

먹물버섯속균(*Coprinus* spp.)의 형태적 특성에 관한 연구

김용균^{1*} · 김홍규¹ · 이병주¹ · 양의석¹ · 김홍기²

¹충청남도농업기술원, ²충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

Studies on the Morphological Characteristics of *Coprinus* species

Yong Gyun Kim^{1*}, Hong Kyu Kim¹, Euy Seog Yang¹, Byung Joo Lee¹ and Hong Gi Kim²

¹Chungnam Agricultural Research & Extension Services, Yesan 340-861, Korea

²Department of Applied Biology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

(Received June 9, 2008. Accepted June 20, 2008)

ABSTRACT: To develop artificial cultivation and improve some problems such as auto-lysis on commercialization of *Coprinus comatus* that has been known edible and medicinal mushroom, they were conducted for selection of superior strain, suitable culture methods for mycelial growth and fruiting, and morphological characteristics of fruit body. Strain CM 980301 of *Coprinus comatus* was selected as a superior strain for artificial cultivation. Wheat grain and rice straw full-grown compost media were most effective for preparation of spawn and artificial cultivation of *C. comatus*, respectively. Spawn running of *Coprinus* spp. on the rice straw full-grown compost media required to be 15 days from 24 to 28°C. The casing layer incubation before initiation of fruit body formation, required for 13 days at same temperature for spawn running. And then require 10~11 days for initiation and 7~8 days for development of fruit body from 20 to 24°C. The fruit body of strain CM 980301 was harvested within a week from initiation of primordium formation. The hardness of pileus and stipe that were harvested in optimal stage showed 102 to 169, and 128 to 182 g/cm², respectively. Yields of strain CM 980301 from the rice straw full-grown compost media was 37.7 kg/3.3 m². Weight of individual fruit body was 17.9 g in average.

KEYWORDS: Artificial cultivation, Coprinaceae, *Coprinus comatus*, Edible mushroom, Mushroom

먹물버섯속(Genus *Coprinus*)균은 분류학상 주름버섯목(Agaricales) 먹물버섯과(Coprinaceae)에 속하며 세계적으로 764종, 국내에는 58종이 보고되어 있다. 이 균은 치마버섯(*Schizophyllum commune*)과 함께 생육속도가 빠르고 쉽게 자실체를 형성하기 때문에 형태 연구(Buller, 1992, 1928, 1931)에서 교잡 유전 연구(May *et al.*, 1991)까지 담자균 연구의 대표 종으로 많은 연구자에 의해 이용되어 왔다. 먹물버섯속균의 자실체는 주로 동물의 배설물이나 나무 그루터기, 두엄, 퇴비더미, 풀밭에서 발생하며 늦봄부터 가을까지 비가 온 뒤에 많이 발생한다(박, 1994).

최근 먹물버섯(*C. comatus*)이 지니고 있는 식용 및 약용가치가 밝혀지고(Ying, 1987), 배양이 용이하여 산업적으로 이용이 가능할 것으로 기대되어 인공재배에 대한 관심이 높아지고 있다. 주로, 미국, 일본, 네덜란드 등 여러 나라에서 재배에 대한 연구를 하고 있으며(Chen, 2000), 인공재배는 봉지재배(Luo and Qian, 1999; Mei, 1997)와 균상재배(Zhu, 1998)가 가능한 것으로 알려져 있다. 현재 외국에서는 배지 재료로 면자각, 볏짚, 느타리 폐배지 등

을 주재료로 하고 우분, 설탕, 석회, 요소, 인산비료 등을 첨가재료로 사용하고 있다(Luo and Qian, 1999; Ual *et al.*, 1999).

본 연구는 여러 면에서 이용가치가 높으면서도 우리 여건에 보다 적합한 인공재배 방법이 개발되지 않아 국내에서는 인공재배가 되지 못하고 있는 먹물버섯(*C. comatus*)의 보다 특성이 우수한 균주를 선발하고 나아가 인공재배법 개발과 아울러 농업부산물을 활용한 새로운 재배방법의 개발 가능성을 모색하고자 실시하였다.

재료 및 방법

시험균주

본 시험에 사용한 균주는 충남농업기술원에서 보유하고 있던 *C. comatus* CM980301 1균주와 농업과학기술원 응용미생물과에서 분양 받은 *C. comatus* MKACC 50033, MKACC 50405 등 2균주, *C. micaceus* MKACC 50038, MKACC 50144 등 2균주를 사용하였다(Table 1). PDA배지를 *Coprinus*속균의 증식용배지로 활용하였으며 접종후 25°C 항온기에서 10일간 배양한 다음 4°C에 보관하면서

*Corresponding author <E-mail : yonggyuni@yahoo.co.kr>

Table 1. *Coprinus* species used in this study

Isolate ^a	Scientific name	Korean name	Collection year	Source
MKACC 50033	<i>C. comatus</i>	먹물버섯	1994	Korea (Suwon)
MKACC 50405	<i>C. comatus</i>	먹물버섯	1998	Korea (Suwon)
CM 980301	<i>C. comatus</i>	먹물버섯	1998	China
MKACC 50038	<i>C. micaceus</i>	갈색먹물버섯	1994	Korea (Suwon)
MKACC 50144	<i>C. micaceus</i>	갈색먹물버섯	1995	Korea (Jeju)

^aMKACC: Mushrooms of Korean Agricultural Cultrue Collection. CM: Chungnam provincial RDA Mushroom Center.

접종원으로 사용하였다.

종균 및 재배용 배지

종균 증식용 배지와 인공재배용 배지로는 예비 시험결과가 가장 좋았던 밀곡립배지와 볏짚발효배지를 각각 사용하였다. 특히 볏짚발효배지는 이미 농가에서 다른 버섯용으로 많이 사용하고 있어 기술습득이 손쉽고 나아가 농가부산물을 활용할 수 있는 장점을 보유하고 있는 점도 고려되었다.

밀곡립배지 조제는 밀을 끓는 물에 침지하여 삶으면서 수분함량을 약45%로 조절하였다. 수분함량 측정은 적정 수분 함량 간이측정법으로 밀을 횡으로 절단하였을 때 중앙부분의 1~2 mm 정도가 백색원형으로 남아있고 주위는 수분과 열이 침투하여 익은 상태를 기준으로 하였다. 수분조절을 한 밀은 유리수분을 제거한 다음 밀곡립 무게의 2%정도의 석고(CaSO_4)와 1% 정도의 탄산칼슘(CaCO_3)을 첨가하여 밀곡립과 잘 혼합한 다음 1,000 ml 링겔병에 약 1파운드(용적 750~800 ml) 정도를 넣은 후 면전하고 121°C (압력 15파운드, 약 1.1 kg/cm³)에서 90분간 살균하여 사용하였다.

볏짚과 계분을 주재료로 하는 볏짚발효배지의 조제는 현재 양송이 또는 신령버섯 재배에 사용하고 있는 배지로 재배면적 3.3 m²당 마른 볏짚 100 kg, 계분(건) 20 kg, 요소 1.3 kg, 석고 6.3 kg을 기준으로 혼합하여 배지의 수분을 70~75%로 조절한 다음 야외발효, 상압살균, 후발효를 한 다음 재배용 배지로 사용하였다. 야외발효는 배지를 퇴적한 후에 퇴비온도를 60°C까지 올린 다음 뒤집기를 하였으며 약 20일에 걸쳐 수분함량이 70~75% 정도가 유지되도록 수분을 보충해 주면서 모두 4차례 뒤집기를 하였다.

인공재배

먹물버섯의 인공재배시 생육특성을 조사하고자 볏짚 발효 퇴비 배지를 사용하여 균상 재배를 실시하였으며, 종균은 밀곡립배지에서 24°C로 17일간 배양된 균사체를 사용하였다. 접종방법은 층별접종으로 볏짚발효배지와 밀곡립 종균이 골고루 섞이도록 하였다. 종균 접종 후 균배양 관리는 깨끗한 신문지로 볏짚발효배지 위를 덮어 균상을 보호하고 배지 내 수분을 유지하였으며, 배지온도 25~30°C에서 15일간 배양하였다.

균 배양이 완료된 다음, 배지 위의 신문지를 제거하고 수분함량이 65% 정도인 식양토를 formalin으로 소독한 후 약 3~5 cm 두께로 복토하고 신문지로 피복하여 관리하였다. 복토 후 배지온도는 25~27°C에서 13일간 유지하였다.

자실체 발생작업은 복토층 위로 균사가 약 90% 이상 성장했을 때 균사가 보이지 않을 정도로 식양토를 덮고 온도 20~25°C, 광 80~120 Lux 정도로 유지하여 관리했으며, 관수는 복토를 한 3일 후부터 실시하여 복토층이 마르지 않도록 하고 충분히 환기하였다.

버섯발생 후 생육관리는 실내습도 85%로 유지하고, 복토층에 관수하여 배지수분을 유지하였으며, 온도, 광, 환기조건은 자실체 유도기와 동일하게 유지하였다.

자실체 생육특성

볏짚발효배지를 이용한 균상 재배로 발생한 자실체의 형태적 특징과 수량성을 조사하고자 식용이 가능한 시기에 자실체를 수확하여 대길이, 대두께, 갓크기, 갓직경 등 자실체 크기와 개체중, 개체수, 3.3 m²당 수확량 등을 균주별로 수량성을 조사하였다.

결과 및 고찰

균주별 인공 재배한 자실체의 형태적 특징

***Coprinus comatus*(MKACC 50033).** 자실체의 초기 형태는 솜방망이 모양의 긴타원형 이었다가 후기에는 종형으로 된다. 성장기의 갓두께는 얇고, 백색표면에 담갈색의 거친 섬유상 인편이 있다. 주름살은 깊고 뾰뾰하며, 대와 떨어져 있다. 주름살은 초기에는 백색이고 후기에는 분홍색을 거쳐 검은색으로 변하며 완전히 성숙되면 갓 끝부위부터 액화현상이 일어나서 주름살은 없어지고 대만 남는다. 대의 모양은 원기둥형으로 가운데가 비어 있고, 기부는 다소 팽대해 있고, 위부분이 가늘며 길이는 5~25 cm이고, 직경은 1~2.5 cm이다. 턱받이는 조기에 쉽게 떨어진다(Fig. 1).

***Coprinus comatus*(MKACC 50405).** 자실체의 초기 형태는 난형 또는 타원형 이었다가 후기에는 종형으로 된다. 성장기에는 갓의 백색표면에 갈색의 거친 섬유상 인편이 있으며, 갓머리 부분이 회갈색을 띠며 갈색의 사마

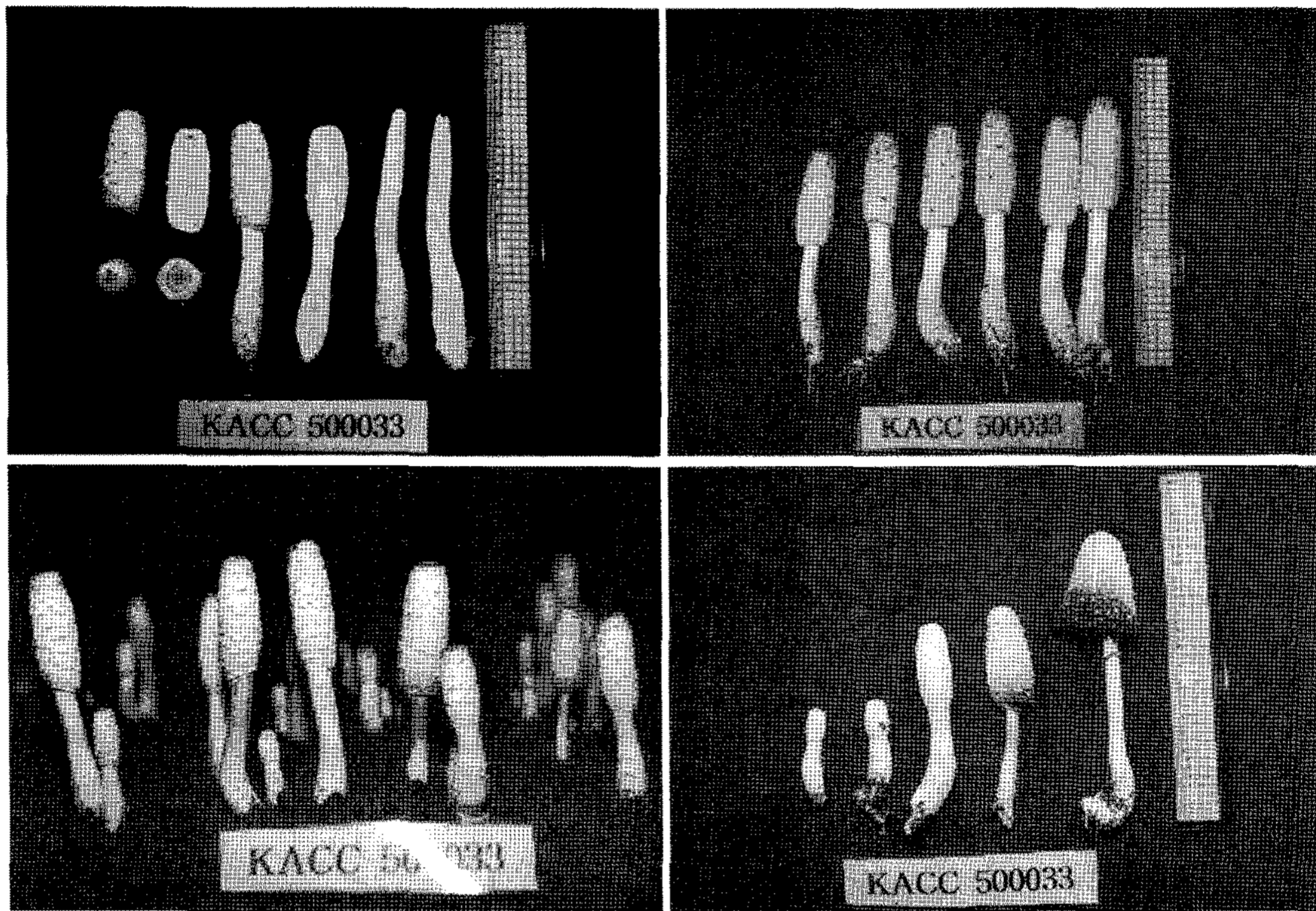


Fig. 1. Fruit bodies of *C. comatus* (MKACC 50033) obtained from artificial cultivation.

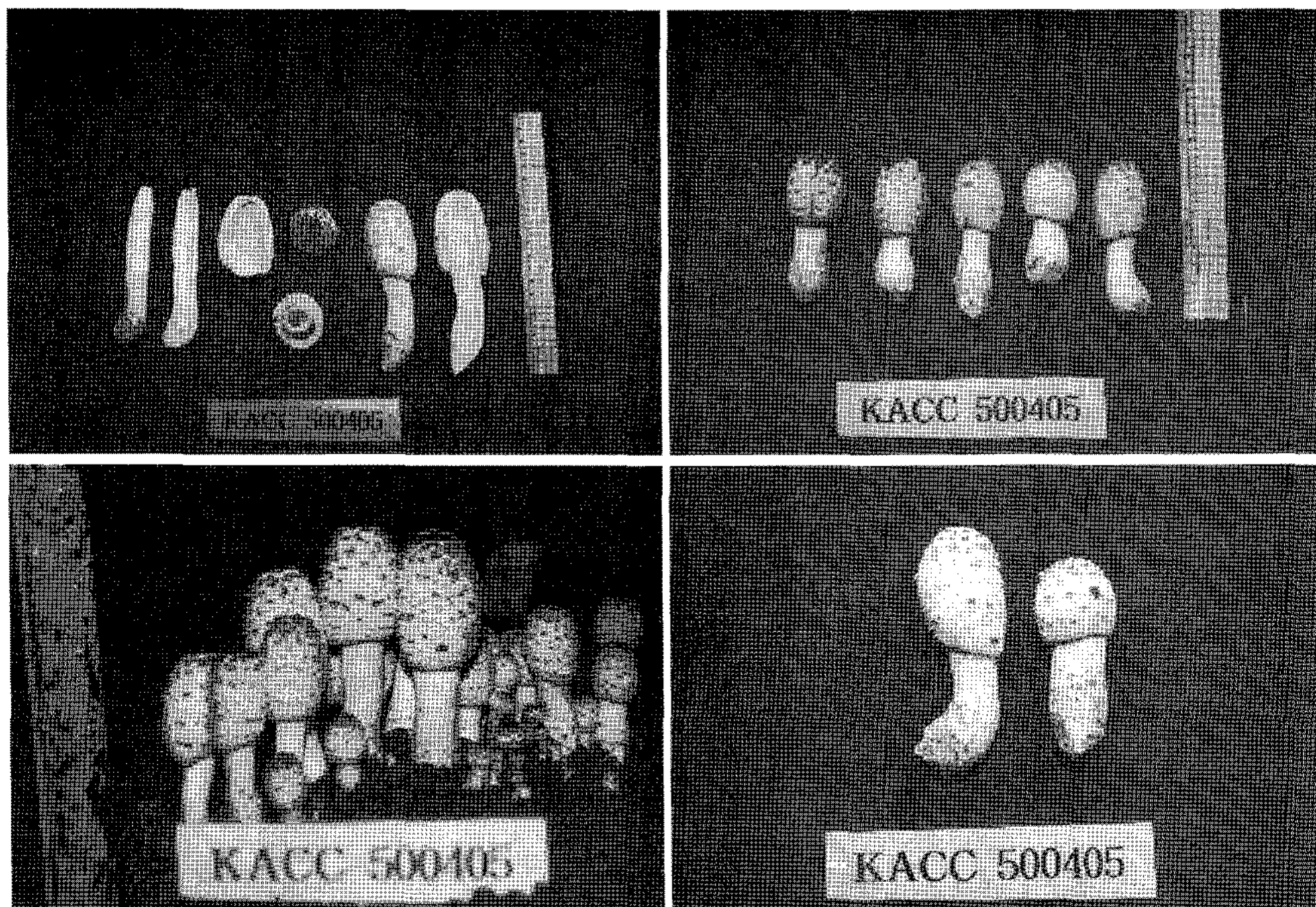


Fig. 2. Fruit bodies of *C. comatus* (MKACC 50405) obtained from artificial cultivation.

귀점을 형성한다. 주름살은 깊고 뽀뽀하며, 대와 분리된다. 주름살은 초기에는 백색이었다가 후에 분홍색을 거쳐 검은색으로 변하며 완전히 성숙되면 갓 끝 부위부터 액화현상이 일어난다. 대는 원기둥형고, 가운데가 비어있으며, 기부는 다소 팽대해 있고 위부분은 가늘며 길이는 5~15 cm, 직경은 1~2.0 cm이다. 턱받이는 조기에 쉽게 떨어진 다(Fig. 2).

Coprinus comatus(CM 980301). 자실체의 초기형태는 원기둥형에서 타원형 이었다가 후기에는 원추형 또는 종형으로 된다. 자실체의 색택은 대부분 백색으로 갓머리 부분이 회갈색을 띠며 갈색의 사마귀점을 형성한다. 생장기에는 갈색의 가시 같은 인편이 있다. 주름살은 깊고 뽀뽀하며, 대와 분리된다. 주름살은 초기 백색이었다가 후에 분홍색을 거쳐 검은색으로 변하며 완전히 성숙되면 스스

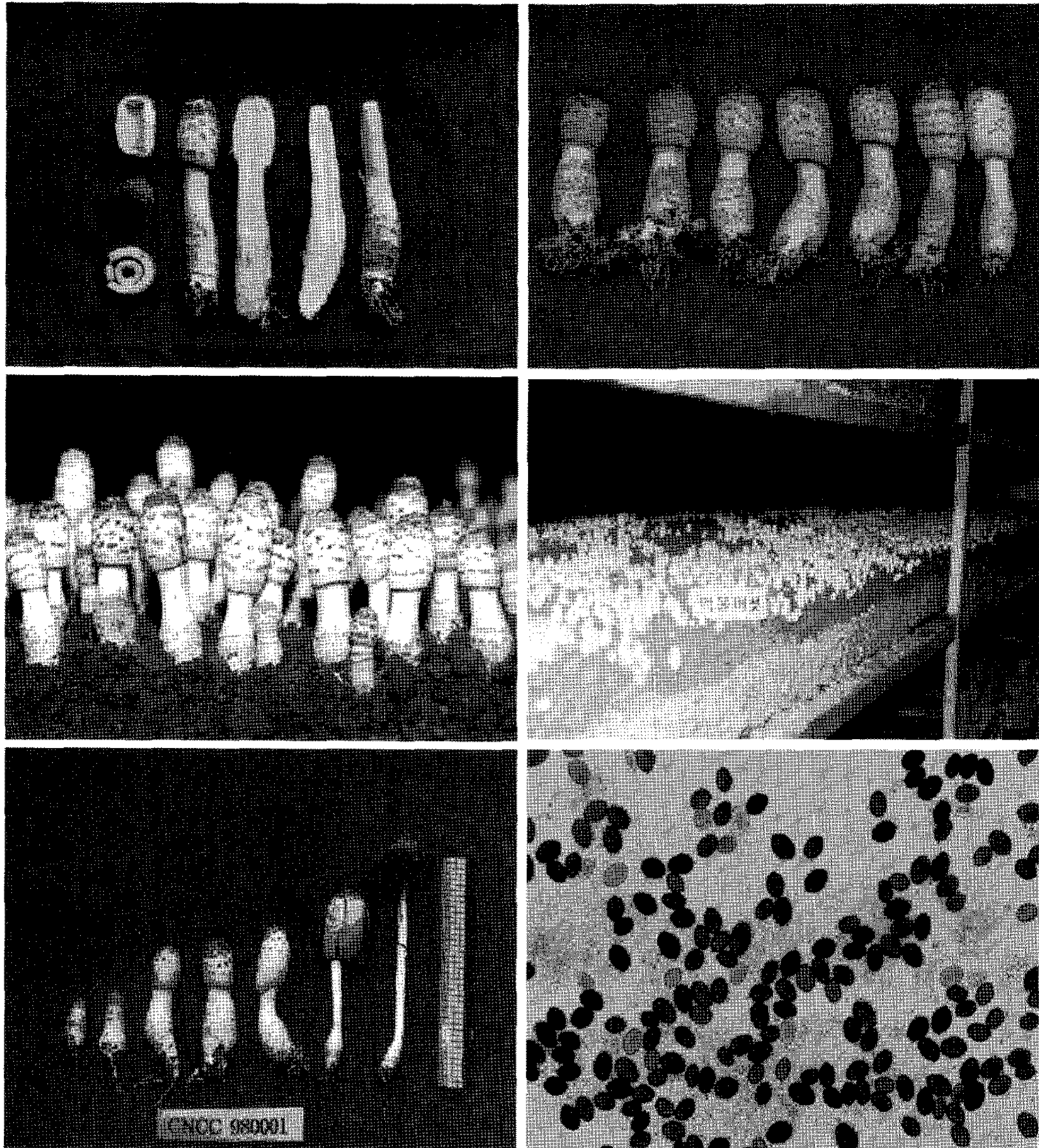


Fig. 3. Fruit bodies and basidiospore of *C. comatus* (CM980301) obtained from artificial cultivation.

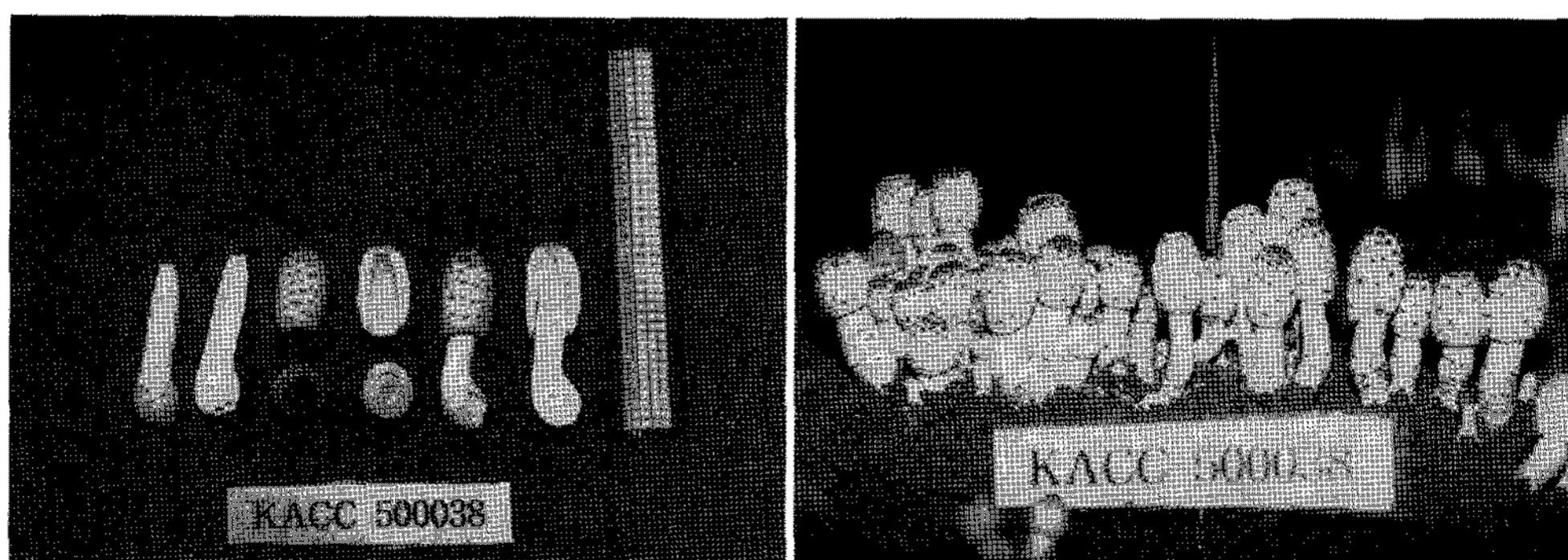


Fig. 4. Fruit bodies of *C. micaceus* (MKACC 50038) obtained from artificial cultivation.

로 용해되어 먹물처럼 되고 대만 남는다.

대의 모양은 원기둥형고, 가운데가 비어 있으며, 기부에는 구근처럼 되어 있으며 위부분은 가늘며 길이는 5~25 cm, 직경은 1~3 cm이다. 대 중상부에 턱받이가 있으며 쉽게 떨어진다. 포자는 검은색으로 현미경 관찰에서 1개 포

자는 암흑색, 타원형으로 크기는 $7\sim 10 \times 10.5\sim 16.5 \mu\text{m}$ 이다(Fig. 3).

Coprinus micaceus(MKACC 50038). 자실체의 초기 형태는 난형 또는 구형이고 후기에 종형이 되며 대체로 연노랑색이다. 생장기에는 표면에 가시같은 갈색의 거친

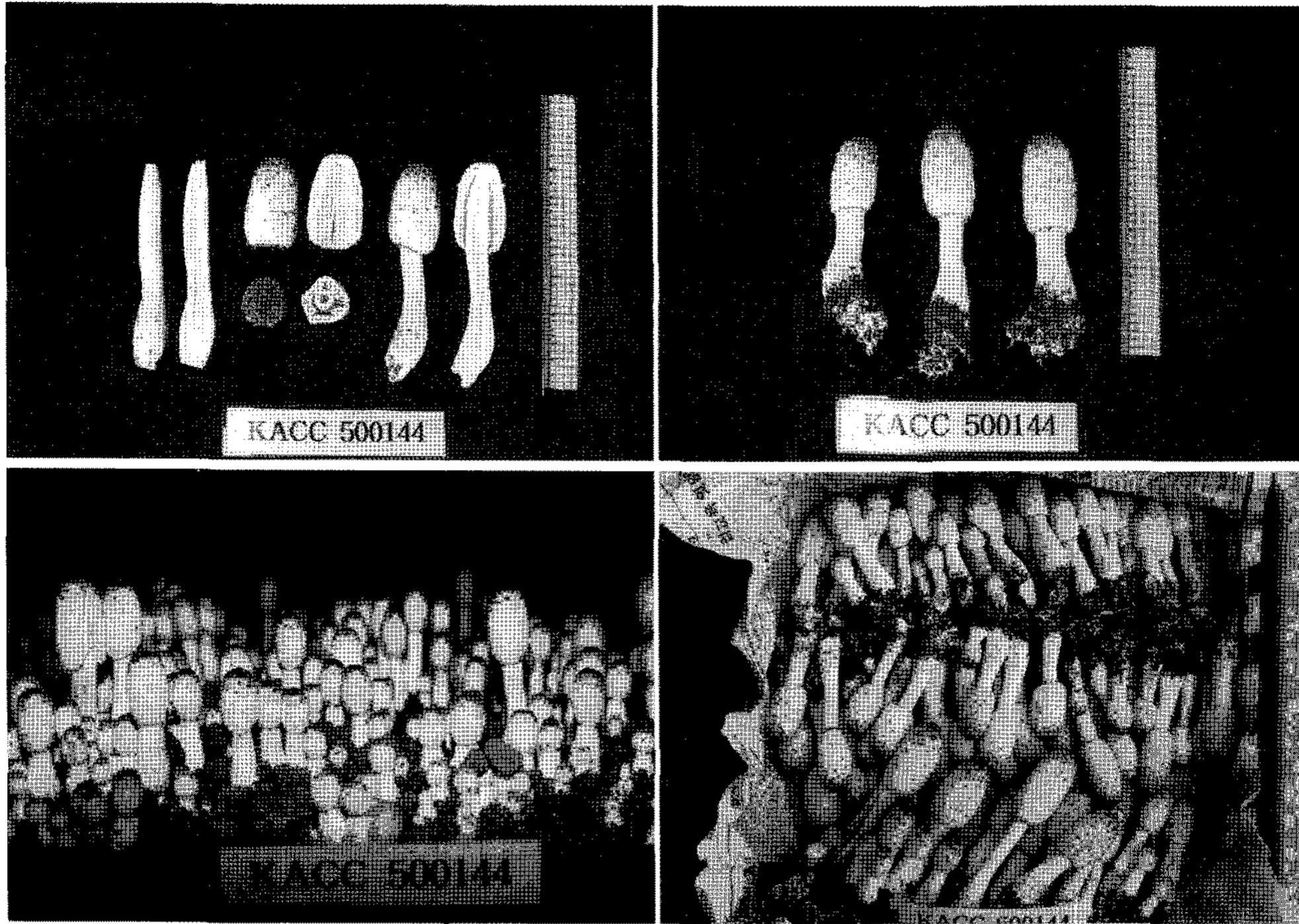


Fig. 5. Fruitbodies of *C. micaceus* (MKACC 50144) obtained from artificial cultivation.

Table 2. Days for artificial cultivation of *C. comatus* (CM980301) on rice straw full-grown compost

Spawn run(days)		Primordia formation (days)	Fruit body development (days)	Optimal harvesting stage (hour)	Gills turning black (hour)
After Spawning	After casing				
15	13	10~11	7~8	8~12	14~20

- Spawn run incubation temperature : 24~30°C
- Primordia formation initiation temperature : 20~24°C
- Fruitbody development incubation temperature : 20~24°C

섬유상 인편이 있다. 주름살은 깊고 뾰뾰하며, 대와 분리된다. 주름살은 초기에는 백색이고 후기에 검은색으로 변하며 완전히 성숙되면 갓 끝 부위부터 액화현상이 일어난다. 대는 원기둥형이며, 가운데가 비어있으며, 기부는 다소 팽대해 있고 위부분은 가늘며 길이는 5~13 cm, 직경은 1~1.8 cm이다(Fig. 4).

***Coprinus micaceus*(MKACC 50144).** 자실체 형태는 초기에 난형 또는 구형이고 후에 종형이 되며 색택은 대부분 연노랑색이다. 생장기에는 표면에 가시같은 갈색의 거친 섬유상 인편으로 덮혀 있다. 주름살은 깊고 뾰뾰하며, 대와 분리된다. 주름살은 초기 백색이고 후기에 검은색으로 변하며 완전히 성숙되면 갓 끝 부위부터 액화현상이 일어난다. 대는 원기둥형이며, 가운데가 비어있으며, 백색이고 기부는 팽대해 있으며 위부분은 가늘고 길이는 5~17 cm, 직경은 1~2.0 cm이다(Fig. 5).

벗짚발효배지를 이용한 인공재배

먹물버섯 재배용 배지로 선발된 벗짚발효배지를 사용하여 재배하였을 때 재배과정별 소요기간을 조사하였다

(Table 2). 국내에서 일반적으로 사용하고 있는 버섯재배사에서 균상재배를 할 경우 단계별 적정온도를 유지하기 위해서는 봄, 가을 적기재배가 적합하였고 종균접종은 재배사 실내 온도가 25°C 이하에서 하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

접종후 균배양은 24~30°C에서 15일이 소요되었고 식양토를 이용하여 복토한 후 배양은 약 13일 정도가 소요되었다.

버섯의 원기형성을 유도하기 위하여 온도를 20~24°C로 관리하고 복토층 표면에 균사체가 보이지 않을 정도로 복토를 더하고, 3일 정도 관수를 멈추고 건조하게 관리한 다음 관수 및 가습을 하여 적습을 유지 하였을 때 10~11일 후에 자실체 원기가 형성 되었다. 원기 형성 후 7~8일 생육 후가 수확적기이다(Fig. 6).

자실체의 품질 및 수량성

국내 버섯재배 실정에 맞게 국내에서 다량 생산되는 농업부산물인 벗짚발효배지를 이용하여 먹물버섯 인공재배에 성공하였다. 우수균주로 선발된 CM 980301(*C.*

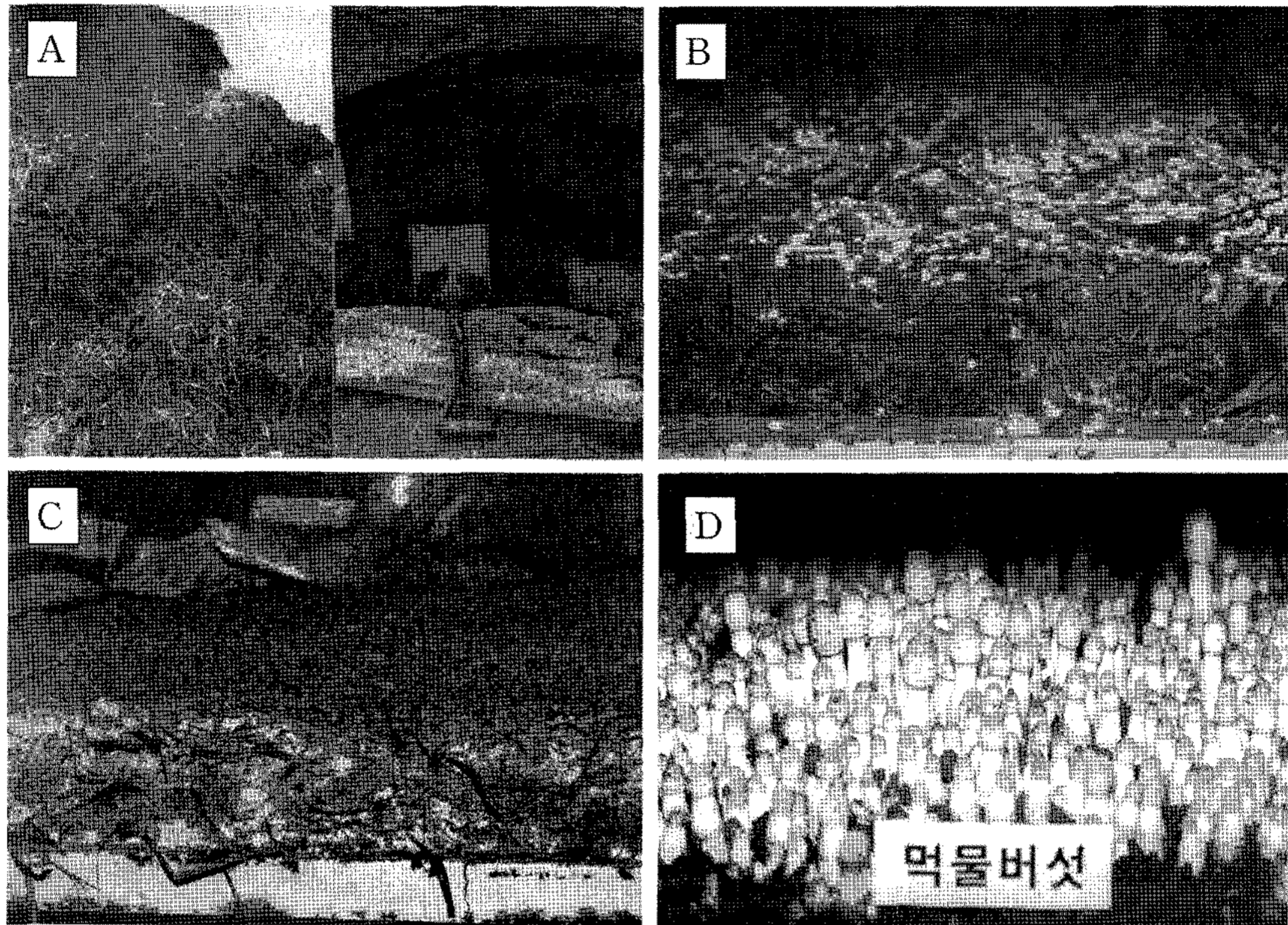


Fig. 6. Cultural process of *Coprinus comatus*. A: Rice straw full-compost and clay loam soil, B: Mycelial growth, C: Covering with clay loam soil, D: Development of Fruit bodies.

Table 3. Yields and characteristics of *Coprinus* fruit bodies cultivated on rice straw full-grown compost

Species	Isolate	Length of stipe (cm)	Diameter of stipe (cm)	Size of pileus (cm)		Individual weight (g)	Fruiting bundle (No/3.3 m ²)	Fruit body yield (kg/3.3 m ²)
				Length	Width			
<i>C. comatus</i>	MKACC 50033	12.8	2.4	5.8	2.2	11.6	1,017	11.8
	MKACC 50405	8.0	2.4	4.2	3.2	18.9	2,095	39.6
	CM 980301	10.4	2.4	4.2	2.6	17.9	2,106	37.7
<i>C. micaceus</i>	MKACC 50038	7.4	1.8	3.8	2.7	12.4	677	8.4
	MKACC 50144	11.2	1.9	4.5	2.4	14.2	2,119	30.1

- Spawn run : 38 days (24~28°C), Primordia formation : 11 days (20~24°C)

- Fruit body development (5 times harvest) : 53 days (20~24°C)

comatus)균주는 물론 *C. comatus*균인 MKACC 50033, 50405 균주와 *C. micaceus*균인 MKACC 50038, 50144 균주도 인공재배하여 자실체 발생에 성공하였다(Table 3).

인공 재배하여 자실체가 발생한 균주에 대하여 버섯의 갓이 피기전 식용적기에 수확하여 자실체 크기 및 수량성을 조사한 결과 KACC 500405 균주는 자실체 수량성도 39.6/3.3로 양호하였으나 자실체의 먹물현상이 빨리 진행되어 버섯을 수확하는 과정에서도 먹물현상이 심하였고, 수확 후에도 저장성이 약하여 상품가치가 낮아져 식용으로 사용하기가 어려웠다. CM 980301(*C. comatus*)균주의 자실체는 대길이 10.4 cm, 대두께 2.4 cm, 갓크기 4.2 cm, 갓직경 2.6 cm 정도였으며, 개체중은 17.9 g이었다. 또한 색택과 모양이 우수하여 상품성이 양호하고, 조직이 단단하여 식용버섯으로서 가치가 다른 균주들에 비하여 좋았고 수량성도 37.7 kg/3.3 m²으로 많았다. 그러나 이들간의 수량성은 같은 종 내에서도 균주 간에 차이가 매우 심해

Table 4. Yields of *C. comatus* fruitbodies cultivated on rice straw full-grown compost

Division	Total (kg/3.3 m ²)	Fruit body development period (kg/3.3 m ²)			
		1 period	2 period	3 period	4 period
CM 980301	44.8	20.8	10.9	7.7	5.4
MKACC 50033	13.2	2.4	5.4	3.9	1.5
Period (days)	53	11	14	16	12

- Spawn run : 38 days (24~28°C), Primordia formation : 11 days (20~24°C)

- Fruit body development (5 times harvest) : 53 days (20~24°C)

유용 균주 선발의 중요성을 실감케 하였다.

먹물버섯의 수확기간은 약 2개월 동안에 4주기 이상을 수확할 수 있었으며 *C. comatus* 버섯의 경우 주로 1~2주기에서 상품성이 우수한 버섯을 수확할 수 있었고, 3~4주기에서는 수확량도 적고, 상품성도 낮았다(Table 4).

적 요

식용과 약용버섯으로서 이용가치가 높은 것으로 알려진 먹물버섯(*C. comatus*)에 대하여 보다 우수한 인공재배법을 개발하고 자실체의 형태적 특성에 대한 연구 결과는 다음과 같다.

먹물버섯속균 5개 균주 중에서 *C. comatus* 균인 CM 980301 균주를 우량균주로 선발하였으며, 먹물버섯(*C. comatus*: CM 980301) 자실체를 생산하기 위한 우수 배지는 종균용으로 밀곡립배지를 사용하고, 먹물버섯을 벗짚 발효배지에 인공재배 하였을 때 24~28°C에서 균배양은 종균 접종 후 15일, 복토 후 13일이 소요되었으며, 원기형성 및 초발이는 20~24°C에서 10~11일이 소요되었고, 버섯생육은 20~24°C에서 7~8일이 소요되었다. 먹물버섯(CM 980301)의 수확적기는 갓이 피기 전으로 자실체 경도는 갓 102~169 g/cm², 대 126~182 g/cm²으로 단단하였고, 인공재배한 수량성은 37.7 kg/3.3 m², 개체중 17.9 g이었다.

참고문헌

박완희, 이호득 1994. 원색도감 한국의 버섯. 교학사. pp. 210-219.
 최철호. 2001. 먹물버섯 재배기술, 월간버섯. 월간버섯사 11:84-88.

Ahn, D. K. 1992. Medical fungi in Korea. *Kor. J. Mycol.* 20:154-156.
 Buller, A. J. H. 1922. Researches on fungi. Vol.: 427, Longman's Green and Co., London.
 Chen, M.-M. 2000. Cultivation techniques for *Dictyophora*, *Polyporus umbellata*, *Coprinus comatus*. Science and cultivation of edible fungi. (Mushroom Science X) 2:543-548. Balkema press, Netherlands.
 Lin Xuan, Zhou Xuan Wei and Tao Yu Feng. 1998. The preliminary report on selection of stock culture medium of *Coprinus comatus*. *Edible fungi of China* 2:22-24.
 Luo Tai Xun and Qian Zuo Mei. 1999. The key techniques of the CC100 *Coprinus comatus* cultivation. *Edible fungi* 4:14-15.
 May, G. L., Chevanton Le. L. and Pukkila, P. J. 1991. Molecular analysis of the *Coprinus cinereus* mating type A fecter demonstrates an expectedly complex structure. *Genetics* 128:529-538.
 Mei Li Ping, Wu Min Fang and Wu Chao Ming. 1997. The outdoor cultivation techniques of *Dictyophora*. *Edible Fungi* 5:27-28.
 Stamets Paul and Chilton, J.S. 1983. The mushroom cultivator. pp. 168-171, pp. 270-272. Agarikon Press. Olympia.
 Stamets Paul. 1993. Growing gourmet and medicinal mushrooms. pp. 210, 224-228. Ten speed Press. Olympia.
 Ual Shue Chang and Jhang Qhue Quan. 1999. The cultivation Techniques for *Coprinus comatus*. *Caoshenggu zaipai jishu*. pp. 29-39. Jhinchun Press. Beijing. in Chinese.
 Ying Jian Zhe 1987. Icons of medicinal fungi from China. Beijing. Science Press. pp. 313, 572-575. in Chinese.
 Zhu Jian Biao. 1998. The cultivation Techniques of *Coprinus comatus* on Shanghai Nan-hui County. 1998. *Edible fungi* 3: 32 (in Chinese).