중의 질소 함량}}{\text{단백질 용액의 총질소 함량}} \times 100$$

아미노태 질소

가수분해 정도를 비교하기 위하여 유리되어 나온 아미노태 질소(α -amino nitrogen, AN, mg/ml) 함량을 formal적정법(19)으로 측정하였다. 일정량의 시료에 0.1% phenolphthalein 지시약을 첨가하여 0.01N NaOH로 적정하였으며, 가수분해물을 원심분리시킨 뒤 상등액을 취하여 1ml 중의 mg 함량으로 나타내었다.

단백분해효소(protease) 종류에 따른 소맥 글루텐의 가수분해도

소맥 글루텐을 6%(w/w, protein) 분산액으로 제조한 후에 protease로 가수분해하였다. 50°C에서 3시간 동안(pH 7.0)의 가수분해를 진행하였다. 효소 첨가량은 20AU/kg protein으로써 기질에 대한 효소의 양이 약 0.05%에 해당한다.

Protease 처리 후 연속적 peptidase에 의한 소맥글루텐의 가수분해도

각 종류의 효소에 대한 적정 반응 조건이 비슷하므로 pH 7, 50°C를 기준으로 3시간 반응을 진행하였다. 이때 먼저 단백질분해 효소(protease)인 alcalase를 처리하고 1시간 후 펩타이드분해 효소(peptidase)들을 각각 첨가하여 2시간 동안 반응시켰다. 각 효소의 사용량은 20AU/kg으로 기질의 농도에 대한 효소 역가를 일정하게 하였다. 가수분해가 끝난 후 100°C에서 10분간 가열 처리하여 효소를 불활성화시켰다.

고농도 소맥 글루텐의 약산 처리 및 중화

소맥 글루텐 분산액의 가열 후 젤화를 방지하여 안정성을 향상시키기 위하여 0.05~0.275N HCl 농도가 되도록 염산을 가하고 95°C에서 1시간 동안 처리하였다. 6~14%(w/w, protein) 단백질 분산액을 제조하여 사구 플라스크(four necked round bottom flask, Iwaki Glass, Japan)를 heating mantle(Model E104, Misung Scientific Co., Ltd, Korea)에 장치하였으며, 온도 조절계(temperature controller, Model TS 200P, Misung Scientific Co., Korea)를 사용하여 95°C로 일정하게 유지시킨 후 교반하면서, 각각의 염산(0.05N~0.275N) 농

도가 되도록 염산을 첨가한 후 1시간 동안 반응시켰다. 염산 처리 후 ice bath에서 신속하게 50°C로 냉각시키고(15), Na₂CO₃를 사용하여 가수분해 전과 동일하도록 pH 5.7로 중화시킨 후 열응고 생성 여부로 가열 안정성을 관찰하였다.

고농도 소맥 글루텐의 염산 처리 후의 효소적 가수분해

비교적 온화한 조건에서 염산 처리된 글루텐을 장시간(24시간)의 효소적 가수분해에 사용하기 위하여 1L 용 플라스크에 분주하여 105°C에서 15분간 가열 살균하였다. 이것을 50°C로 냉각시킨 후 shaking incubator(Model 8480R, Vision Scientific Co., Ltd, Korea)에서 50°C, 그리고 RPM은 140을 유지하면서 가수분해를 실시하였다. 먼저 alcalase를 가하여 3시간 동안 반응시키고 이어서 flavourzyme을 가하여 동일 조건에서 21시간 동안 계속 반응시켰다.

관능검사

가수분해물의 관능검사는 소맥 글루텐과 분리 대두 단백질의 24시간 가수분해과정에서 각 가수분해시간에 따른 쓴맛 정도를 대학원생 8명의 관능검사 요원에 의해 실시하였다.

관능검사 결과는 각 시료를 제시한 후 쓰지 않다(0점)에서 아주 쓰다(10점)까지 점수를 나타내게 하였으며, 분산 분석과 던칸 다중범위분석(Duncan's multiple range test)으로 95%의 유의 수준에서 분석하였다.

결과 및 고찰

효소분해법

단백질 가수분해 효소(protease) 종류에 따른 단백질의 가수분해도 변화

6%(w/w) 소맥글루텐을 50°C에서 효소적으로 가수분해할 때 사용된 각각의 단백질 가수분해 효소(protease)의 종류에 따른 가수분해물의 가수분해도(degree of hydrolysis, DH, %)를 반응시간의 경과에 따라 Fig. 1에 나타냈다. 소맥 글루텐 가수분해물의 가수분해도는 반응이 진행되면서 전기간에 걸쳐 alcalase를 이용한 시료에서 가장 크게 나타났고 다음이 trypsin 그리고 neutrase 순서로 나타났으며 3시간 가수분해시킨 결과 각각 9.3%, 7.4% 그리고 6.0%의 가수분해도(DH)를 나타냈다. 이 결과로부터 계산된 단백질 가수분해물의 평균 펩타이드 길이(PCL)는 alcalase, neutrase 및 tryp-

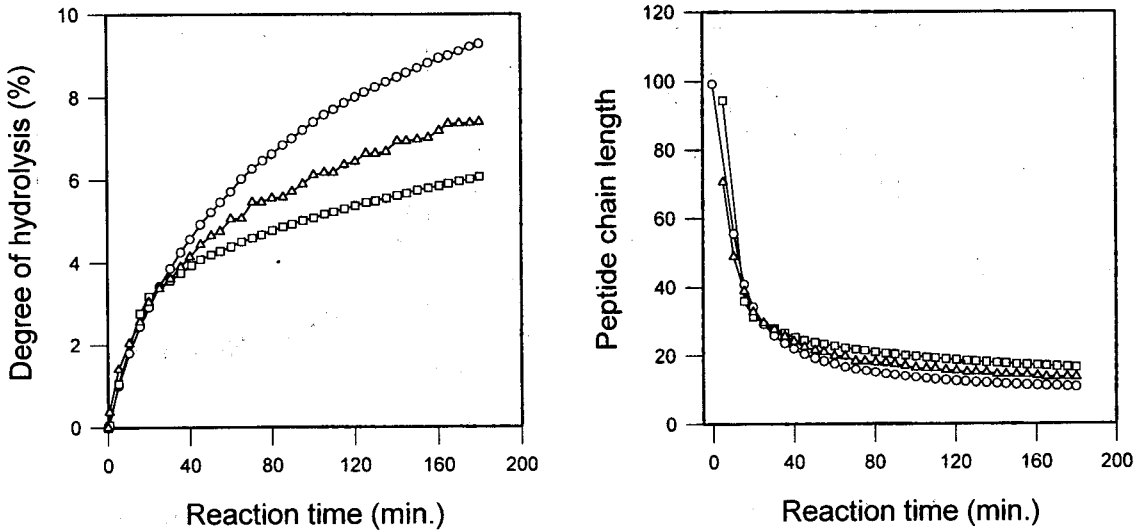


Fig. 1. Changes of degree of hydrolysis and peptide chain length of wheat gluten hydrolysate with various enzymes. —○— Alcalase, —□— Neutralse, —△— Trysin

sin을 사용했을 때 각각 10.8, 13.5 그리고 16.5를 나타내어 주로 장쇄펩타이드로 이루어졌음을 알 수 있었고 alcalase를 사용하여 가수분해했을 때 PCL이 가장 작은 값을 나타내어 alcalase에 의한 가수분해도가 가장 높게 나타났으므로 단백가수분해물 제조시 우선 수용성을 높이기 위한 protease로서 alcalase를 선정하였다.

펩타이드 분해효소(peptidase)에 의한 연속적 가수분해

소맥글루텐을 효소적으로 가수분해할 때 가수분해도를 효율적으로 증가시키고 동시에 쓴맛을 감소시키기 위해 우선 단백질 분해효소(protease)로 수용성을 높인 후, 연속하여 펩타이드 분해효소(peptidase)를 더 첨가하여 가수분해시켰다. 상기 단백질 분해효소의 종류에 따른 가수분해 실험결과, 사용된 protease 중 소맥글루텐의 가수분해도를 가장 크게 높였던 alcalase로 먼저 50°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 peptidase인 flavourzyme, peptidase NP-2 그리고 Promode 194를 각각 추가로 첨가하여 계속해서 2시간 동안 더 반응시켰을 때 각각의 peptidase 효소에 따른 단백질 가수분해물의 가수분해도(DH, %)와 이값에서 계산된 평균 펩타이드 길이(PCL)를 비교하여 Fig. 2에 나타냈다.

Alcalase처리 후 flavourzyme을 첨가하여 가수분해시킨 후의 소맥글루텐의 가수분해도는 16.6%, peptidase NP-2 첨가시료는 18.2%, Promode 194 첨가시료는 15.2%로 나타났으며, 이값으로부터 계산된 PCL의 변화는 flavourzyme의 경우가 6.0, peptidase NP-2, 5.5 그리고 Promode 194가 6.3으로 나타나 peptidase-NP2가 가장 높은 가수분해율을 보여주었다.

한편 단백질의 가수분해시 야기되는 소수성 펩타이드에 기인된 쓴맛을 최소화시키기 위하여 생성된 소맥글루텐가수분해물의 관능검사를 실시한 결과, 쓴맛이 약해서 우열을 분명하게 판단하기가 힘들었다. 따라서 동일한 기질이 사용될 경우 생성된 펩타이드의 쓴맛은 사용된 효소의 종류에 크게 좌우되므로(17) 비교적 쓴맛이 강한 분리대두단백질 가수분해물을 동일한 방법으로 가수분해시켜 각 효소조합에 따른 쓴맛 생성도를 비교하였다. 분리 대두 단백질 가수분해물의 쓴맛을 관능검사로 평가한 결과 alcalase처리 후 flavourzyme으로 연속 가수분해시킨 시료의 쓴맛이 다른 세가지 시료보다 월등히 약하였다(Fig. 3).

이상의 결과를 종합해 보면 alcalase와 peptidase NP-2를 사용하여 가수분해시킨 시료의 가수분해도가 가장 높았으나 관능검사결과 쓴맛이 강했고, alcalase와 flavourzyme을 이용한 가수분해물은 비교적 높은 가수분해도를 보이면서도 쓴맛이 가장 약했으므로 단백질가수분해효소와 펩타이드 가수분해효소의 2가지 효소의 조합에 의한 연속적인 가수분해시 alcalase와 flavourzyme을 선택하여 소맥글루텐 가수분해에 적용하는 것이 타당하리라 생각되었다.

산, 효소분해법

고농도 소맥 글루텐의 효소적 가수분해를 위한 약산 전처리 조건

고농도 소맥글루텐을 이용한 고수율의 효소적 가수분해시 가온해주면 단백질의 응고로 인한 젤화가 일어나 반응이 방해되어 공정이 중단되었다. 따라서 분산

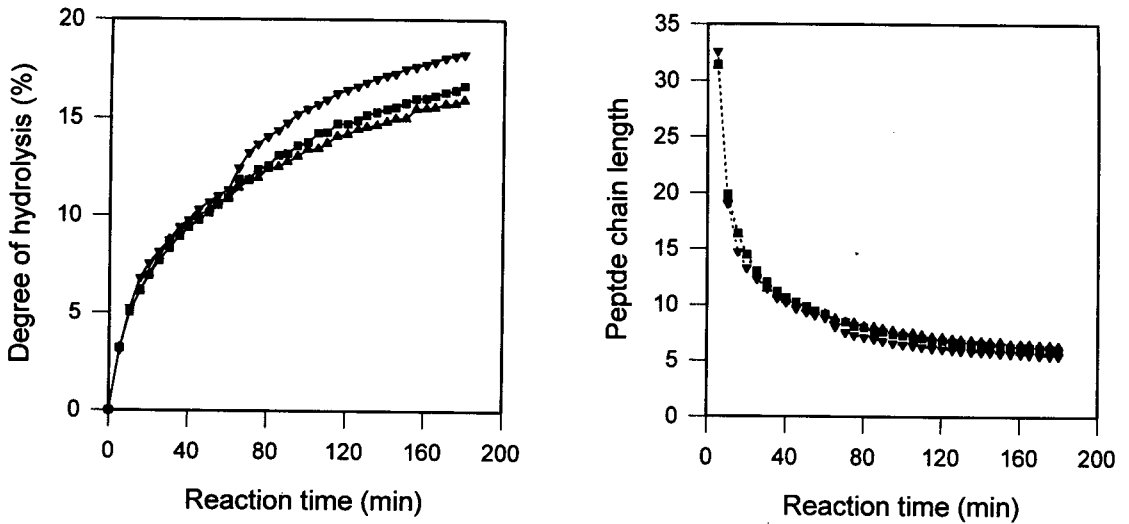


Fig. 2. Changes of degree of hydrolysis and peptide chain length of wheat gluten hydrolysate by the combination of the two enzymes.

After hydrolysed with alcalase for 1 hour, further hydrolysis was carried out with various peptidases.
 —■— Alcalase+flavourzyme, —▲— Alcalase+Promode 194, —▼— Alcalase+peptidase NP-2

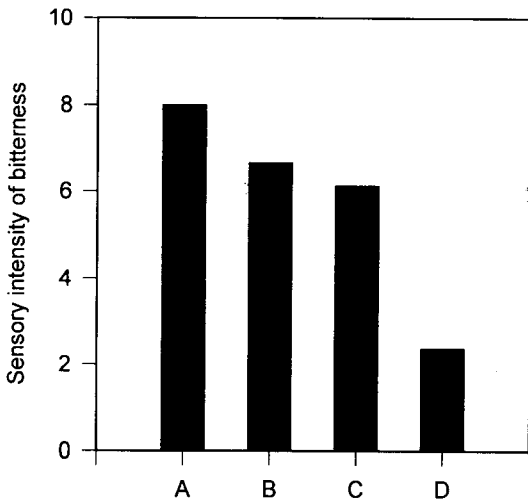


Fig. 3. Changes of bitterness intensity of soy protein isolate hydrolysate by the combination of the two enzymes

- A: Alcalase
- B: Alcalase+peptidase NP2
- C: Alcalase+Promode 194
- D: Alcalase+flavourzyme

상태로 존재하는 소맥글루텐입자들의 수용성을 높여 주어 효소의 작용을 증진시키기 위해 글루텐 농도를 점차 높여주면서 (6~14%, w/w, protein) 각각의 글루텐 농도에서 응고를 방지할 수 있는 최소 농도의 염산 전처리 조건을 조사하였다(Table 1).

6%(w/w, protien) 글루텐 분산액의 경우 0.1N HCl

의 농도 이상에서 처리하였을 때, 글루텐 분산액이 응고 되지 않았고, 0.1N HCl 이하의 농도에서는 응고가 일어났다. 8%(w/w, protein) 글루텐 분산액의 경우 0.150N 이상에서, 10%(w/w, protein) 글루텐 분산액의 경우에는 0.200N 이상에서 응고가 일어나지 않았으며, 12% (w/w, protein) 글루텐 분산액은 0.225N, 그리고 14% (w/w, protein) 글루텐 분산액은 0.275N 이상의 HCl 농도에서 응고가 발생하지 않았고 이때 각 농도별 시료의 수용성을 나타내는 아미노태 질소와 수용성 질소 지수는 각각 0.57~3.85mg/ml과 41.5%~39.8%에 도달하였다. 이렇게 하여 계속되는 효소적 가수분해를 위한 가열 살균 공정에서 약산 전처리시 각 단백질 농도에 대응하는 염산 농도를 결정할 수 있었고 이 결과 침전이나 겔이 형성되지 않는 안정한 기질을 만들 수 있었다.

약산 전처리시킨 고농도 소맥 글루텐의 효소적 가수분해

수용성이 높은 단백질 가수분해물을 만들기 위해 소맥 글루텐의 분산액을 24시간 이상의 장시간 효소가수분해시킬 때 발생하는 미생물의 오염을 방지하기 위해서는 열처리(105°C)과정을 거쳐야 한다. 이때 소맥글루텐 분산액은 열처리 동안 상당한 정도의 응집현상 또는 젤화현상이 발생하여 효소처리가 불가능하게 된다. 따라서 MCPD, DCP(14) 등을 생성하지 않는 조건하에서 소맥글루텐을 묽은 염산 처리를 통하여 가열처리에 의한 응집현상 또는 젤화현상을 방지하고자 하였다.

각각의 염산 처리 조건에서 처리된 6~14%(w/w,

Table 1. Determination of gelation concentration of wheat gluten at different HCl concentration at 95°C¹⁾

Sample (%, w/w, protein)	HCl concentration									
	0.050N	0.075N	0.100N	0.125N	0.150N	0.175N	0.200N	0.225N	0.250N	0.275N
6%	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
8%	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
10%	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
12%	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
14%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

¹⁾Gluten suspensions(6%~14%) were heated with different HCl concentrations at 95°C and the HCl concentrations for the liquefaction at 0 time were determined.

+: gelation, -: no gelation

Table 2. Changes of nitrogen solubility index(NSI, %) of acid-pretreated and enzymic hydrolysed wheat gluten with alcalase and flavourzyme

Sample (%, w/w, protein)	Nitrogen solubility index(NSI, %)				
	HCl conc. ¹⁾	Control	HCl(1hr)	Alcalase(3hrs)	Flavourzyme(21hrs)
6%	0.001N	3.4%	41.5%	54.7%	94.9%
8%	0.150N	3.2%	38.4%	60.1%	86.4%
10%	0.200N	2.2%	36.1%	56.2%	85.3%
12%	0.225N	1.8%	38.3%	51.0%	89.3%
14%	0.275N	1.7%	39.8%	53.8%	95.0%

¹⁾Sample suspensions(6~14%, protein) were treated with different HCl concentrations.

Table 3. Changes of amino nitrogen(AN, mg/ml) of acid-pretreated and enzymatic hydrolysed wheat gluten with alcalase and flavourzyme

Sample (%, w/w, protein)	Amino nitrogen(AN, mg/ml)				
	HCl conc. ¹⁾	Control	HCl(1hr) ¹⁾	Alcalase(3hrs)	Flavourzyme(21hrs)
6%	0.100N	0.17	0.57	0.73	2.87
8%	0.150N	0.11	1.30	1.58	5.68
10%	0.200N	0.11	1.86	2.40	7.34
12%	0.225N	0.13	2.49	3.35	9.71
14%	0.275N	0.14	3.85	4.50	12.50

¹⁾Sample suspensions(6~14%, protein) were treated with different HCl concentrations.

protein)의 소맥 글루텐 분산액을 alcalase와 flavourzyme을 이용하여 24시간 가수분해시킨 후 수용성 질소 지수와 아미노태 질소를 측정하여 고수율의 가수분해를 확인하였다.

6~14%(w/w, protein)의 소맥 글루텐 분산액을 각각의 염산 농도에서 염산 처리 후 alcalase(3시간)와 계속해 flavourzyme(21시간)을 사용하여 총 24시간 동안 효소적으로 가수분해 시킨 결과 최종 가수분해물의 수용성 질소 지수는 94.9, 86.4, 85.3, 89.3 그리고 95.0%로 나타났고(Table 2), 아미노태 질소는 2.87, 5.68, 7.34, 9.71 그리고 12.50mg/ml로 나타나 고수율의 가수분해물을 얻을 수 있었다(Table 3). 이러한 약염산 처리에 의한 전처리는 고농도 소맥글루텐(6~14%, w/w, protein)의 효율적인 효소적 가수분해를 가능하게 하였다.

요 약

본 연구는 효소에 의한 고농도 소맥글루텐(6~14%, w/w, protein)의 가수분해 시스템을 개발하기 위한 것으로, 약산에 의한 전처리와 효소적 가수분해를 병합하여 최적 가수분해 조건을 수립하고자 하였다. 우선 효소적 가수분해에서는 단백질 분해효소 중 alcalase를 이용한 소맥글루텐 가수분해물의 가수분해도가 가장 높았고 alcalase를 이용하여 먼저 가수분해시킨 뒤 연속하여 펩타이드 분해효소를 사용하여 가수분해시킬 경우 peptidase-NP2를 이용한 가수분해물의 가수분해도가 가장 높았다. 그러나 alcalase처리 후 flavourzyme을 이용하여 가수분해시킨 처리구가 alcalase와 peptidase NP-2를 혼합 사용하여 가수분해시킨 처리보다

가수분해도는 약간 낮았지만, 쓴맛이 강한 펩타이드를 만드는 분리 대두 단백질의 가수분해 결과 쓴맛 제거에서 가장 효과적이었다. 소맥 글루텐의 가열처리에 발생하는 글루텐의 응고를 최소화시키기 위하여 염산 용액으로 전처리한 원료를 alcalase와 flavourzyme를 조합하여 효소적 가수분해를 실시하였다. 염산 처리 조건은 6, 8, 10, 12, 그리고 14%(w/w, protein)의 글루텐 분산액의 경우 각각 0.1, 0.15, 0.2, 0.225 그리고 0.275N HCl 농도 이상에서 105°C, 1시간 가열처리시 안정하였다. 6~14%(w/w, protein)의 소맥 글루텐 분산액을 각각의 염산 농도에서 염산 처리 후 alcalase와 flavourzyme를 사용하여 24시간 동안 가수분해 시킨 결과 최종 가수분해물의 수용성 질소 지수는 94.9, 86.4, 85.3, 89.3, 95.0%로 나타났고 아미노태 질소는 2.87, 5.68, 7.34, 9.71, 12.50mg/ml로 나타나 고수율의 가수분해물을 얻을 수 있었다.

문 헌

1. 손동화 : 식품단백질 유래의 생리활성 펩타이드. *식품기술*, **7**, 25(1994)
2. Lahl, W. J. and Braun, S. D. : Enzymatic production of protein hydrolysates for food use. *Food Science*, **48**, 68(1994)
3. Deeslie, W. D. and Cheryan, M. : Continuous enzymatic modification of proteins in an ultrafiltration reactor. *J. Food Sci.*, **46**, 1035(1981)
4. Finley, J. W., Wheeler, E. L., Walker, Jr. H. G. and Finlayson, A. J. : Effect of cystine oxidation on lysinoalanine formation in proteins. *J. Agric. Food Chem.*, **30**, 818(1982)
5. Franzen, K. L. and Kinsella, J. E. : Functional properties of succinylated and acetylated soy protein. *J. Agric. Food Chem.*, **24**, 788(1976)
6. Kim, K. S. and Rhee, J. S. : Effect of acetylation on conformation of glycinin. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**, 714(1989)
7. Kim, N. S., Kwon, D. Y. and Nam, Y. J. : Effects of phosphorylation and acetylation on functional properties and structure of soy protein. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**, 625(1988)
8. Velisek, J., Davidek, T., Davidek, J. and Hamburg, A. : 3-Chloro-1,2-propanediol derived amino alcohol in protein hydrolysates. *J. Food. Sci.*, **56**, 139(1991)
9. Velisek, J., Davidek, J., Kubelka, V., Janicek, G., Svobodova, Z. and Simicova, Z. : New chlorine containing organic compounds in protein hydrolysates. *J. Agric. Food Chem.*, **28**, 1142(1980)
10. Velisek, J., Davidek, J., Hajslova, J., Kubelka, V., Janicek, G. and Mankova, B. : Chlorohydrins in protein hydrolysate. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, **167**, 241(1978)
11. Rillaer, W. J. and Beernaert, H. : Determination of residual 1,3-dichloro-2-propanol in protein hydrolysates by Capillary gas chromatography. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, **188**, 343(1989)
12. Velisek, J., Davidek, J., Hajslova, J., Kubelka, V., Bartosova, J., Tuckova, A., Hajslova, J. and Janicek, G. : Formation of volatile chlorohydrins from glycerol (triacetin, tributyrin) and hydrochloric acid. *Lebensm. Wiss. u. Technol.*, **12**, 234(1979)
13. Bergen, V. C. A., Collier, P. D., Cromie, D. D. O., Lucas, R. A., Preston, H. D. and Sisons, D. J. : Determination of chloropropanols in protein hydrolysates. *J. Chromatography*, **589**, 109(1992)
14. Velisek, J., Davidek, T., Davidek, J., Kubelka, V. and Viden, I. : 3-Chloro-1,2-propanediol derived amino acids in protein hydrolysates. *J. Food Science*, **56**, 139(1991)
15. Hamm, D. J. : A process for the production of hydrolyzed proteins and the products thereof. *European patent* 495390(1992)
16. Lin, C. F. and Lee, C. R. : Preparing protein for hydrolysis and product. *United States Patent* 4,636,388(1987)
17. Adler-Nissen J. : Enzymic hydrolysis of food proteins. Elsevier applied science publishers, London and New York, p.110(1985)
18. AOAC : *Official methods of analysis*. 13th ed., Association of official agricultural chemists, Washington D.C.(1980)
19. AOAC : *Official methods of analysis*. 11th ed., Association of official agricultural chemists, Washington D.C.(1970)

(1998년 1월 5일 접수)