

과실쥬우스용 효소제의 개발연구

李 瑞 來 · 張 慶 貞

서울대학교 농과대학

(1971. 3. 17. 수리)

A Study on the Development of A Juice-clarifying Enzyme Preparation

Su Rae Lee and Kyung Jung Chang

College of Agriculture, Seoul National University, Suwon

(Received March 17, 1971)

SUMMARY

In order to develop an enzyme preparation for clarification of fruit juices, a microbial strain having a strong pectolytic activity was selected and a crude enzyme preparation from this strain was examined for the effects in the preparation of grape juice and wine. The results are summarized as follows:

- 1) A strain of *Aspergillus niger* was selected as having the highest productivity of pectolytic enzymes among many species of *Aspergillus* and *Rhizopus*.
- 2) A pectolytic enzyme preparation was purified from this selected strain and the effects of pH and temperature on its enzyme activity and stability were investigated.
- 3) The use of the enzyme preparation brought about the increase in the free run yield and clarity of grape juice.
- 4) Whereas the use of the enzyme preparation did not exhibit any effect in the brewing of red wine, its use showed a good effect on the rate of filtration and clarity in the case of white wine.

I. 머리말

과실에는 비타민과 무기질이 풍부하여 우리의 식생활에서 주식물의 영양적 결핍을 보충할 수 있을 뿐만 아니라 당분, 유기산이 많은 즙액을 가져 단맛과 상쾌감을 주므로 널리 애용되고 있다. 현재 우리나라에서 생산되는 과실의 대부분은 생과실 그대로 이용되고 있으며 일부분만이 통조림, 쥬우스류, 건조품 등으로 가공되어 상품화되고 있다. 그러나 식생활의 개선에 따라 과실가공품의 수요가 증가될 것으로 기대된다.

특히 과실가공품 중에서 외국에서 널리 소비되고 있는 쥬우스류가 우리나라에 보급되기에는 아

적도 많은 애로점을 가지고 있다. 현재 시판되고 있는 쥬우스류 중에는 화학약품을 배합하여 만든 이른바 드링크제가 성행하고 있어 과실쥬우스에 대한 국민의 인식이 잘못되어 있는 동시에 국민영양의 향상에 큰 역할을 못하고 있다.

과실에서 천연쥬우스나 과실주를 제조하는 공정 중에는 과실중의 펙틴질에 의하여 과즙의 압착이 곤란하고 쥬우스의 수량이 낮아지며 더욱이 제품이 혼탁되는 어려운 문제들이 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위하여 펙틴질 분해효소제를 사용하여려는 연구는 오래전부터 많은 사람들에 의하여 시도되었고⁽¹⁻⁶⁾ 외국에서는 이미 1930년대부터 과실쥬우스, 과실주의 제조시 청정제 또는 여과촉진

제로서 공업적으로 사용되어 왔다.

한편 과실중 펙틴질의 구조라든가 과실쥬우스의 청징화 기작에 대해서는 아직 충분히 설명하지 못하고 있는 형편이다. 사과쥬우스의 청징화에 대하여 Endo⁽⁷⁻⁹⁾는 polygalacturonase와 pectinesterase의 공동작용뿐만 아니라 protease의 관여가 필요하다고 하였고 Yamasaki등^(10,11)은 혼탁입자의 비효소적인 응집작용과 관련시켜 설명하였다. 또한 Okada등⁽¹²⁻¹⁴⁾은 사과나 포도쥬우스의 청징에 효과적으로 작용하는 효소제가 감귤쥬우스의 청징에는 별로 효과가 없는 것을 알고 감귤쥬우스의 청징은 주로 polygalacturonase에 의하여 일어나고 일종의 hemicellulase가 그의 작용을 특이적으로 촉진시킴을 규명하였다.

우리나라에서는 金⁽¹⁵⁾, 徐⁽¹⁶⁾에 의한 *Penicillium* 속을 이용한 사과쥬우스 청징효소제에 관한 연구와 崔등⁽¹⁷⁾에 의한 *Aspergillus awamori*의 고체배양물을 직접 이용한 사과쥬우스 청징시험이 보고되었을 뿐이다.

저자들은 과실쥬우스용 효소제의 개발에 필요한 연구를 더 진전시키려는 의도하에 많은 균주중에서 *Aspergillus niger*를 선정하고 이에서 과실쥬우스 청징용효소제의 생산에 필요한 실험과 아울러 특히 포도쥬우스 및 포도주에 대한 이용가능성에 대하여 연구하였으므로 그 결과를 이에 보고하는 바이다.

II. 실험 방법

(1) 펙틴분해효소 생성균주의 선발

본 연구실에 보존중인 *Aspergillus* 및 *Rhizopus* 속에 속하는 균주를 Czapeck사면배양기에서 28°C, 3일간 배양한 후 삼각후라스크(100 ml)에 밀기울 5g, 증류수 5ml를 넣고 반죽한 것을 15 lbs에서 15분간 가압살균한 것에 접종하였다. 모든 균주를 28°C에서 3일간 배양한 후 각 후라스크마다 50 ml의 증류수를 넣고 Waring blender로 가볍게 마쇄한 다음 한시간 실온에 방치하고 여액을 적당히 희석하여 효소활성을 측정하였다.

(2) 효소활성의 측정법

(a) 펙틴점도감소활성 (Pectin-viscosity-diminishing activity, PVDA 로 약함)

펙틴분해효소중에서 대표적인 것으로 endo-polygalacturonase의 활성을 알기 위하여 Ostwald 점도계에 의한 펙틴점도감소활성을 측정하였다. 즉 9 ml의 0.5% 펙틴용액(0.1 M acetate buffer, pH 3.6에 가열, 용해한 것)에 1 ml의 효소용액을 넣

고 40°C에서 반응액의 점도가 반값치(half-value point) [농(펙틴용액만의 낙하시간+증류수의 낙하시간)]에 도달하는데 요하는 낙하시간을 측정하였다. 이와같은 방법으로 측정하여 10분만에 반값치에 도달하는데 요하는 효소활성을 PVDA 1 단위로 정의하였으며 효소농도와 반값치에 도달하는데 요하는 낙하시간의 역수와의 Figure 1에서와 같이 비례관계를 나타내었다.

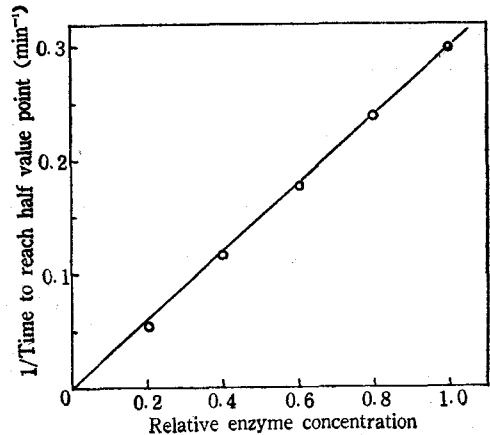


Figure 1. Proportionality of enzyme concentration and pectin-viscosity-diminishing activity

(b) 과즙청징활성 (Juice-clarifying activity, JCA 로 약함)

천연과즙의 청징효과를 보는 방법⁽¹²⁾에 준하여 측정하였다. 즉 천연과즙으로는 포도(Campbell early) 또는 사과(홍옥)를 파쇄, 압착한 혼탁과즙을 밀봉, 가열살균하고 냉장고에 보존하면서 필요에 따라 사용하였다.

이와같은 과즙 5 ml를 원심분리관(1.5×10cm)에 넣고 효소액 0.5 ml를 가하여 40°C에서 두시간 반응시켰다. 이를 원심분리하여 (3,000 rpm에서 5분간) 상등액을 증류수로 5배로 희석한 것을 Coleman Universal model 14 분광광도계를 사용하여 660 mμ에서의 흡광도를 측정하고 대조구(효소액 대신 증류수를 사용한 것)에 대한 청징도를 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{과즙청징도}(\%) = \frac{\text{대조구의 흡광도} - \text{시료의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}} \times 100$$

이상과 같이 하면 청징도가 80%에 도달하기까지는 효소농도와 거의 비례하며 (Figure 2) 또한 80%에서는 육안적으로 거의 투명하게 되었다. 위와 같은 조건하에 과즙 1 ml를 8°C 청징화하는

데 요하는 효소력을 과즙청정활성 1단위로 정의하였고 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{과즙청정활성 (unit/ml)} = \frac{\text{과즙청정도 (\%)}}{80} \times \frac{\text{효소희석배수}}{\text{효소액량 (ml)}} \times 5$$

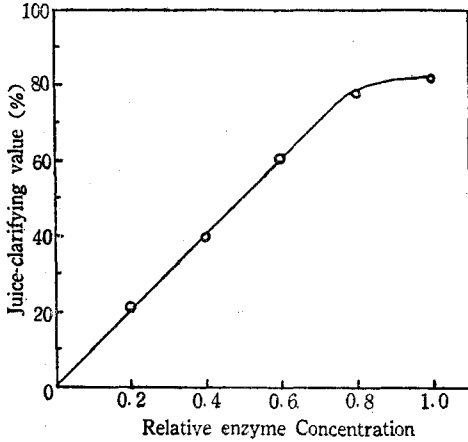


Figure 2. Relationship between enzyme concentration and juice-clarifying value

(3) 포도주우스의 제조과정

포도(1970년 수원산 Campbell early)를 물과 증성세제로 세척하고 과경을 제거한 다음 1 kg 식을 취하였다. 이를 Waring blender 에 의하여 과육만 파괴되고 증자는 파괴되지 않을 정도로 일분간 마쇄하였다. 이 마쇄물에 Table 1에서와 같이 본 실험에서 만든 효소제를 넣고 일정한 조건하에 처리하였다.

Table 1. Treatment of grape juice with an enzyme preparation

Treatment	Enzyme concentration (%)	Temperature (°C)	Incubation time
A	0	40	4 hr
B	0	80	5 min
C	0.01	40	4 hr
D	0.025	40	4 hr
E	0.05	40	4 hr
F	0.075	40	4 hr
G	0.10	40	4 hr

이와 같이 처리한 것은 free run juice 를 얻기 위하여 자루에 넣고 40분간 자연적으로 흘러나오게 하였고 press juice 는 일정한 압력을 가하여 더 이상 흘러나오지 않을 때 까지의 양으로 하였

다. 이 두가지 주우스는 각각 합하여 먼질하고 80°C에서 15분간 열처리한 후 급속히 냉각시켜 냉장고에 보관하면서 품질검사에 제공하였다.

(4) 포도주의 제조과정

포도(1970년 수원산 Campbell early)를 물과 증성세제로 세척한 후 과경을 제거하고 각각 5 kg 식을 취하여 마쇄한 것을 다음과 같은 세가지 방법으로 전처리하여 포도주를 담그었다.

포도주 A:—K₂S₂O₅ 0.8 g 와 효소제 1.5 g(0.03 %수준)을 가하여 40°C에서 4시간 반응시킨다.

포도주 B:—K₂S₂O₅ 0.8 g 와 효소제 1.5 g 을 가하여 40°C에서 4시간 반응시킨 후 자루에 넣어 free run juice 와 press juice 의 양을 측정 한 후 이들을 합친다.

포도주 C:—0.8 g 의 K₂S₂O₅만을 넣은 후 실온에 5 시간 보관한다.

이상과 같이 K₂S₂O₅ 를 넣은지 5시간후에 100ml 의 starter(맥아즙배양기 10 ml 에 24 시간 배양한 *Saccharomyces ellipsoideus* Rasse *Johannisberg* II 를 포도주우스 400 ml 에 접종하여 28°C에서 48 시간 배양한 것)을 각각 넣고 잘 저어서 봉한 다음 15—20°C에서 7일간 발효시켰다. 포도주 A와 C는 여과한 후 free run 과 press 에 의한 수량을 측정하였다.

위의 주발효가 끝난 각각의 포도주에는 최초의 당분을 포함하여 24° Brix 당도가 되게끔 설탕을 가하고 밀봉한 후 15~20°C에서 다시 15일간 발효를 계속시켰다.

(5) 포도주우스 및 포도주의 품질검사

주우스의 점도는 25°C에서 Ostwald 점도계에 의하여 측정하고 증류수에 대한 상대점도로 표시하였다. 주우스 및 포도주의 청정도는 시료를 증류수로 20배 희석한 후 Coleman Universal model 14 분광광도계로 660 mμ에서의 흡광도를 측정하였다. 색택은 시료를 20배로 희석한 후 상기한 분광광도계로 490 mμ와 540 mμ에서의 흡광도를 측정하고 이를 합한 값으로 표시하였다.

주우스 및 포도주 중의 메칠알코올 함량은 시료 100 ml 에 증류수 15 ml 를 가하고 서서히 증류시켜 100 ml 를 얻고 비색법⁽¹⁸⁾에 의하여 정량하였다. 포도주의 메칠알코올 함량은 시료 100 ml 에 증류수 15 ml 를 가한 후 가성소다용액으로 중화시키고 서서히 증류하여 100 ml 를 얻어서 주정계로 주정도를 측정하였다.

포도주중의 잔류황원당은 시료 5 ml 를 취하여

Fehling-Lel man-Scherr법⁽¹⁰⁾으로 정량하고 포도당함량으로 표시하였다.

III. 결과 및 고찰

(1) 시험균주의 펙틴분해효소 생성능력

Aspergillus 및 *Rhizopus* 속에 속하는 15 균주를 같은 조건하에 배양할 때 생성되는 펙틴점도감소활성에 의한 효소생산능력을 보면 Table 2와 같다. 미생물의 종류에 따라 효소활성이 다를 수 있고 *Aspergillus niger* 에서 가장 우수하였다. 특히 본 균주는 본 연구실에서 분리, 보존중에 있는 많은 *A. niger* 균주중에서 그의 활성이 가장 강한 것이며 다른 균종보다 우수하였으므로 다음 실험에 제공하였다.

펙틴의 점도감소는 주로 endo-polygalacturonase 의 작용에 의하는 것으로 이는 비록 천연과즙의 청정작용을 가지는 유일한 효소는 아니지만 가장 중요한 역할을 가지는 것으로 알려지고 있으므로 본 실험에서는 우선 펙틴점도감소활성을 측정하였고 가능한 경우에는 과즙청정활성도 아울러 측정하였다.

Table 2. Polygalacturonase activity of various microorganisms

Microbial species	Pectin-viscosity-diminishing activity (units/g wheat bran)
<i>Aspergillus awamori</i> var. <i>fumens</i>	7
<i>Aspergillus awamori</i> Nakazawa var.	21
<i>Aspergillus clavatus</i>	22
<i>Aspergillus flavipes</i>	19
<i>Aspergillus flavus</i>	7
<i>Aspergillus fonsecaeus</i>	30
<i>Aspergillus luchuensis</i>	19
<i>Aspergillus niger</i>	78
<i>Aspergillus soja</i>	10
<i>Aspergillus sulphureus</i>	0
<i>Aspergillus usamii</i>	42
<i>Rhizopus delemar</i> IAM 6037	0
<i>Rhizopus delemar</i> NRRL 1705	0
<i>Rhizopus delemar</i> IAM 6063	20

(2) 배양일수에 따른 효소의 생성능력

우량균주로 선택된 *A. niger* 를 균주선발시와 같은 조건으로 배양하여 배양일수에 따른 펙틴점도감소활성 및 포도과즙청정활성도를 측정하여 Figure 3과 같다.

펙틴점도감소활성은 접종후 3일만에 거의 최고치에 달하고 있으나 포도과즙청정활성은 6일이 되어야 최고치에 달하였다. 따라서 주우스청정을 목적으로 하는 효소제를 생산하기 위하여서는 적어도 28°C에서 6일간의 배양일수가 필요함을 알았다. 이러한 결과는 또한 펙틴점도감소활성이 과즙의 청정에 밀접한 관계를 가지고 있는 것은 확실하나 과즙의 청정에는 다른 인자가 함께 작용하고 있음을 시사해 주고 있는 것이다.

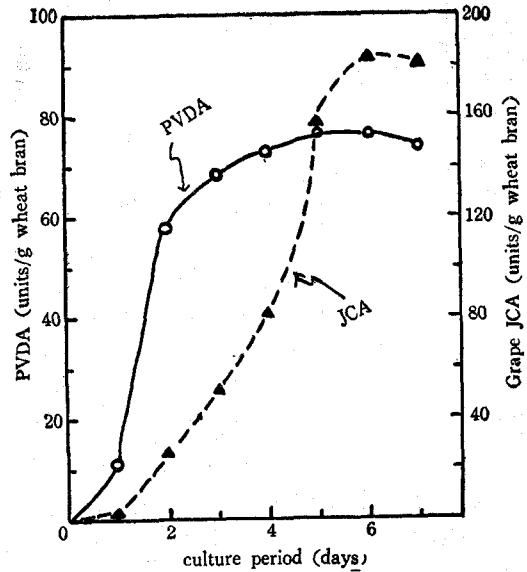


Figure 3. Time-course formation of pectolytic enzymes by *Aspergillus niger* on a wheat bran medium.

(3) 효소제의 제조시험

주우스청정용 효소제의 공업적 생산을 가능하게 하려는 의도하에 *A. niger* 균주에서 효소제를 얻는 실험을 하였다. 즉 밀기울(1 kg)에 동량의 수도수(1 l)를 넣고 반죽하여 15 lbs에서 20분간 가압살균한 다음 밀기울(15g)에 미리 3일간 배양한 증국을 접종하여 30°C에서 6일간 배양하였다. 이와같이 만든 고오지(1.12 kg)에 3 배의 수도수(3.36 l)를 넣고 한시간 교반한 후 원심분리하여 효소원액(2.85 l)을 얻었다.

이 효소액에 황산암모니아를 용해하여 0.8포화도에서 나오는 침전을 원심분리하고 이를 소량의 물에 용해하여 염화칼슘 포화용액을 가할때 생성되는 침전을 원심분리하여 제거하였다. 이와같이 얻은 상등액(390 ml)에 냉각시킨 95% 에칠알코올을 서서히 가하여 70% 농도가 되도록 가할 때 침

천되는 것을 원심분리한 다음 30°C 이하에서 감압 건조하여 조효소제품(11.0g)을 얻었다. 효소제품의 정제경과를 보면 Table 3과 같다.

Table 3. Purification of a crude enzyme preparation from wheat bran culture of *Aspergillus niger*

	Initial enzyme extract	Crude enzyme preparation
Volume or weight	2.85 l	11.0 g
Protein content	8.4 mg/ml	250 mg/g
Enzyme activity:PVDA	21 units/ml	2,060units/g
Grape JCA	96 "	8,650 "
Apple JCA	1,240 "	114,000 "

(4) 조효소제품의 성질

(a) 효소의 활성과 안정도에 미치는 pH의 영향
본 효소제의 펙틴점도감소활성에 미치는 pH의 영향을 보기 위하여 0.05 M acetate-phosphate buffer 로 pH를 조절한 기질용액에 의하여 실험한 결과를 보면 Figure 4와 같다. 본 효소제는 pH 3.5~4.5에서 최적활성을 보였고 pH 2.5~4.8의 범위에서도 사용할 수 있음을 확인하였다.

본 효소제의 안정도에 미치는 pH의 영향을 보기 위하여 0.01 M acetate-phosphate buffer 에 의하여 효소용액의 pH를 각각 조절하고 30°C에서 한시간 보존한 다음 곧 pH 3.6으로 다시 환원시키고 잔존하는 효소활성을 측정하여 처리전의 활성과 비교한 결과는 Figure 4와 같다. 이상과 같은 조건하에서 본 효소제는 pH 2.5~5.5의 범위안에서 비교적 안정하였다.

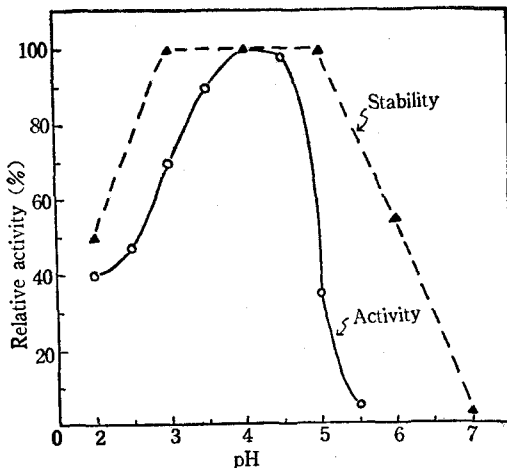


Figure 4. Effect of pH on the activity and stability of the crude enzyme preparation

(b) 효소의 활성과 안정도에 미치는 온도의 영향
효소활성에 미치는 온도의 영향을 보기 위하여 여러가지 온도에서의 펙틴점도감소활성을 측정한 결과는 Figure 5와 같다. 작용최적온도는 40°C 이지만 30~50°C의 범위에서도 상당한 활성을 나타내었다.

본 효소제의 안정도에 미치는 온도의 영향을 보기 위하여 효소용액을 각각 다른 온도에서 10분간 처리한 후 잔존하는 활성을 측정하고 처리전의 활성과 비교한 결과는 Figure 5와 같다. 40°C 이하에서 가장 안전하지만 45°C 부근에서도 상당한 안정성을 보여주었다.

(5) 포도주우스 제조에 미치는 효소제의 효과

(a) 주우스의 수율

효소제의 농도를 각각 달리하여 포도주우스를 만들때의 수율은 Table 4와 같다. 주우스의 전체 수율에는 효소제의 사용에 의하여 약간의 증가를 보였지만 특히 free run juice의 수율에는 현저한

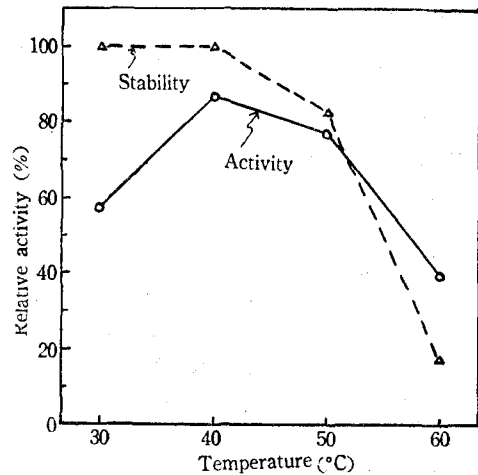


Figure 5. Effect of temperature on the activity and stability of the crude enzyme preparation

Table 4. Effect of enzyme treatment on the yield of grape juice (ml/kg grapes)

Treatment	Free run juice	Press juice	Total juice
A	480	360	840
B	480	350	830
C	540	310	860
D	610	250	860
E	630	225	855
F	618	244	862
G	615	253	868

Table 5. Effect of enzyme treatment on the quality of grape juice

Treatment	Relative viscosity vs. water at 25°C	Clarity (OD ₆₆₀ mμ)	Color intensity (OD ₄₉₀ +OD ₅₄₀ mμ)	Methanol content (mg %)
A	1.80	0.29	1.18	0.144
B	2.00	0.44	1.73	0.144
C	1.32	0.04	0.35	0.785
D	1.29	0.04	0.38	0.828
E	1.27	0.05	0.44	0.943
F	1.25	0.03	0.35	0.943
G	1.24	0.03	0.34	1.048

증가를 보였고 0.025%의 농도에서 충분한 효과를 나타내었다.

(b) 주우스의 품질

효소제의 농도를 각각 달리하여 만든 포도주우스의 점도, 투명도, 설택 및 메칠알코올 함량을 보면 Table 5와 같다.

효소제 처리에 의하여 포도주우스의 점도는 대단히 감소하였는데 이는 펙틴질의 분해에 의하는 것으로 효소농도가 낮을 경우에도 쉽게 점도가 감소되었으며 효소농도가 증가하여도 그 효과는 별로 증가하지 아니하였다.

주우스의 청정도는 효소농도가 0.01%일때 이미 그 효과가 나타나 주우스의 혼탁을 방지할 수 있었다. 한편 설택은 효소처리에 의하여 모두 퇴색된 것으로 나타났으나 효소처리를 하지 않은 것은 혼탁되어 있어서 490 mμ와 540 mμ에서의 광선 투과를 방해하여 설택이 강한 값으로 나타났다고 생각되며 육안적으로는 별로 퇴색을 인식하지 못하였다.

포도주우스의 메칠알코올 함량은 효소제 처리에 의하여 모두 증가하였고 효소제의 농도에 따라 더욱 증가하였다. 이것은 효소제중에 존재하는 pectinesterase의 작용에 의하는 것으로 pectinase 효소제를 사용할 때는 불가피한 것이지만 본 실험에서 사용한 효소제의 농도에서 생성되는 메칠알코올의 함량은 인체에 아무런 장애를 가져오지 않을 것으로 생각된다.

이상의 결과로 보아 포도주우스 제조시에는 본 실험에서 사용한 것과 같은 활성을 가지는 효소제의 경우 주우스의 수율과 투과도를 고려할 때 0.025% 사용하여 40°C에서 4시간 처리하는 것이 적당하다고 생각된다.

(6) 포도주 양조에 미치는 효소제의 효과

(a) 포도주의 수율

포도주 발효에 미치는 효소제의 효과를 보기 위

하여 실험한 결과 포도주의 수율에 미치는 영향을 보면 Table 6과 같다. 효소제 처리에 의하여 포도주의 수량에는 별 영향을 미치지 못함을 알았다.

Table 6. Effect of enzyme treatment on the yield of grape wine (ml/kg grapes)

Wine	Free run wine	Press wine	Total wine
A	648	203	851
B	640	216	856
C	652	204	856

Table 7. Effect of enzyme treatment on the quality of grape wine

Wine	Ethanol content (%)	Methanol content (%)	Clarity (OD ₆₆₀ mμ)	Color intensity (OD ₄₉₀ +OD ₅₄₀ mμ)	Residual reducing sugar (%)
A	13.0	0.0068	0.09	0.37	0.284
B	13.5	0.0065	0.08	0.31	0.258
C	13.0	0.0063	0.10	0.43	0.194

(b) 포도주의 품질

효소제를 처리하여 발효시킨 포도주의 여러가지 품질을 보면 Table 7과 같다.

포도주의 메칠알코올함량 및 메칠알코올함량은 효소제처리를 한것이나 하지 않은것이나 아무 차이가 없었다. 포도주의 청정도는 효소제를 사용한 것이 약간씩 더 투명하였으나 큰 효과를 볼 수 없었다. 한편 설택은 효소제 처리에 의하여 약간 감소하는 것을 볼 수 있었는데 이는 효소제중에 존재하는 anthocyanase와 같은 색소분해효소에 의한 것으로 추리된다.

효소제를 사용한 포도주(A, B)에서는 사용하지 않은것 (C)에 비하여 잔류환원당이 많았다. 이들은 발효가 끝날때 까지 잔존한 비발효성 당분으로서 Endo⁽⁷⁾가 지정한 바와 같이 효소제에 의한 펙틴질의 분해산물이 아닌가 생각된다.

결론적으로 보면 포도주발효에 있어서 펙틴분해 효소제는 약간의 청징효과가 있을 뿐 특별한 효과를 보여주지 않았으므로 적포도주의 양조에는 사용할 필요성을 별로 느끼지 않는다. 다만 백포도주를 만들기 위하여 발효전에 착즙을 할 경우에는 free run juice의 청징효과와 여과촉진을 위하여 효소제의 사용이 필요할 것으로 생각된다.

IV. 요 약

과실쥬우스용 효소제를 개발할 목적으로 펙틴분해력이 강한 미생물균주를 선택하고 이에서 얻은 효소제에 의하여 포도쥬우스 및 포도주 제조과정에 있어서의 효과를 시험하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) *Aspergillus* 및 *Rhizopus* 속 균주에서 펙틴분해효소 생산력이 가장 강한 *Aspergillus niger*를 선정하였다.

2) 이 균주에 의한 효소의 생성과정과 정제과정을 실험하고 조효소제품의 활성과 안정도에 미치는 pH 및 온도의 영향을 조사하였다.

3) 포도쥬우스 제조시에 효소제를 사용하면 free run juice의 수율이 증가하고 투명한 쥬우스를 얻을 수 있었다.

4) 포도주 양조시에 효소제를 사용하면 적포도주에는 아무 효과를 가지지 못하나 백포도주의 경우에는 과즙의 여과촉진 및 청징효과가 있을 것으로 기대된다.



본 연구는 1970년도 문교부 학술연구조성비의 보조에 의하여 이루어진 것이다. 실험수행중 조력하여준 朴鍾文 農學士에게 사의를 표한다.

인 용 문 헌

- 1) Kertesz, Z. I.: N. Y. State Agr. Expt. Sta. (Geneva, N.Y.) Bull. 589 (1930).
- 2) Joslyn, M. A., Mist, S., and Lambert, E.:

Food Technol., 6, 133 (1952).

- 3) Demain, A. L., and Phaff, H. J.: J. Agr. Food Chem., 5, 60 (1957).
- 4) Deuel, H., and Stutz, E.: Advan. Enzymol., 20, 341 (1958).
- 5) Reed, G.: Enzymes in Food Processing (Academic Press, New York) pp.301-322 (1966).
- 6) 福本壽一郎: 近代工業化學 23. 生物工業化學 (朝倉書店, 東京) pp.98-101 (1969).
- 7) 遠藤章: 醸工誌, 39, 39 (1961).
- 8) Endo, A.: Agr. Biol. Chem., 28, 234, 535 (1964).
- 9) Endo, A.: Agr. Biol. Chem., 29, 129, 137, 222, 229 (1965).
- 10) Yamasaki, M., Yasui, T., and Arima, K.: Agr. Biol. Chem., 28, 779 (1964).
- 11) Yamasaki, M., Kato, A., Chu, S. Y., and Arima, K.: Agr. Biol. Chem., 31, 552 (1967).
- 12) 岡田茂孝, 井上雅資, 福本壽一郎: 日農化, 43, 99 (1969).
- 13) 井上雅資, 岡田茂孝, 福本壽一郎: 日農化, 44, 1 (1970).
- 14) 井上雅資, 岡田茂孝, 福本壽一郎: 日農化, 44, 8 (1970).
- 15) 金昌湜, 徐正垣: 경북대학교논문집, 7, 59 (1963).
- 16) 徐正垣, 孫泰華, 鄭基澤, 金鍾奎: 경북지구 사과개발에 관한 종합적 연구, 과학기술저보 고서, pp.93-105 (1967).
- 17) 崔光洙, 韓判柱, 徐奇奉, 尹仁和: 농사시험연구보고, 12 (6), 55 (1969).
- 18) 京都大學農學部 食品工學教室: 食品工學實驗書(養賢堂, 東京) 上卷, pp.258-260 (1970).
- 19) 東京大學農學部 農藝化學教室: 實驗農藝化學 (朝倉書店, 東京) 下卷, p.587 (1952).