

## Aspergillus sydowi SW 4-1의 지방질 생산에 관한 연구

고 경·나혜복\*·박성오

서울여자대학교 식품과학과,\*영양학과

### Production of lipid by *Aspergillus sydowi* SW 4-1

Kyoung Kough, Hye-Bock Na\* and Sung-Oh Park

Department of Food Science

\*Department of Food Nutrition, Seoul Woman's University

#### Abstract

A mold producing large amounts of lipid were isolated from leaves, arable soils, rice straw, cow feces, compost heaps and fermented soybeans. Among various sources, the microbes from leaves produced the large amount lipids, which were identified as *Aspergillus sydowi* SW 4-1. This study was focused mainly on the optimization of cultural conditions for lipid production by *A. sydowi* SW 4-1 and the characterization of the produced lipids. *A. sydowi* SW 4-1 was cultivated in a medium containing 27% sucrose for 17 days at 27°C. Biomass was 4.99g/100 ml of the cultural medium and lipid content was 41.4% on a dry biomass basis. The major fatty acids were palmitic acid, stearic acid, oleic acid, and linoleic acid.

Key words: single cell oil, fungal lipids, *Aspergillus sydowi* SW 4-1, fatty acid composition

#### 서 론

세계인구는 급속하게 증가하고 있지만 식량난의 문제는 인구증가를 따르지 못하므로 앞으로 식량난은 더욱 심각해질 수밖에 없는 실정이다. 이와 같은 현황에서 특히 단백질과 함께 지질의 부족을 해결하기 위해 새로운 자원중의 하나인 미생물이 좋은 급원으로서 오래 전부터 연구되어 왔으며 Hiditch<sup>(1)</sup>가 구성 지방산의 분석방법을 확립한 이래 미생물로부터 지질을 생산하려는 연구가 시작되어 효모인 *Candida curvata*<sup>(2)</sup>, *Candida 107*<sup>(3)</sup>, *Endomycopsis vernalis*<sup>(4)</sup>, *Lipomyces starkeyi*<sup>(5)</sup>, *Rhodotorula gracillis*<sup>(6)</sup>, *R. glutinis* var. *glutinis* sp.<sup>(7)</sup> 등과, 곰팡이인 *Mucor mucedo*<sup>(8)</sup>, *A. terreus*<sup>(9)</sup>, *Penicillium soppi*<sup>(10)</sup> 등에 관한 연구가 수행되어왔다. 미생물 지질 생산은 배양조건에 큰 영향을 받는데, 진균류가 생산하는 주요지방산은 배지 및 배양조건에 따라 그 함량은 다르나, 대두유, 팥콩유, 팥유 등의 주요 지방산 조성과의 비슷한 경향을 보였다고 보고되었다<sup>(9,10)</sup>. 박<sup>(7)</sup>은 지질 다량생산 효모들에 대해 보고하였고, 신<sup>(11)</sup>은 전분을 원료로한 곰팡이의 지방질 생산에 대해 보고하였다. 최근에는 미생물 지질의 대량 생산을 위해 값싼 탄소원의 이용과 새로운 실험 기술을 적용하는 연구가 행해지고 있다<sup>(12-14)</sup>.

본 실험에서는 미생물 유지를 생산하기 위하여 지질을 다량 생산하는 *Aspergillus*속의 한 균주를 분리 선정함 다음 이 균주를 동정하였으며, 그리고 이 균주의 최적 지질 생산을 위한 배양조건과 생산된 지질의 지방산 조성을 분석하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

국내 여러 지역에서 수집한 호박, 나뭇잎, 토양, 볏짚, 퇴비, 메주, 동물의 분을 지질 생산균 분리의 원재료로 사용하였고, malt extract agar를 이용하여 순수분리하였다. Singh와 Sood<sup>(9)</sup>의 방법에 따라 지질 생산 배양기에 균을 배양한 후 soxhlet 장치로 지질함량을 측정하고 건조균체량(biomass)이 1.5g/100 ml 이상, 지질함량이 25% 이상인 균주를 박<sup>(7)</sup>의 방법에 따라 일차 선발하였고, 이들 중 *Aspergillus*속으로 간주되고 균체량 및 지질 함량이 가장 높은 균주를 최종 선발해 본 실험의 균주로 이용하였다.

##### 선발균주의 동정

Raper와 Fennell<sup>(15)</sup>의 *Aspergillus* 동정법에 의하여 선발균주를 Czapek-Dox agar와 malt agar의 평판배지에 접종하고 27°C 에서 15일간 배양하면서 독립된 colony의 성장상태, 색, texture, colony 뒷면의 색 등을 육안으로 비교 관찰하였다. 또한, 위와 같은 방법으로 slide 배양

Corresponding author: Kyoung Kough, Department of Food Science, Seoul Woman's University, Nowon-Ku, Seoul 139-774, Korea

하면서 분생포자두의 형태, 경자의 부착상태, 색, 크기를 보았으며, 경자는 배양상태를 hütle cell은 cleistothecia와 균핵의 생성 유무를 micro meter를 사용하여 현미경(Nicon 102, Japan)으로 관찰하였다.

#### 지방질 생산을 위한 최적 배양조건

배양일수에 따른 지방질 생산은 Singh와 Sood<sup>(9)</sup>의 지질 생산 배양 기에 선발균주를 접종하고, 25°C 에서 30 일간 정치 배양하면서 접종 후 7일부터 2일 간격으로 균체량 및 지질 함량을 측정하였다. 이 때 소비된 당은 환원당 측정법인 DNS법<sup>(16)</sup>으로 측정하여 계산하였고, 제조된 배지 중의 C : N 비율이 균체 증식과 지질 생산에 미치는 영향을 검토하기 위하여 C : N 비율을 25부터 95까지 증가시키도록 당을 첨가시키면서 25°C 에서 13 일간 정치 배양하여 지질 생산을 측정하였다. 그리고 당농도의 영향을 보기위하여 sucrose 함량을 9~21% 되도록 조제한 배양기에서 25°C, 13일간 정치배양하여 지질 생산을 측정하였다. 또한, 탄소원의 영향을 알기 위하여 sucrose, glucose, xylose, maltose, arabinose, galactose, lactose, starch, raffinose, glycerine, dextrin, ethyl alcohol, fructose 및 molasses의 농도를 sucrose의 최적 농도와 같은 양을 첨가하여 배양하였다. Amonium nitrate 농도의 영향은 22.1 g/l로부터 23.3 g/l까지 2 g/l씩 차이를 두어 첨가한 후 배양하였고, 질소원의 영향은 NaNO<sub>3</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub>, urea, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>Cl을 질소 농도 9 g/l가 되도록 환산한 양을 첨가하여 배양하였다.

#### 지방질의 추출과 구성지방산의 분별정량

본 연구실에서 변형하여 통상적으로 쓰는 방법으로 지방질을 추출하였으며<sup>(17)</sup>, 배양조건에 따라 생산된 지질을 Folch 방법<sup>(18)</sup>에 의하여 정제하였다. Column chromatography에 의하여 분리한 비극성지질의 구성 성분은 thin layer chromatography(TLC)에 의하여 분별 정량하였고<sup>(17)</sup>, iodine vapor에 의해 발색시켜 지질의 종류를 확인하였다. 표준지질은 cholesterol, tripalmitin, palmitic acid, cholesteryl palmitate를 사용하였다. TLC에 의하여 분리한 각 지질은 Amente 방법<sup>(19)</sup>에 의하여 정량하였다.

#### 구성 지방산의 분리정량

일반적인 방법으로<sup>(17)</sup> 지방산을 methyl화 한 다음, gas liquid chromatography(Tracor 550, USA : column, DEGS on Chromosorb W, HP)로 지방산을 분리 정량하였다.

### 결과 및 고찰

#### 우수지질 생산균주의 선별

여러 시료로부터 150여종의 균주를 1차 순수분리하여 보관하였다. 각 분리 균주의 지질 생산량을 측정하고 이 중에서 균체의 지질함량이 25% 이상인 균주를 Table

**Table 1. Biomass and lipid production by isolated *Aspergillus* strains**

Strain No.	Biomass (g/l)	Total lipid(g)	Lipid content(%)	Sources
4-1	36.7	10.3	28	Leaves of rose (Red)
4-2	27.1	6.8	25	“
10-2	32.8	9.5	29	Leaves of orchid
12-1	15.1	3.9	26	Leaves of acorn Feces of peafowl
19-2	34.5	9.3	27	from India
27-2	35.4	8.9	25	Feces of monkey
31-1	20.1	5.2	26	Oil cakes
24-3	30.7	7.7	25	“

1과 같이 2차 분리 보관하였다. 2차 분리 균주 중에서 *Aspergillus*속으로 추정되고 균체량과 지질 생산량이 비교적 많은(균체량 3.67 g/100 ml, 지질함유율 28%) 균주 (strain No. 4-1)를 지질 생산을 위한 우수균주로 선별 하였다. 선발균주의 동정을 위해 평판 배양에 의한 관찰을 한 결과 Fig. 1에서 보는 바와 같이 Czapek-Dox agar plate에서 온도를 27°C 로 유지하면서 14일간 배양 하였을 때 colony의 크기가 3~4 cm이었고 색은 회녹색이었으며(Fig. 1a) 그 texture는 velvet상으로서 육안으로 볼 때 *Penicillium*속과 유사하게 보였다. Colony의 뒷면은 적갈색으로 착색되어 있었다(Fig. 1b). Malt agar plate에서 배양했을 때는 Czapek-Dox agar plate에서 보다 더 잘 성장하였고, colony색도 더 진해서 밝은 청록색(Fig. 1c)이었으나 colony 뒷면의 색은 보다 흐린 황갈색으로 착색되어 있었다(Fig. 1d). Slide배양에 의한 관찰을 한 결과 분생포자두는 배지표면 균사에서 유래된 분생포자두는 방사상으로 이중경자와 분생포자가 착생되어 있으며 직경이 50~80 μm이었다(Fig. 1e). 길게 뻗은 기균사에서 유래된 분생포자두는 작고 덜 발달되어서 정낭의 끝부분에만 경자가 복조 또는 단조로 착생되어 있고, 분생포자두의 형태가 원주상이었다(Fig. 1f). 분생포자병은 대체로 길이 200 μm 이상 직경이 4~6 μm이고, 무색으로 세포벽이 두껍고, 오래 배양하면 공포가 많이 관찰되었다(Fig. 1g). 기균사에서 유래된 분생포자병은 길이 50 μm 이하가 대부분이었다. 현미경 사진(Fig. 1d, 1e, 1f)에서 보는 바와 같이 정낭은 난원형으로 무색이고 10~25 μm 직경 7/11 μm이었으나 기균사에서 유래되어 덜 발달된 분생포자두의 정낭은 거의 없거나 훨씬 작았다. 분생포자는 구형이며 청녹색으로 착색되어 있으며 크기는 2.5~3.1 μm이고 주위에 작은 가시가 있었으며, 상자는 복조로 착생되어 있고 기경자는 2~3×5~6 μm 이고, 단경자는 2~2.5×6~7 μm이었다. 그러나, hütle cell, cleistothecia, 균핵은 관찰되지 않았다. 이상과 같은 특성으로 분리 균주는 Raper와 Fennell<sup>(15)</sup>의 동정법에

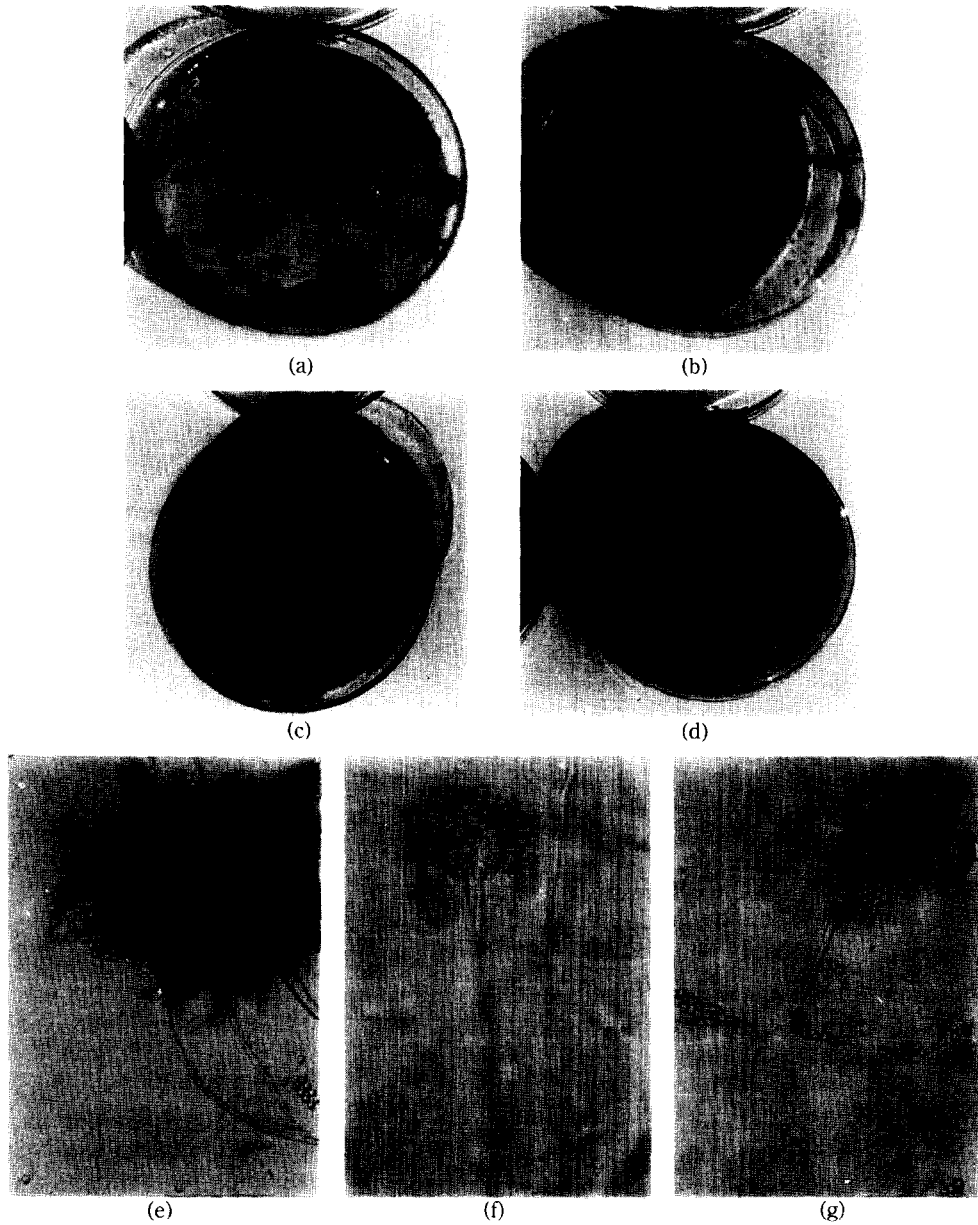


Fig. 1. Different cultural photographs of *Aspergillus sydowi* SW4-1

(a, b) front and rear view of Czapek-Dox agar plate culture, (c, d) front and rear view of malt agar plate culture, (e, f, g) electronmicroscopic figures of fruiting bodies

의하여 *A. versicolor* group에 속한 *A. sydowi* SW4-1로 동정되었다.

지질생산의 최적 배양조건

배양기간이 경과함에 따른 *A. sydowi* SW4-1의 지질 생산을 측정할 결과는 Fig. 2와 같다. 배양 후 1~3일은 균체의 증식이 전혀 없는 유도기를 보였으며, 3~4일

후에 균사가 퍼지기 시작하여 7일이 경과한 후에는 균체량을 측정할 수 있을 정도로 증식하였다. 7일이 경과한 후 배양기간이 경과함에 따라 균체량 및 지질함유율이 점차 증가하여 17일에는 최고치를 나타냈으며 그 이후에는 점차 감소하였다. 이와 같은 결과는 포도당 17%에서 *A. nidulans*<sup>(20)</sup>는 배양 8일에 균체량 56.6 g/l, 지질 함유율 52.8%였으며, *Penicillium javanicum* 과 *Penicil-*

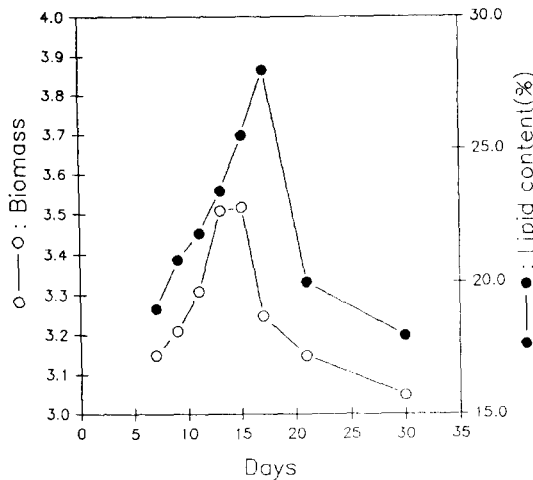


Fig. 2. Effect of incubation periods on biomass (g/100 ml) and lipid contents of *Aspergillus sydowi* SW4-1

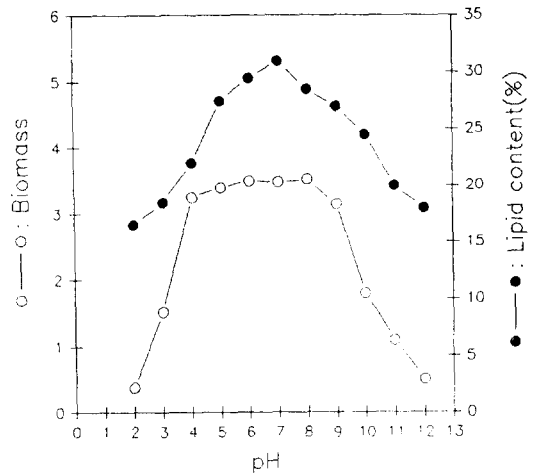


Fig. 3. Effect of initial pH on biomass (g/100 ml) and lipid contents of *Aspergillus sydowi* SW4-1

Table 2. Effect of incubation temperature on biomass and lipid content of *Aspergillus sydowi* SW 4-1

Temperature (°C)	Biomass (g/l)	Total lipid (g)	Lipid content (%)
15	18.2	2.1	11.4
18	25.6	6.6	25.7
21	31.8	8.9	28.1
24	36.9	11.2	30.4
27	35.8	11.5	32.0
30	28.5	8.5	29.8
33	22.6	8.3	27.6

*lium spinulosum*<sup>(20)</sup>은 배양기일 10일로서 각각 균체량 48.8 g/l, 4.236 g/l, 지질함유율 25.8%와 38.1%보다 길었다. 한편 *Penicillium aurantio-breuneum*<sup>(21)</sup>은 40% sucrose에서 16일에 균체량 74.0 g/50 ml, 지질함유율 17.5%로 본균주와 비슷한 배양기간을 나타냈으나, 이 균의 당농도는 40%로 본 실험의 15% 보다 높았다.

배양온도가 *A. sydowi* SW4-1의 균체증식과 지질생산에 미치는 영향을 검토한 결과(Table 2)와 같다. 15°C에서는 균체증식이 느리고 균체의 층도 얇았으나 18°C 이상에서는 균체증식도 빠르며 균체의 층이 두꺼워지고 균체량도 많았으며 온도 상승에 따라 균체량 및 지질함유율도 증가하는 경향을 나타냈다. 균체량은 24°C에서, 지질함유율은 27°C에서 최고치를 나타냈다. 이와같이 균체량 최고치와 지질함유율 최고치에 대한 온도가 각각 상이하며 균체량과 지질함유율을 동시에 생각할 때 *A. sydowi* SW4-1의 최적 배양온도는 27°C였다. 이와 같은 결과는 5°C에서 30°C까지 온도 상승에 따라 대사율이 증가되며 이는 탄수화물의 이용을 높임으로 단백질의 합성을 높이고 부가적으로 지질의 합성도 증가시킨다는

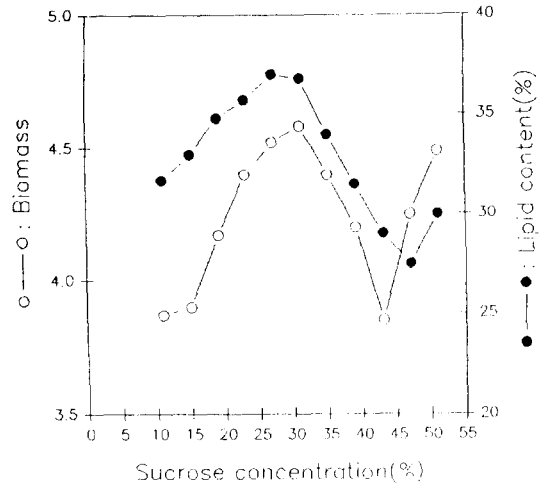


Fig. 4. Effect of sucrose concentration on biomass weight (g/100 ml) and lipid content of *Aspergillus sydowi* SW4-1

Cantrell<sup>(20)</sup>의 보고에 의해 뒷받침되고 있다. 본 균주의 배양온도는 *Penicillium lilacinum*<sup>(21,22)</sup>의 30°C와 *R. gracilis*<sup>(23)</sup>의 28°C와 거의 비슷한 결과를 보였다.

Fig. 3과 같이 *A. sydowi* SW4-1의 성장 pH 범위는 pH 3~11까지의 넓은 범위에 이르며 산성 내지 약알칼리에서 균체량 및 지질함유율이 높음을 나타냈고 pH 2와 12에서는 거의 자라지 못하였다. 한편 pH 6, 7, 8에서 균체량 및 지질함유율이 높았고 그 중 pH 7에서 균체량과 지질함유율이 최고치를 나타냈다. 이와 같은 결과는 *Penicillium javanicum*<sup>(24)</sup>의 지질생산은 약산성내지 약알칼리에서 효과적이라는 보고와 일치하는 결과이며, *Peni-*

**Table 3. Effect of carbon source on biomass and lipid content of *Aspergillus sydowi* SW 4-1**

Carbon source	Biomass (g/l)	Total lipid (g)	Lipid content (%)
Sucrose	44.2	16.3	36.8
Glucose	41.7	7.6	18.3
Xylose	36.4	5.2	14.3
Maltose	41.2	8.6	20.9
Arabinose	47.3	7.6	16.2
Galactose	36.8	3.5	9.5
Lactose	41.3	12.3	19.9
Starch	44.5	10.3	23.1
Raffinose	41.3	7.7	18.5
Glycerine	34.4	11.6	33.6
Dextrin	40.5	12.0	29.7
Ethanol	22.6	2.6	11.4
Fructose	37.6	5.4	14.5
Molasses	24.7	10.6	42.9

**Table 4. Effect of C:N on biomass and lipid content of *Aspergillus sydowi* SW 4-1**

C : N	Biomass(g/l)	Total lipid(g)	Lipid content(%)
145	44.2	16.3	36.8
140	44.6	16.3	36.6
135	34.8	16.9	37.3
130	46.5	17.6	37.8
125	46.2	17.9	38.7
120	46.9	18.5	39.4
115	47.6	19.2	40.4
110	49.5	20.4	41.2
105	50.3	21.0	41.7
100	52.0	19.8	38.2
95	54.6	18.6	34.2
90	57.2	18.0	31.5
85	59.2	17.5	29.6
80	60.7	17.0	28.1
75	58.8	15.7	26.8
70	55.1	14.5	26.3

*cillium javanicum* NRRL898의 효과적인 지질 생산을 위한 pH 범위는 pH 4~8 정도임이 Osman 등<sup>(23)</sup>과 Cantrell<sup>(20)</sup>에 의해 보고 되었는데 이는 본 선발균주의 pH 4~8에서 보인 지질 생산과 비슷한 경향이었다.

배양기 중의 당농도가 *A. sydowi* SW4-1의 균체증식과 지질생산에 미치는 결과는 Fig. 4에 나타났다. 배양기 중의 sucrose 농도에 따라 생성된 균체량과 지질함유율은 각각 차이를 보여 sucrose 농도 27%일 때 지질 함유율은 최고치에 달했으며 균체량은 31%에서 가장 높았으나 균체량과 지질함유율을 동시에 생각할 때 당농도 27%에서 균체량과 총지질함량이 최고치를 보였다. Sucrose의 농도가 증가함에 따라 어느 정도 균체량과 지질함량이 증가하다가 당농도가 높아질수록 균체량 및 지질함량은 감소하는 경향을 보였으며, 지질함량 보다는 균체량이 더 현저한 감소를 나타냈다. 이는 당농도가 높아지면 삼투압의 영향으로 균체증식이 억제되었다고 생각되며 이와 같은 사실은 Lockwood<sup>(26)</sup> 등이 *Penicillium javanicum*에 포도당을 20%에서 50%까지 10% 간격으로 실시한 농도별 실험과 일치하였으며, Shimi<sup>(27)</sup> 등의 *Penicillium spinulosum*과 Pazzaglia<sup>(28)</sup> 등의 *Penicillium glaucum*에 포도당 농도를 20%에서 40%까지 증가시켰을 때 균체증식이 저하된다는 보고와도 일치하였다. 탄소원의 종류가 *A. sydowi* SW4-1의 균체증식과 지질생산에 미치는 영향을 검토하기 위하여 탄소원의 종류를 달리하여 배양한 결과는 Table 3과 같다. Arabinose와 전분을 탄소 원으로 했을 때 균체량이 높았으나 지질함유율은 낮았으며 sucrose의 경우 균체량과 총지질함량으로 보아 지질 생산량이 가장 많아 sucrose를 본 균주의 최적 탄소원으로 결정하였다. 한편 유당, 당밀, 전분, dextrin과 glycerine 등도 우수한 탄소원으로 생각되며, 이는 농산 폐기물을 이용한 값싼 탄소원인 xylose, glycerine, 당밀 등으로부터 효과적인 지질 생산을

보고함으로써 대량생산 가능성을 시사한 Garrido<sup>(29)</sup> 등의 보고에 비추어 볼 때 주목할 만한 사실이다.

질소원으로 ammonium nitrate 탄소원으로 sucrose를 사용하여 C : N 비율을 달리한 배양 기에서 배양한 *A. sydowi* SW4-1의 균체량과 지질함량은 Table 4와 같다. C : N 비율이 감소됨에 따라 균체량은 점차 증가되며 C : N 비율이 80일 때 최고치에 달했고 그 후에 감소되었다. 한편 지질함유율은 C : N 비율이 105일 때 가장 높았으며 그 후 감소되어, 균체량 최고치와 지질함유율 최고치에 대한 C : N 비율이 각각 상이하게 나타났다. 균체량과 지질함유율을 동시에 고려할 때 C : N 비율이 105(ammonium nitrate 0.313g/100 ml)인 경우를 최적 질소 농도로 결정하였다. 이와 같은 결과는 Naguib와 Hanna<sup>(30)</sup>이 *Penicillium lilacinum*은 sodium nitrate 농도 0.32%에서 균체량 및 지질생산이 높았으며, 더 높은 질소농도에서는 지질생산이 저하된다는 농도별 실험결과와 일치하는 경향이 있다. 한편 Duncan<sup>(22)</sup>은 *Penicillium lilacinum*은 배양기중 C : N의 비율이 160일 때 최적이라고 보고하였으며, 본 실험에서는 C : N의 비율이 105 (0.33g/100 ml)일 때 최적이므로 상당히 높은 경향을 나타냈다. 배양기 중 질소원의 종류가 *A. sydowi* SW 4-1의 균체증식과 지질생산에 미치는 영향을 검토한 결과는 Table 5와 같다. 질소원의 종류에 따라 균체량 및 지질함량이 달랐으며 총지질 함량을 고려한 결과 urea가 ammonium nitrate보다 더 우수한 질소원임을 보였다. 한편 ammonium sulfate와 ammonium chloride는 균체량이 가장 적어 총지질 생산량이 거의 미미한 정도이므로 지질 생산을 위한 질소 원으로는 적당치 않음을 보였다. 이와 같은 결과는 Singh과 Sood<sup>(31)</sup>과 Lockwood 등<sup>(26)</sup>의 ammonium sulfate와 ammonium chloride는 곰팡이의 지질 생산을 위한 질소 원으로 적당치 않다는 보고와 일

**Table 5. Effect of nitrogen source on biomass and lipid content of *Aspergillus sydowi* SW 4-1**

Nitrogen source	Biomass (g/l)	Total lipid (g)	Lipid content (%)
NaNO <sub>3</sub>	28.3	7.0	2.6
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	11.0	5.3	4.5
KNO <sub>3</sub>	27.4	5.8	21.2
CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	49.9	21.1	42.4
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	50.3	21.0	41.7
NH <sub>4</sub> Cl	10.6	0.6	5.7

**Table 6. Effect of malt extract and yeast on biomass and lipid content of *Aspergillus sydowi* SW 4-1**

Extract concentration (g/l)	Malt extract			Yeast extract		
	Biomass (g/l)	Total lipid (g)	Lipid content (%)	Biomass (g/l)	Total lipid (g)	Lipid content (%)
0.25	39.1	11.2	28.6	35.9	11.4	31.9
0.27	34.3	9.9	28.8	35.9	11.4	31.9
0.29	37.5	9.2	24.5	38.7	13.3	34.5
0.31	39.8	12.8	32.2	45.0	17.0	36.9
0.33	39.6	10.5	26.4	47.3	17.0	35.5
0.35	36.5	9.9	27.3	40.1	14.1	35.2

치하였으며 이는 질소 원으로 ammonium sulfate와 ammonium chloride를 사용하였을 경우 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 와 Cl<sup>-</sup>의 축적에 의한 배양액의 pH저하로 인하여 지방합성이 저해된다고 Garrido 등<sup>(29)</sup>이 보고하였다.

Malt extract와 yeast extract의 첨가가 *A. sydowi* SW4-1의 균체중량과 지질생산에 미치는 영향을 검토한 결과는 Table 6과 같다. Malt extract를 첨가했을 때 농도에 따른 균체량과 지질함량이 변화는 경향이 없었으며, 균체량도 기본 배지에서 균체량보다 오히려 적었으며 지질함량도 기본배지에서의 생산량에 미치지 못했다. 또한 yeast extract를 첨가했을 때 농도가 증가함에 따라 균체량과 지질함유율이 어느 정도 증가하다가 감소하는 경향을 보여서 3.3 g/l 첨가시 균체량로 최고치였다. 이는 yeast extract를 첨가하지 않은 경우와 유사한 결과로 균체량 증가 및 지질 함유율 증가에 거의 효과가 없다. 이와 같은 결과는 *Fusarium solani* SW3-2<sup>(22)</sup>에 malt extract와 yeast extract를 첨가하였을 때 균체량 및 지질함량 증가에 거의 효과가 없었다는 보고와 일치하였다.

위의 모든 결과를 종합한 Table 7의 최적 지질생산 배양기에 선발 균주를 접종하여 27°C에서 17일간 정지 배양한 결과 *A. sydowi* SW4-1의 균체량은 49.9 g/l, 지질 함유율은 42.4%로 총지질 함량 21.1 g/l이었다.

#### 지방산 조성

*A. sydowi* SW 4-1의 지방산을 분리 정량한 결과는 Ta-

**Table 7. Optimized composition of liquid medium for optimum lipid production**

Sucrose	270 g
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.05 g
FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	0.16 g
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.44 g
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	5.0 g
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	7.3 g
CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	3.13 g
Tap water to pH	100 ml
	7.0

**Table 8. Fatty acid compositions of oil produced by *Aspergillus sydowi* SW 4-1**

Fatty acid	<i>Aspergillus</i> oil(%)
Myristic acid	trace
Palmitic acid	14.7
Stearic acid	16.4
Oleic acid	14.5
Linoleic acid	53.8
Linolenic acid	0.7

ble 8와 같다. 균체유의 주요 지방산은 palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid였다. 이와 같은 결과는 *A. niger*, *A. luchuensis*, *Penicillium crustosum*, *Alternaria tenuis* *Mucor*속 및 *Pythium irregulare*<sup>(39)</sup>의 주요 지방산이 palmitic acid, stearic acid, oleic acid와 linoleic acid라는 보고와 일치하였으며 linoleic acid의 함유율은 *A. terreus*<sup>(9)</sup>의 60.1%보다 낮았다. 대두유의 지방조성을 같이 분석한 결과 대두유는 myristic acid trace, palmitic acid 3.6%, stearic acid 0.1%, oleic acid 23.8%, linoleic acid 64.7% 그리고 linolenic acid는 3.3%이었다. 그러므로 균체유와 대두유를 비교해 보면, 균체유의 palmitic acid와 stearic acid 즉 포화지방산의 합계는 대두유보다 월등히 높았으며 oleic과 linoleic acid 즉 불포화 지방산의 합계는 대두유보다 낮았다.

#### 요 약

나뭇잎, 토양, 볏짚, 깻묵, 우분, 메주로부터 지질을 다량 생산하는 곰팡이를 얻기위하여 *A. sydowi* SW 4-1을 분리 종정하였다. 이 균의 지질 생산 최적조건과 이 균이 생산한 지질의 화학적 특성을 연구한 결과 *A. sydowi* SW 4-1의 최적 배양조건인 27%의 sucrose가 함유된 배양기에 질소원은 urea로 하고 C : N 비율이 105로 17일간, 27°C에서 배양했을 때 생산된 균체량은 49.9 g/l이었고, 지질 함유율은 건물 중량당 42.4%이었다. 최적조건에서 생산된 *A. sydowi* SW 4-1의 지방산 조성은 palmitic acid 27.0%, stearic acid 13.5%, oleic acid 14.9%, linoleic acid 42.3%로 linoleic acid의 함유율이 가장 높았다.