

과제구분	기본	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	연구실	책임자
표고 신품종 육성 및 안정생산 기술 개발		버섯	'18~	농업기술원 버섯연구소	김정한
표고 우량계통 생산력 검정 및 농가실증 (‘자담’ 육성)		버섯	'18~'21	농업기술원 버섯연구소	김정한
색인용어	표고, 신품종, 톱밥재배, 수량, 고품질				

## ABSTRACT

A new oak mushroom cultivar ‘Jadam’ was bred from monokaryotic strains of ‘Hwadam-18’ and ‘GMLE36295-22’. The optimum temperature for mycelial growth of the new cultivar ‘Jadam’ on potato dextrose agar was 22–25°C. Total cultivation period of the new cultivar, from inoculation to its first harvest, was 122–124 days, shorter to that of the control cultivar ‘Hwadam’. Total yield of ‘Jadam’ was 623.8g per 3kg substrate, and is higher than that of ‘Hwadam’(455.2g). The stipe length and stipe thickness of the new cultivar were shorter than those of ‘Hwadam’. In farmhouse field test, it showed that the period of mycelial growth, browning were shorter than those of control cultivar ‘L808’. The total yield for 2 flush was 543.3g for ‘Jadam’. It was similar to the 585.3g of the control cultivar.

**Key words :** *Lentinula edodes*, New variety, Sawdust cultivation, Quality, Yield

## 1. 연구목표

우리나라 버섯 생산량(2020년)은 큰느타리 47,764톤, 느타리 45,724톤, 팽이 26,128톤, 양송이 20,493톤, 표고 18,468톤 순이며, 생산액은 표고 1,948억원, 양송이 1,423억원, 새송이 1,090억원, 느타리 1,007억원, 팽이 423억원 순으로 생산량은 큰느타리가 가장 많고 생산액은 표고가 가장 높다(2020, 농림축산식품부). 2021년 버섯 수출입 동향에 따르면 팽이 7,860톤(14,404천불), 큰느타리 6,725톤(26,498천불), 느타리 271톤(1,460천불) 순으로 병재배 버섯 3품목이 수출의 대부분을 차지하고 있다. 반면 수입량은 표고가 16,745톤(37,713천불), 양송이 6,645톤(9,029천불) 순으로 특히, 표고 수입량이 병재배 3품목의 수출량보다 많다(2020 농식품수출정보, 한국농수산물유통공사). 또한, 중국으로부터 표고 종균이 접종된 배지(버섯의 종균, HS code 060.290.9040)도 56,606톤이 수입되고 있어 버섯 분야의 무역역조를 해소하기 위해서는 표고 국산품종 육성, 배지 생산 시설 확대 등 표고 생산기반의 확충과 경쟁력 강화가 필요한 실정이다.

우리나라의 표고 톱밥재배는 원통형의 배지를 세워 배지 윗부분에서 버섯을 발생시키는 상면재배(지면재배)와 배지를 눕혀 재배하는 봉형 균상배재로 구분되는데, 최근에 생산효율을 높이기 위해 냉난방 시설을 활용하는 봉형 균상배재 방식이 늘어나고 있다(Kim 등, 2020). 그러나 봉형재배 품종은 중온성‘L808’, 저온성‘추재2호’등 대부분 중국 균주가 활용되고 있어 외국 품종 의존도를 낮추기 위해 국내 품종 육성이 시급한 실정이다. 이에, 본 연구는 표고 봉형 톱밥재배에 적합한 신품종‘자담’에 대한 육성경위와 품종 특성을 보고하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 공시재료

본 연구에서 품종육성을 위한 육종모본으로 사용된 표고 균주는 경기도농업기술원 친환경 미생물연구소에서 육성한 ‘화담’(출원 2019-41)과 수집 보유종인‘GMLE36295’으로 ‘화담’은 갯색이 밝고 대가 굵은 형이고 ‘GMLE36295’는 갯이 평반구형으로 형태가 우수하여 육종모본으로 사용하였다. 선발균주의 배양과 증식을 위해 PDA(potato dextrose agar) 배지를 사용하였다.

### 나. 단포자 분리 및 교배

자실체에서 단포자를 분리 한 후 발아시켜 단핵균주를 얻었다. 받은 단포자는 증류수에 희석하여 평판배지에 약 $1 \times 10^4$  spore/mL를 도말하여 25°C에서 10일간 배양한 후 균총을 현미경으로 관찰하여 clamp가 없는 단핵균주를 PDA배지에 접종하여 분리하였다. 교배는 두 개의 단핵 균주를 같은 평판 PDA배지에 20-25mm 정도 띄워 접종하여, 25°C에서 10-12일간 배양하여 교배하였다. 배양 후 두 균주의 균사가 마주치는 지점에서 균사를 떼어내어 현미경으로 clamp의 존재 유무를 확인한 다음 재배시험용 종균을 제조하였다.

### 다. 톱밥배지의 자실체 특성

톱밥배지 조성은 참나무톱밥+밀기울을 87.5:12.5(v/v)로 혼합하고 여기에 1%의 패화석분을 첨가하였다. 이때 수분함량은 55~60%, 입봉량은 3kg로 충전하여 119°C에서 90분간 고압살균을 실시하였다. 살균이 완료되면 냉각실에서 배지를 15°C까지 식힌 후 자동접종기를 이용하여 배지당 4구에 접종구에 12-15g씩 종균을 접종하고 접종한 구멍은 투명 접착테이프를 봉한다. 균사배양은 20±1°C에서 CO<sub>2</sub>농도 5,000ppm이하의 암조건에서 실시하였으며, 배양 20일차에 접종구를 봉한 테이프를 제거한다. 균사배양이 완료되면 200lux 이상의 명조조건으로 전환하고, 배양 30일차에는 갈변촉진을 위해 2차 침공(Ø3mm×3cm×40개/봉지)을 실시하여 전체적으로 배지 표면이 갈변될 때까지 배양하였다. 갈변이 완료된 생육배지는

냉난방과 공조시설을 갖춘 생육재배사로 옮겨 18°C에서 환기를 시키지 않고 발이를 유도하고, CO<sub>2</sub>농도는 갓 신장을 위해 600ppm이하로 유지하면서 생육을 실시하였다. 버섯 발생은 1주기는 배지 자체의 수분을 통해 버섯 발생을 유도하고 2주기, 3주기는 침봉기를 이용한 관수를 통하여 버섯 발생과 생육을 실시하였다.

## 라. 배양, 발이 및 생육 특성 조사

배양일수는 표고 종균을 접종한 후 배양실로 옮겨진 시점부터 봉지의 하단까지 균사 배양이 완료된 시점까지를 배양일수로 하였고, 갈변기간은 배양이 완료된 시점부터 봉지의 하단부위에 갈변이 완료될 때까지의 기간을 산출하였다. 버섯 발생을 위하여 생육실로 입상된 날부터 버섯 발생이 이뤄진 시점 까지의 기간을 발이기간으로 하였고, 생육기간은 발이시점부터 수확시까지의 기간을 산출하였다. 재배기간은 군사배양, 갈변, 생육기간을 합쳐 산출하였다. 자실체 특성 조사는 국립산림품종관리센터의 '표고버섯 특성조사 요령'에 준하여 실시하였다. 자실체 색도는 Spectrophotometer(CM-2600d, Konika minota)을 이용하여 측정하였으며, 물리성은 Sun rheo meter(COMPAC-100, Sun scientific co.)를 사용하여 갓의 중심부를 측정하였다.

## 마. PCR 다형성 검정

PCR 다형성 분석을 위하여 Universal fungal PCR fingerprinting kit(JK Biotech Ltd., Anseong, Korea)내의 primer를 사용하였다. PCR반응 용액은 10mM Tris-HCl (pH 8.0), 50mM KCl, 1.5mM MgCl<sub>2</sub>, 0.01% gelatin, 100ng prime, 50ng template DNA, 200μm dNTP(dCTP, dTTP, dATP, dGTP) 및 2.5 unit Taq polymerase(Promega, Madison, USA)를 넣고 전체 반응용액은 50μl가 되게 하였다. PCR기기를 이용하여 첫번째 DNA변성을 위하여 94°C에서 4분간, 그 후 cycle에서 DNA변성은 94°C에서 1분, annealing은 55°C에서 1분 및 DNA합성은 72°C에서 2분으로 총 35cycle을 실시하였으며, 최종 DNA합성은 7분으로 하였다. 증폭된 PCR산물은 1.5%의 Agarose gel에서 전기영동 한 후 Ethidium bromide용액에 염색하여 UV lamp하에서 PCR 다형성밴드를 관찰하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 가. 육성경위

표고 톱밥재배용 우수 품종을 육성하기 위하여, 2018년도에 기존 육성품종 및 수집균주의 특성검정을 실시하여 우수한 모본을 선발하였다. 이중에서 '화담'의 18번 단핵균주와 'GMLE36295'의 22번 단핵균주의 교배를 통하여 육성된 계통이 자실체 형태와 수량이 우수하였고 이를 'LE192112'로 명명하였다(그림 1). 'LE192112'는 2020년 특성검정, 2021년 생산력 검정과 농가실증 재배를 순차적으로 진행하여, 2022년 '자담'(Jadam)으로 명명하여 품종

보호출원 하였다.



그림 1. 육성계통도

### 나. 고유특성

‘자담’의 군사생장 적온은 PDA평판배지에서 22~25℃, 버섯발생 및 생육온도는 13~20℃로 ‘화담’의 군사생장 적온 25℃, 버섯 발생 및 생육온도 13~16℃와 차이가 있었다. ‘자담’의 자실체 형태는 평반구형, 발생형은 산발형으로 대조품종과 유사하였다(표 1). ‘자담’의 군사생장은 22~25℃에서 74.4~75.3mm로, 대조품종은 25℃에서 78.2mm로 가장 빠른 성장을 보였다(표 2).

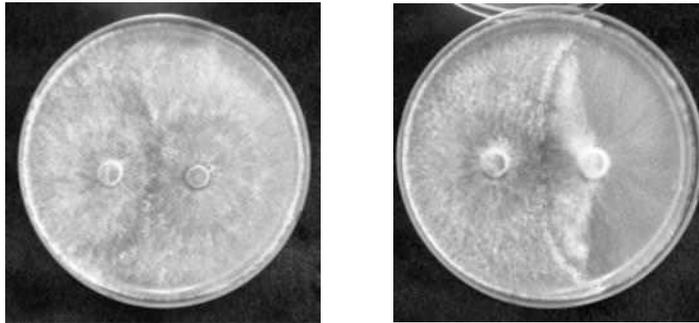
표 1. ‘자담’의 고유특성

품종	군사생장 적온(℃)	버섯 발생 및 생육 온도(℃)	형태	발생형
자담	22~25	13~20	평반구형	산발형
화담(대조)	25	13~16	평반구형	산발형

표 2. ‘자담’의 배양온도별 군사생장

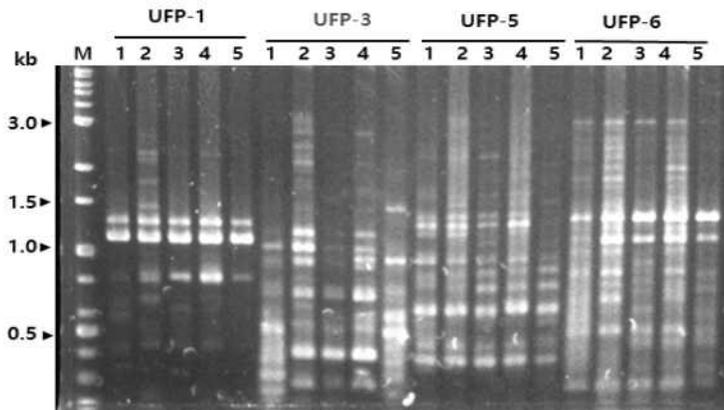
품종	온도별 군사생장(mm/14일) <sup>↓</sup>					
	15℃	19℃	22℃	25℃	28℃	31℃
자담	50.5±4.41	61.1±4.85	74.4±4.28	75.3±5.31	62.8±3.26	15.1±1.84
화담(대조)	26.1±5.46	49.4±9.49	67.2±4.55	78.2±1.50	50.0±2.61	10.7±1.60

↓ PDA평판배지에서 14일후 배양된 군사 colony 직경 측정



좌: '자담', 우: 화담(대조, 모본) 좌: '자담', 우: GMLE36295(모본)  
그림 2. 대조품종 및 모본과의 대치배양

감자한천배지(PDA)에서 '자담'과 대조품종 '화담'의 균사를 대치배양 시(그림 2), 두 품종 간 확실한 대선을 형성하였으며, '자담'의 모본 'GMLE36295'와 대치배양시에도 대선을 형성하였다. 프라이머 UFP를 이용한 RAPD분석시(그림 3), '자담'은 UFP-3 프라이머에서 대조품종 '화담'과 DNA밴드 패턴 차이가 관찰되었다.



※ DNA 다형성 - M: Marker, 1: GMLE36295, 2: GMLE36295-22(단핵균주), 3: 자담, 4: 화담-18(단핵균주), 5: 화담(대조)

그림 3. DNA 다형성 검정

#### 다. 생산력 검정

'자담'의 생산력 검정을 위하여 3kg 봉형의 톱밥배지를 제조하여 재배한 결과는 표 3과 같다. '자담'의 배양일수는 25일, 갈변기간은 86일로 대조품종 '화담'과 차이가 없었으나, 생육일수는 '자담'이 4일로 대조품종의 6일에 비해 2일 짧았다. 생육기간은 '자담'이 7~9일(수확기간 3일)이었으며, '화담'은 6~10일(수확기간 4일)로 '자담'의 수확기간이 1일 짧았다. 1

주기 전체 재배기간은 '자담'이 122~124일로 대조품종이 123~127일로 나타났다.

표 3. '자담'의 재배적 특성

재배양식	계통	배양기간 (일)	갈변기간 (일)	발이기간 (일)	생육기간 (일)	재배기간 (일)
榻榻미재배 (봉형, 3kg)	자담	25	86	4	7~9	122~124
	화담(대조)	25	86	6	6~10	123~127

※ 배지조성 : 참나무榻榻미+밀기울(87.5:12.5, v/v)

'자담'의 생산주기별 수량성은 표 4와 같다. '자담'의 배지당 총발이수는 39.7개로 대조품종 '화담'의 10.7개에 비해 29개 많았다. 3주기 평균 개체중은 '자담'이 44.6g으로 대조품종(44.4g)과 유사하였으나, 유효개체수가 '자담'이 6.3개로 대조품종 보다 2.1개 많았다. 따라서, 3주기 총수량도 '자담'이 623.8g으로 대조품종(455.2g)에 비해 약37% 높았다. '자담'의 주기별 생산비율은 1주기 54.1%, 2주기 32.9%, 3주기 13.0%, 대조품종은 1주기 59.2%, 2주기 29.5%, 3주기 11.4%로 두 품종 모두 2주기까지 생산비율이 각각 87.0%, 88.7%로 1, 2주기에 자실체 생산이 집중된 것으로 나타났다.

표 4. '자담'의 생산주기별 수량성

품종	총발이수 (개/배지)	1주기			2주기			3주기		
		개체중 (g/개)	유효 개체수 (개/봉지)	수량 (g/봉지)	개체중 (g/개)	유효 개체수 (개/봉지)	수량 (g/봉지)	개체중 (g/개)	유효 개체수 (개/봉지)	수량 (g/봉지)
자담	39.7±11.34	25.0	13.5	337.3	51.4	4.0	205.5	57.4	1.5	81.0
화담(대조)	10.7±1.66	33.6	8.7	269.3	47.9	2.8	134.2	51.7	1.0	51.7

품종	평균		주기별 자실체 생산비율 <sup>1)</sup>			총수량 (g/봉지)
	개체중 (g/봉지)	유효개체수 (개/봉지)	1주기	2주기	3주기	
자담	44.6±17.24	6.3±6.33	54.1	32.9	13.0	623.8 a
화담(대조)	44.4±9.54	4.2±4.03	59.2	29.5	11.4	455.2 b

1) DMRT at 5%, 2) 생산비율: 주기별 수량(g)/총수량(g)×100

자실체의 특성 조사결과(표 5), ‘자담’의 갓 두께는 27.7mm, 갓 직경은 59.9mm, 대 길이 41.9mm, 대 굵기 18.8mm로 대조품종(갓 두께 26.2mm, 갓 직경 63.8mm, 대 길이 49.0mm, 대 굵기 24.5mm)에 비해 대 길이와 대 굵기가 다소 작았다. ‘자담’의 갓 명도(L)는 37.6, 적색도(a)는 13.1로 대조품종에 비해 명도는 낮고, 황색도는 높은 특성을 보였다. 표고의 주 식용부위인 갓의 물리성 측정 결과, ‘자담’은 대조품종과 비교시 탄력성, 응집성은 유사한 반면 씹힘성, 깨짐성, 강도, 경도는 낮은 것으로 나타났다.

표 5. ‘자담’의 자실체 특성

품종	갓 두께 (mm)	갓 직경 (mm)	대 길이 (mm)	대 굵기 (mm)	대 길이의 비율 (대 길이/갓 직경)	갓 색도 <sup>↓</sup>		
						L	a	b
자담	27.7	59.9	41.9	18.8	0.7	37.6	13.1	18.3
화담(대조)	26.2	63.8	49.0	24.5	0.8	49.7	9.1	18.3

↓ L(명도), a(적색도), b(황색도)

품종	갓 물리성 <sup>↓</sup>					
	탄력성(%)	응집성(%)	씹힘성(kg)	깨짐성(kg)	강도(kg/cm <sup>2</sup> )	경도(kg/cm <sup>2</sup> )
자담	81.1 <sup>ns, ♯</sup>	66.9 <sup>ns</sup>	1.0 <sup>b</sup>	0.8 <sup>b</sup>	1.9 <sup>b</sup>	3.9 <sup>b</sup>
화담(대조)	71.2	60.7	2.5 <sup>a</sup>	1.8 <sup>a</sup>	5.3 <sup>a</sup>	10.6 <sup>a</sup>

↓ Rheometer(COMPAC-100)(Sun Scientific co.)로 갓 중심부위 측정, ♯ DMRT at 5%

## 라. 농가실증

신품종 ‘자담’의 농가 현장적용을 위해 경기도 소재의 봉형 톱밥 재배농가(배지량 3kg)에서 재배시험을 수행한 결과는 표 6과 같다. ‘자담’은 배양일수 26일, 갈변기간 84일로 대조품종 ‘L808’에 비해 각각 4일, 6일 짧아 전체 배양기간이 10일 단축되었다. ‘자담’의 발이기간은 4일, 생육기간은 5~10일로 대조품종과 차이가 없었고 1주기 재배기간이 ‘자담’ 119~124일, ‘L808’ 129~134일로 10일 정도 짧았다.

표 6. ‘자담’의 재배적 특성(농가실증시험, 용인)

품종	배양기간(일)	갈변기간(일)	발이기간(일)	생육기간(일)	재배기간(일)
자담	26	84	4	5~10	119~124
L808(대조)	30	90	4	5~10	129~134

※ 배지조성 : 참나무톱밥+밀기울+패화석분(85:15:1, v/v)

신품종 ‘자담’의 수량성은 표 7과 같다. 3kg 배지당 총발이수는 ‘자담’이 9.7개로 대조품종의 42.5개에 비해 낮았다. 1주기 개체중은 ‘자담’이 50.5g로 대조품종 보다 5g 높았으며, 반

면 유효 개체수는 ‘자담’이 6.4개로 대조품종의 9.4개에 비해 3.0개 적었다. 2주기 개체중은 ‘자담’이 55.0g으로 대조품종의 35.8g에 비해 19.2g 높았고, 반면 유효개체수는 대조품종보다 1.7개 낮았다. 전체적으로 ‘자담’이 대조품종에 비해 개체중은 높고 유효개체수는 낮았으며 총수량은 543.3g으로 대조품종(585.3g)과 통계적으로 유사한 결과를 보였다.

표 7. ‘자담’의 수량성(농가실증시험, 용인)

품종	총발이수 (개/배지) <sup>↓</sup>	1주기			2주기			총수량 (g/배지) <sup>↗</sup>
		개체중 (g/개)	유효개체수 (개/배지)	수량 (g/배지)	개체중 (g/개)	유효개체수 (개/배지)	수량 (g/배지)	
자담	9.7±2.88	50.5	6.4	323.3	55.0	4.0	220.0	543.3 <sup>ns</sup>
L808(대조)	42.5±9.18	40.5	9.4	381.2	35.8	5.7	204.1	585.3

↓배지량 : 3kg, ↗ DMRT at 5%

실증계통에 대한 농가반응은, 버섯 형태는 대조품종에 비해 우수하며, 18℃ 이상 고온에서도 갓 개산이 적어 여름재배도 가능할 것이라고 하였고, 보완할 점은 1주기 버섯 발이수가 다소 낮으므로 안정적으로 발이수를 향상 시킬 수 있는 재배법 보완이 필요하다고 하였다.



자담



L808(대조)

그림 4. 신품종 ‘자담’ 재배전경

## 4. 적 요

표고 톱밥재배용 우수 품종의 육성을 위해 수집균주 중 우량계통의 단포자 교배를 통해 육성한‘자담’의 주요 특성은 다음과 같다.

- 가. ‘자담’의 균사생장 적온은 22~25, 발이 및 생육온도는 13~20℃이었으며, 자실체 형태는 평반구형이며, 발생형태는 산발형으로 나타났다.
- 나. ‘자담’은 배양기간 25일, 갈변기간 86일로 대조품종(‘화담’)과 유사하였고, 발이기간은 ‘자담’이 4일로 대조품종의 6일보다 2일 빨라 1주기 수확까지 전체 재배일수가 122~124일로 나타났다.
- 다. 3주기 생산성 검정 결과, ‘자담’의 평균 개체중은 44.6g으로 대조품종과 유사하였고, 평균 유효개체수가 대조품종 보다 2.1개 많아 총수량이 623.8g으로 대조품종(455.2g) 대비 약37% 높은 수량을 보였다.
- 라. ‘자담’의 자실체는 대조품종 대비 갓 두께는 유사하나, 대의 길이와 굵기가 짧아 농가에서 선호하는 형태를 보였고, 갓의 물리성 측정결과 대조품종과 비교시 탄력성, 응집성은 유사한 반면, 씹힘성, 깨짐성, 강도, 경도는 낮은 것으로 나타났다.
- 마. 농가실증 결과, ‘자담’은 배양기간 26일, 갈변기간 84일 대조품종(L808)에 비해 10일 짧았으며, 2주기 총수량이 543.3g으로 대조품종 585.3g으로 통계적으로 대등한 결과를 보였다.

## 5. 인용문헌

- Horticulture Business Division of Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2020 Production record of special crops. Sejong: Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- Kim JH, Kang YJ, Baek IS, Shin BE, Choi JI, Lee YS, Lee YH, Jeoung YK, Lee YS, Chi JH, Jung GH. 2020. Characteristics of newly bred *Lentinula edodes* cultivar ‘Hwadam’ for sawdust cultivation. Kor J Mycol 48(2): 125-133.
- Kim JH, Shin BE, Baek, IS, Choi JI, Ha TM, Jung GH. 2021. Breeding of a new cultivar ‘Dadam’ for *Lentinula edodes* sawdust cultivation. J Mushrooms 19(2):96-102.
- Korea Forest Services. 2020. Statistical Yearbook of Forestry. Daejeon: Korea Forest Service.
- Korea Agriculture Trade Information. 2021. Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation. Searching import performance by period [Internet].

National Forest Seed Variety Center. 2008. Guidelines for characterization of *Lentinula edodes*, Chungju: National Forest Seed Variety Center.

## 6. 연구결과 활용제목

○ 표고 신품종 ‘자담’ 육성(’22년 품종보호권 출원)

## 7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도			
						'18	'19	'20	'21
표고 생산력 검정 및 능가 실증	책임자	친환경미생물 연구소	농업 연구사	김정한	시험 설계 및 연구추진	○	○	○	○
	공 동 연구자	친환경미생물 연구소	농업 연구사	백일선	우량계통 생육조사	○	○	○	-
	"	"	"	최종인	우량계통 선발	○	○	○	-
	"	"	"	신복음	우량계통 식미평가	○	○	○	-
	"	"	"	최준영	배지제조 및 분석	-	-	-	○
	"	"	"	김연진	연구결과 통계분석	-	-	-	○
	"	"	"	문지영	병해 조사	-	○	-	-
	"	"	농업 연구관	하태문	농기실증 추진	-	-	○	○
	"	"	"	정구현	연구방향 설정	-	○	○	○
"	"	"	이용선	연구방향 설정	○	○	-	-	