

— 綜 說 —

농산폐자원의 발효기질화 또는 직접 이용에 관하여

배 무 · 김 병 홍

한국과학기술연구소 응용미생물 연구실

- 1. 머리말
- 2. 농산폐자원의 성격
- 3. 용도 및 응용분야
 - 1. furfural의 이용
 - 2. pentose의 이용
 - 3. 5탄당의 발효기질로서의 이용
 - 4. 당화액의 이용
 - 5. cellulosic scp
 - 6. 유지자원으로서의 이용
- 4. 농산폐자원 이용의 국내현황
- 5. 연구사례
- 6. 세부기술사항
 - 1. 농산 폐자원의 효소 당화
 - 2. 농산 폐자원을 원료로한 섬유질 SCP 생산
- 7. 경제적 검토
- 8. 원재료의 국내 수급현황

1. 머리말

농산폐자원의 이용에 관한 역사적 고찰은 농산가공의 발달과 관련이 있다. 폐자원의 물리적 이용방법은 고대로 실용화되어 왔고 현재까지도 포장재료, 보존재료, 공예재료로서 벚짚, 밀짚, 왕겨 등이 이용되고 있으나 화학적 과정으로 재생 또는 가공되어 재생산 과정에 오른것은 농산기술의 발달 및 생화학이 발달되어서 부터다. 그이전에는 소각되거나 퇴비가 되어 자연에 귀환하는 것이 대부분이었다. 따라서 태양에너지의 재현물인 농산물을 식량원으로 불매 유효한 이용을 나타내지는 못하고 있다. 주식인 벼의경우 인간의 에너지원으로 이용하는 것은 극히 일부인 배유부분 뿐이고, 기타부분인 벚짚, 뿌리, 왕겨, 미강등은 에너지원으로 이용되지 못하고 있는 실정이다. 이들 자원을 직접 식량원으로 사용할 수 없어도 간접적인 방법으로는 식량원으로서 인류에 기여시킬 수 있으면 그의의는 크다. 엄밀히 말하면 농산폐물이라 해도 완전한 폐

물은 아니다. 벚짚, 보리짚등은 수확후 소각시키거나 퇴비를 만들어 다음 수확시의 비료로서 중요한 의의는 있고 기타 가마나나 공예품의 제작에 약간 쓰이며, 왕겨등은 보온, 포장등 이들 농산폐자원의 물리적이용법도 가능하다.

그러나 넓은 시야에서 볼때 이들 농산폐자원이 효율적으로 이용되고 있지는 못하다. 생산과정에서 부산물이 연구개발의 결과 주산물의 성격을 지나게 되는 경우는 허다하다. 이런 경지에서 볼때 우리나라에 풍부히 있는 농산폐자원을 보다 효율적으로 이용하는, 특히 식량자원으로서 효율적으로 이용할 수 있는 방법의 연구 개발은 당면과제라 할 수 있다.

겨, 밀기울등 영양가와 소화성이 비교적 좋은 농산폐자원은 사료로 이용되어 왔으며 섬유질을 다량 함유하여 소화성이 나쁜벚짚, 보릿짚등은 연료, 퇴비, 농가공예품 원료등으로 이용되어 왔으나 농업 주산물인 곡류등을 제외한 작물의 탄소동화 작용 산물의 대부분을 차지하는 폐자원을 발효기질, 사료 내지는 식량원으로 이용코자하는 시도는 극히 최근의 일이다.

효소학의 발달로 섬유소 분해효소(cellulase)를 이용하여 cellulose에서 glucose를 생산하고자 하는 연구가 현재 미국, 일본등지에서 진행되고 있으며 섬유소 소화세균을 cellulose가 주성분인 bagasse에서 직접 배양, 균체를 생산하여 단백질이 풍부한 사료내지는 식량으로 이용하려는 연구가 미국에서 진행되고 있다.

오늘날까지 농산폐자인 면실껍질(綿實殼), 강냉이 배아(胚芽)등에서 유지자원이 개발되고 제유공업에서의 면실껍질이 훌후탈 제조원으로 이용되는 경우, 제지공업에서의 아황산폐액의 당분을 이용하여 효모를 배양하는 기술, 기타 농산가공폐자원을 이용하는 공업은 그자원의 지역성에 따라 일부 개발되어 온 것이나 우리나라에서는 순농산폐자원 및 농산가공폐자원을 이용한 가공기술 및 식량자원으로서 제 생산기술은 미개

발 상태를 벗어나지 못하고 있는 실정이다.

2. 농산폐자원의 성질

농업생산에는 곡류, 야채, 과일등의 식료생산과 면(綿)등의 의료생산에서 주목적 이외의 산물인 부산물을 폐물이라 일반적으로 말할 수 있으나 이들 부산물도 여러가지 용도가 있어 결코 폐물이라 단정할 수 없는 것이다. 따라서 여기서 취급하는 폐자원이란 것은 농업의 주목적물이 아닌 부산물을 말한다. 농산폐자원에는 다음 세가지가 있다.

- 가. 순농업생산에서의 부산물—곡류생산에서 주산물의 쌀, 보리등을 제외한 벼짚, 보리짚, 왕겨등 줄기와 잎, 야채의 가식외(可食外)부, 두류의 엽경(葉莖), 종자의 껍질, 과일의 종심등이 대상이 된다.
- 나. 농산가공에서의 부산물—정미, 정맥, 제분야에서 나오는 미강, 맥피, 미배아(米胚芽)등과 가공공업에서 오는 착유공업의 각종 유박, 면심곡, 또한 양조폐액, 제지공업, 발효공업에서 오는 폐액이 포함된다.
- 다. 야생자원, 야생의 잡초, 임산물의 수엽(樹葉)과 열매(도토리등)등이 이들 자원에 포함된다.

농산폐자원의 주성분인 cellulose는 곡류등 농업 주산물의 주성분인 전분과 같이 작물의 탄소동화작용으로 합성된 glucose로 구성되어 있으나 중합방법이 후자의 α -1,4-glycoside 결합과 달리 전자는 β -1,4-glycoside 결합으로 이루어 지고 있어 조직이 견고하고 분해가 어렵다.

이러한 관계로 전분은 식량으로 이용되고 cellulose는 농산폐자원으로 남게된다.

cellulose는 그 기원에 따라 중합도(重合度)등이 서로 다르므로 물리적인 성질에 큰 차이를 나타내고 그 이용도 달라진다. 면(綿)은 거의 100%가 cellulose로 이루어져있고 구성 cellulose의 길이가 길어 섬유로 사용할 수 있고 목재 cellulose는 cellulose의 길이가 길고 lignin, hemicellulose등 불순물의 함량이 낮아 제지용 pulp제작에 이용 되지만 농작물은 거의 1년생 식물이므로 cellulose의 길이도 짧고 pentosan, lignin, 회분의 함량이 높아 pulp제조시 목재에서보다 많은 양의 약품이 필요하게 되며 이렇게 생산된 pulp의 질도 목재에 비해 떨어지는 반면 목재 cellulose 보다 조직이 약하여 효소적 분해가 비교적 쉬운 점이 있어 이들

을 기질로 하여 포도당 혹은 단세포 단백질 생산의 원료로 사용하는 것이 좋다.

3. 용도 및 응용분야

농산폐자원의 일반적 특징으로 나타나는 것은 그 주성분이 전분, 섬유소, hemicellulose와 pentosane으로 이루어지고 있는 점이다. 농산폐자원이라 해도 그 종류는 대단히 많으며 그 종류에 따른 활용방법 및 응용분야도 다양하다. 그이용분야를 대략 망라해보면 단일성분을 분리하여 이용하는 것에, 홀후랄, 오탄당, 전분 및 당류, 당화액을 만들어 효모 및 발효기질로 하는 방법, 각종 원료로 국(麩)을 만드는 방법, 아미노산 조미료의 제조, 유지자원으로서의 이용 그외 영양제인 비타민 B₁과 C 그리고 식용착색제(굴의 껍질등 이용)등 이용 범위와 분야가 넓다. 그중 주된 것을 살펴보면 다음과 같다.

- 가. 홀후랄의 이용—이들은 고압하에서 산분해하로서 홀후랄이 생성된다. 미국등 선진국에서도 강냉이 수축(corn cob), 면실껍질, 연맥껍질등으로 홀후랄이 생산되고 있으며 그 이용도는 대단히 넓어 방부제, 치료제로 쓰이며 마레인산, 후말산 제조원료가 되고 그 에스터는 가스제로서 화학공업의 유기용제 및 선택성 유기용제로서, 기타 화학공학의 제조원료로서의 이용도가 넓다.

- 나. 오탄당의 이용—오탄당은 식물계에 널리 분포되며 특히 잎, 줄기, 뿌리, 과일, 종피, 수피의 목질부에 함유되어 있으며 pentosane이란 불용성 다당체로서 존재한다. 예컨대 xylane을 무기산으로 열처리하여 xylose을 생성시킬 수 있다. xylose는 포도당의 50%의 감미를 가지나 영양가치가 낮기 때문에 제약의 부형약으로 사용된다. pentosane은 접착제로서 넓은 이용도가 있다.

- 다. 발효기질로서의 오탄당의 이용—발효기질의 원료로서는 옥탄당이 이용되는 경우가 대부분이며 일반적으로 오탄당으로 대용할 수는 없으나 오탄당을 자화하는 특수균종의 선택에 의하여 발효원료로서 사용이 가능하다.

- 가) 주정발효—Saccharomyces 속은 오탄당을 자화할 수 없으나 특수한 균종 Fusarium lini 등을 사용하여 주정발효를 할 수 있다.

- 나) 아세톤—butanol 발효—옥탄당 발효성 아세톤 부타놀균은 오탄당을 발효시킬 수 있다.

ㄷ) 유기산발효—*Lactobacillus pentoaceticus*는 오
탄당을 발효해서 유산과 초산을 생성한다.

라. 당화액의 이용

오탄당만의 이용은 전술한 바와 같으나 농산폐자원을
전분, pectin, pentosane, hemicellulose, cellulose
등의 섬유소의 혼합물인 경우가 많다. 이들 농산폐자
원을 당분이 최대 함량이 되게 가수분해하여야하여 그당화
액을 주제조 및 효모제조의 당질원료로 사용하는 것이
다. 이경우 옥탄당과 오탄당의 자화능력이 있는 균주
가 필요해진다.

벼짚등 농산폐자원 중에는 cellulose 외에 hemicellu-
lose가 약 15—30% 함유되어 있다. hemicellulose는
glucose로만 이루어진 cellulose와 달리 galactose, man-
ose, xylose, arabinose, galacturonic acid 등으로 이루
어진 복합중합물(複合重合物)로 이중 xylose가 그 대
부분을 점하고 있다.

cellulose를 생산하는 미생물은 대부분 동시에 hemi-
cellulose를 생산하므로 농산폐자원 효소 당화액은 glu-
cose와 xylose의 혼합물이다.

마. 섬유질 단세포 단백질의 이용

단세포 단백질이란 사료혹은 식량으로 이용하기 위해
업가의 기질로 배양한 미생물 균체를 말한다. 일정한
경작 면적에서 재래식인 농업 방법으로는 앞으로 증가
할 세계 인구의 식량을 충당하기 어려워 새로운 식량
개발에 관한 많은 연구가 진행되어 왔다. 이러한 연구
중의 하나가 단세포단백 생산에 관한 연구이며, 기질
로는 석유나 섬유질 함유물인 농산폐자원을 이용하고
있으나 석유는 기질로서의 장래성, 경제성, 기호성에서
농산폐자원을 따르지 못한다.

단세포 단백질은 사료로 사용될 것이며 단백질함량이
높고 곡류를 주식으로 할때 결핍되기 쉬운 필수아미노
산인 lysine의 함량이 높아 식량으로 사용하면 우수한
단백질 급원이 될 것이다.

섬유질을 직접 자화세균의 기질로 이용시키는 방법
과 섬유질을 화학적 방법으로 당화시켜 그 당화액을
효모배양에 이용하여 단백을 생산하는 방법이 있다.

이방면의 연구는 독일에서 세계대전시 많은 연구가
행해졌으며, 식량생산의 견지에서 그 가능성은 크다.
오탄당 자화균(*Candida* 속)을 이용하여 미생물을 배양
하며 균체가 지닌 핵산등을 분리 이용하고 단백질은
사료, 식량으로서 이용이 가능한 것이다. 목재당 아황
산 팔프액에 함유된 오탄당과 옥탄당은 실제 *Candida*
균주의 배양에 이용되고 있다.

바. 유지자원으로서 이용되는 폐자원—미국에는 약
20%의 유지함량이 있으며, 강냉이 배아는 강냉이가
공공업에서 전체의 7-10%이며, 함유량은 40%이상
이다. 미국에서는 사라다유의 착유로서 이용되고 있다.
포도씨, 건포도제조시의 부산물로서 나오며 함유량(含
油量)은 15%로서 이용 가능성이 있다.

4. 농산폐자원 이용의 국내현황

우리나라의 농산폐자원의 이용은 극히 미개발된 현
실에 있다. 이용방법으로서는 물리적 이용방법이 대부
분을 차지하고 있으며, 그 외에는 자연으로 환원시키
는 것이 그 실정이다. 즉 벼짚으로는 지붕용, 가마니
새끼줄 등의 제작원료로 사용해 왔고 왕겨는 포장재료
로서 사용되는 영역을 벗어나지 못하고 있으며, 기타
농산가공폐자원은 사료로서 이용되고 있으나 소화가능
형태로의 가공이 개발되지 못한채 이용되고 있다.

최근 옥수수대로부터 팔프를 제조하는 공장이 원주
에 설립되어 농산폐자원의 이용에 외국기술도입으로
일보 출발했다는 실정이고 그 외의 주된 농산폐자원의
용도개발은 전혀 진전되어 있지 않다. 우선적으로 실
용적 견지에서 농산부산물은 가격이 싼것, 공업원료로
서 집합가 용이한 것, 이용율이 높고 자원의 양이 풍
부한 것, 원료공급이 계절적으로 크게 좌우되지 않는
것 등의 점을 고려하여 그 이용가치를 높이는 연구는
급후의 과제이다.

특히 1972년부터 전국 농가에 보급되고 있는 다 수
확 벼 품종인 "통일"은 벼짚이 짧아 가마니, 새끼, 지
붕용 원료로 사용이 불가능하므로 벼짚의 길이에 관계
없이 이용할 수 있는 방법이 요청되고 있다.

5. 연구사례

홀후탈 원료원으로서의 농산폐자원의 가치를 조사한
연구를 외국에서 볼 수 있으며 1) 미국에서는 보리겉
질, 강냉이 수축(穗軸), 면실 껍질에서 대량의 홀후탈
이 생산되고 있다. 오탄당의 제조는 1930년 Schreiber³⁾
의 연구에 의해서 농산폐자원에서 제조하는 방법이
보고되었다. 이외에도 Hudson⁴⁾ Monroe⁵⁾, Ling⁶⁾,
Ueda⁷⁾ 등의 연구가 있다. 오탄당의 발효원료로서의 이
용에 관한 연구로서는 아황산 팔프액에서 효모제조
공정에 관한 것에 Holderby⁸⁾ 등의 보고가 있다. 이
계통의 연구는 세계 제 1차 및 2차 대전시 독일에서 많
은 연구가 진행되었고 목재당화 및 그로부터 단백질합성

에 관한 연구는 현재 소련에서 왕성하게 진행되고 있는 것으로 전해진다⁹⁾. 버짚, 왕겨에서 당화액을 제조하여 효모를 제조하는 연구에는 高田 등의 연구가 있다¹⁰⁾.

섬유질을 원료로 포도당 혹은 단세포단백 생산에 관한 연구는 극히 최근의 일이다. cellulase는 오래전 부터 알려져 왔으나 천연 cellulose를 분해하는 속도가 늦어 기질을 적당한 방법으로 전처리하여 효소로 분해 시켰다.

Solka Floc을 원료로 고온에서 분해한 후 Reese¹¹⁾ 등과 Ghose¹²⁾는 *Trichoderma viride* cellulase와 cellulase 분해산물인 cellulose에 의한 효소저해작용을 없애기 위해 *Aspergillus*의 β -glycosidase를 사용하여 glucose 생산에 관한 연구를 하였다. 특히 Ghose는 연속 당화법을 연구 하였다.

Toyama¹³⁾ 등은 버짚을 peracetic acid로 전처리하여 *Trichoderma viride* 및 *Aspergillus niger*가 생산하는 cellulase로 원료인 버짚을 74% 분해시켰다고 발표하였다.

Han^{14, 15)} 등은 사탕수수 쪼꺼기인 bagass에서 섬유소단세포 단백질 생산에 관하여 연구하였으며 현재 미국 정부에서 이에 대한 연구를 계속하고 있는 것으로 알려져 있다. 우리나라의 경우 섬유 분해효소에 관한 약간의 연구 외에는 농산폐자원의 당화 혹은 단세포단백(SCP)생산에 관련된 연구는 전연 없다. 이러한 현실에서 본 연구팀은 1972년도 과학기술처의 연구 용역으로 이 분야의 연구를 수행하고 있다.

지금까지 발표된 cellulase에 관한 연구는 그대부분이 식품 가공에서의 이용면을 주로하였으며 농산폐자원등 섬유질을 당화 시키거나 직접 SCP를 생산하기 위한 연구는 적었다. 농업 생산에서 부산물이 되는 곡류등은 작물이 탄소동화작용으로 합성한 유기물의 전체를 볼때 매우 적은 일부분이며 대부분은 농산폐자원으로 남는다. 또한 매년 지구상의 식물이 태양광선을 이용하여 광합성하는 유기물은 막대한 양이며 이중 cellulose가 약 1/3을 차지하는 가장 많은 양이므로 이를 원료로 glucose 혹은 SCP를 생산하여 발효기질, 사료 혹은 식량으로 이용한다면 그 자원면에서 큰 의의를 갖는다.

6. 세부 기술 사항

가) 농산폐자원의 효소당화

식물 조직중에서 cellulose는 효소작용을 거의 받지 않는 lignin과 결합하여 있으며 cellulose 분자가 서로

결합하고 있어 lignin을 제거하고 cellulose를 팽윤시켜야 분해가 용이하고 빨라지므로 효소의 생산, 기질의 전처리, 효소분해 공정으로 나누어 생각할 수 있다.

효소생산—지금까지의 cellulose함유물 당화에 관한 연구에서는 고체배양에서 생산한 효소제를 사용하였으나 실제 공업적으로 응용하기 위해서는 액체배양법에 의한 효소 생산법이 편리할 것이다. cellulase생산균으로는 세균과 사상균이 알려져 있으나 세균의 효소 활성은 극히 낮아 사상균이 이용된다. 이때 사용하는 배지는 사상균 일반 배지인 Czapeck-Dox 배지에서 탄수화물을 제거한 염용액에 영양원 및 효소유도제로서 전처리한 농산폐자원 분말을 cellulose를 기준으로 하여 2.0% 첨가하고 배양조기 사상균의 생육을 촉진시키기 위해 포도당 혹은 당밀을 0.5~1.0% 첨가한 배지를 사용한다.

농산폐자원의 전처리—식물조직을 효소로 분해 시키기 위해 220°C로 가열하는 방법^{11, 12, 16, 17)} NaOH등 알칼리 용액으로 처리하는 방법^{14, 15)}, peracetic acid¹³⁾로 처리하는 방법 등이 알려져 있으나 농산폐자원은 일반 식물조직과 달리 hemicellulose의 함량이 높아 고온으로 가열하거나 alkali로 처리하면 이들이 분해되거나 lignin과 함께 용출되므로 기술적인 문제가 생긴다.

peracetic acid는 hemicellulose에는 작용하지 않고 lignin에만 작용하여 전처리 효과가 좋으나 원료비가 다른 것보다 비싼것이 흠이다.

효소분해—전처리한 농산폐자원을 cellulase 생산 사상균의 배양액과 적당한 조건 (보통 pH5.0, 온도40°C)에서 24—48시간 때때로 교반하면서 반응 시킨다. 반응시킬 때 기질의 농도에 따라 당화액의 농도가 결정되므로 고농도의 당화액을 얻기 위해서는 고농도의 기질을 사용해야 하나 어느정도 이상에서는 효소작용이 생성된 분해 산물로 저해 작용을 받거나 효소활성이 낮아 지므로 1차 당화액에 고체 상태의 효소제와 기질을 첨가하는 방법도 있다.

당의회수—당화액을 발효기질로 사용할 때는 그대로 사용이 가능하지만 glucose 혹은 xylose를 이용하려면 이들을 분리, 정제하여 한다.

당화액 중에는 여러가지의 무기염이 존재하므로 당화액을 ion exchange resin column을 통과시켜 제거하고 cellulose column에서 구성당을 분리 결정화시킨다

나. 농산폐자원을 원료로한 섬유질 SCP 생산

무기염을 함유하는 기본배지에 전처리한 농산폐자원

을 cellulose 함량에 따라 1-3% 첨가하여 섬유소 자화세균을 5일간 배양하여 소화되지 않은 농산폐자원을 찌꺼기를 1차로 분리하고 균체를 원심분리하여 회수한다.

배양시 대부분의 섬유소 자화 세균은 vitamin 요구도가 많으므로 yeast ext. 등을 vitamin 원으로 0.1% 정도 첨가해 주거나 섬유소 자화세균의 cellulose 분해산물인 cellobiose를 분해시킬 수 있는 세균을 혼합배양하여 이 세균의 용해로 얻어지는 vitamin을 이용하기도 한다.

7. 경제적인 검토

농산폐자원을 원료로 포도당을 생산하거나 SCP를 생산하는 것은 아직 연구단계를 벗어나지 못하고 있으므로 제품의 정확한 생산원가 혹은 생산을 위한 시설투자의 규모를 산출하기가 어렵다. SCP에 대해서는 석유 SCP 단백질과 원료비를 비교하고 glucose 제조에 대해서는 Toyama¹³⁾의 연구물 토대로 전분에서 생산할 때와의 원료비를 비교하여 본다.

7) 농산폐자원 및 석유를 기질로 SCP를 생산할 때의 생산비 비교

석유나 농산폐자원 어느 것을 기질로 사용하거나 탄소원을 제외한 배지성분은 서로 비슷하고 동력이나 시설면에서도 같은 규모로 투자하게 되므로 기질의 원가를 비교하며 이들의 경제성을 알 수 있다.

석유 SCP 1 ton을 생산하기 위해서는 1 ton의 n-paraffin 이 소요되며 섬유질 SCP 1 ton을 생산하기 위하여 벼질 4 ton과 전처리용 Na₂CO₃ 0.6 ton이 필요하게 된다.

n-paraffin의 미국내 가격이 톤당 80불이며 일본에서는 100-250불로 거래되고 있으며 벼질등 농산 폐자

원의 국내 가격은 톤당 벼질 2,600원 왕겨 700원, 보리질 1,500(농협조사월보 7969)이며 Na₂CO₃ 원으로 거래된다. 이들을 기초로 SCP 1 ton을 생산하는데 필요한 원료비를 계산하면

석유 SCP

1 ton × 100~250불 × 400 = 40,000원 - 100,000원 (원료소요량) (단가) (환율)

섬유질 SCP

4 ton × 2,500 + 0.6 × 35,000 = 31,000원 (원료소요량) (단가) Na₂CO₃소요량 (원료로 가격이 다른 벼질 보릿질등을 사용할 수 있으므로 단가를 2,500원으로 하였다).

이상에서 석유 SCP의 원료비는 1톤당 40,000원~100,000원 인데 비해 농산폐자원을 원료로한 섬유질 SCP는 31,000원으로 1톤을 생산할 수 있다.

나) 농산폐자원을 원료로한 포도당의 생산

Toyama¹³⁾ 등은 peracetic acid로 전처리한 벼질을 cellulase로 분해시켜 원료의 74%에 해당하는 당화액을 얻었다고 한다. 이는 전처리로 원료벼질의 약 30%가 줄어든 중량의 70%이므로 원래 벼질의 약 50%가 단당류로 분해된 것으로 풀이된다. 즉, 벼질을 적절히 전처리 하면 cellulase로 거의 100% 분해시킬 수 있지만 여기서는 벼질의 약 30%를 분해시키는 것으로 하여 현재 국내에서 glucose 생산 원료로 사용하는 전분과 그 원료비를 비교해 본다.

전분 1 ton으로 glucose 1 ton을 생산할 수 있고 벼질은 4 ton이 필요하며 전처리에서 약 0.5ton의 Na₂CO₃가 필요하게 되므로 원료비는 전분이 톤당 63,000원 벼질과 Na₂CO₃ 31,000원 이다.

이 이외 효소 생산비나 공장 유지비는 그 공정으로서 비슷하므로 원료비를 비교하면 농산폐자원을 원료로 하는 편이 훨씬 유리함을 알 수 있다.

한국 농산폐자원의 산출량

품명	산출량	적요(高田식 산출법) ¹⁾	농림부 식량작물통계(1969년도)
왕겨	80만톤	쌀(400만톤)의 20% ²⁾	120만톤
벼질	600만톤	쌀의 150%	760만톤
보리질	300만톤	보리(200만톤)의 150%	
밀질	51만톤	밀(34만톤)의 150%	490만톤
미강	24만톤	쌀의 6%	

주: 1) 각종폐자원의 산출량의 계산법 Takda등 일본 양조학회지 20, 118(1942)

2) 쌀, 보리, 밀의 생산량은 1971년도 생산량(1971년 12월 14일) 농림부 발표를 기준

8. 원재료의 국내 수급현황

우리나라(남한)의 쌀생산량(1971년)이 400만톤이내 여기서 왕저가 약 80만톤, 벼짚이 약 600만톤이 나오며 보리생산량은 200만톤이내 보리짚이 약 300만톤, 밀짚이 40만톤 나오는 것으로 추산된다.

이들 1,000만톤의 섬유질함량을 30%로 보면 300만톤의 섬유질자원이 산출된다. 이중 30%의 수집이 가능하다면 90만톤의 섬유소를 활용할 수 있다. 실제 폐자원의 정확한 통계수치를 구하기는 극히 어려우며 그 필요가 없었던것이 지금까지의 실정이었으나 위의표와 같이 농산폐자원의 산출량을 계산할 수 있다.

농산가공폐자원 역시 상당량 나오며 수집의 용이성을 고려하면 이들 폐자원의 원재료로서의 가치는 크다. 전분박 12,000톤/년, 맥주박 3,000톤/년, 주정박 25,000톤/년)

9. 참고문헌

- 1) 寺本, 讓學誌. **19**, 430 (1941)
- 2) 大島, 日農化誌. **19**, 897 (1943)
- 3) Schreibe, W.T. et al., Ind. Eng. Chem. **22**, 497(1930)

- 4) Hudson et al., J. Am. Chem. Soc. **49**, 1601 (1918)
- 5) Monroe et al., J. Am. Chem. Soc. **41**, 1002(1919)
- 6) Ling, J. Chem. Soc. **123**, 620(1923)
- 7) Ueda, 工化 **28**, 128(1925)
- 8) Holderby, J.M., Ind. Eng. Chem. **43**, 1702 (1951)
- 9) Kozalov, A.I., Gidrolizi Lesokhim. Prom. **18**, 25(1965)
- 10) 高田 et al., 醸學誌 **20**, 118(1942)
- 11) Katz, M. and E.T. Reese. App. Microbiol. **16**, 419(1968)
Microbial 16, 1140(1968)
- 12) Ghose, T.K., Biotech. Bioenz. **11**, 239(1969)
- 13) Toyama, N. and K. Ogawa: 4th Intern. Ferment. Sym. Abst. p144(1972)
- 14) Han Y. W. and V. B. Srinivasan, Applied Microbiol. **16**, 1140 (1968)
- 15) Han, Y.W., C.E. Dunlep and Callihan: Food Technol. **25** 130(1971)
- 16) Krupnova, A.V. and V.J. Sharkov: Gidrolizn. i Lesokhim. Prom. **16** 8(1963)
- 17) idem: ibid **17**, 3 (1964)