

느타리버섯 배지의 당첨가에 따른 자실체의 당성분함량 변화

전창성, 이서경, 임훈태, 박혜성, 조재한
농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 버섯과

Change of the saccharide content of fruit bodies by the addition of saccharides on oyster mushroom substrate

Chang-Sung Jhune, Suh-Kyeong Lee, Hoon-Tae Leem, Hye-Sung Park and Jae-Han Cho

Mushroom research Division, Department of Herbal Crop Research, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, 80 Bisan-ri, Soi-myeon, Eumseong-gun, Chungcheongbuk-do 369-873, Korea,

(Received November 15, 2012, Revised November 21, 2012, Accepted November 26, 2012)

ABSTRACT: Oyster mushroom is one of the popular mushrooms for Korean people and it is thus one of the mushrooms that were mostly cultivated in Korea in addition to winter and king oyster mushrooms. To promote the consumption in terms of its nutritional value and determine the absorption mechanism in its physiological and metabolic aspects, we investigated the sugar composition of its fruit bodies according to the amount of sugar component in the medium. As a result from the treatment of 4 different sugar components to the sawdust medium of oyster mushroom varieties (i.g., Suhan 1 ho, Yeorum, Chunchu 2 ho), we detected fructose, glucose, ribose, xylose as a monosaccharide with α -lactose and trehalose as a disaccharide. The sugar alcohols were also detected including glycerol, mannitol, myo-inositol, and sorbitol. The sugar components that were detected in all treatments were trehalose, mannitol, α -lactose, fructose, glucose, ribose, and myo-inositol and the rest of the components were found in some treatments with their different quantity included in the fruit bodies. The amount of monosaccharides included in fruit bodies is comparatively low and Suhan 1 ho contained them more than other varieties. There was no remarkable difference in the amount of sugar components in fruit bodies depending on treated sugars and their amounts in the treatment. With the increase of lactose treatment, the sugar components were markedly increased and the amount of trehalose in the fruit bodies was different according to the varieties. Therefore, it is not possible to detect the trend of sugar components according to the medium used in the cultivation. The sugar alcohols in the fruit bodies were comparatively contained more in Suhan 1 ho and Chunchu 1 ho. The amount of mannitol in the fruit bodies was not possible to be detected in terms of its trend according to the treatment. For myo-inositol, its quantity is gradually increasing in Suhan 1 ho and Chunchu 1 ho and it is not possible to detect the trend in Yeorum. In conclusion, we only detected α -lactose as a sugar component that showed a correlation between the amount of treatment and the amount of the fruit bodies. Therefore, the sugar components detected in the fruit bodies were transformed rather than direct absorption into fruit bodies and further studies are needed to address this question.

KEYWORDS : Fruiting body, Sugar alcohols, Oyster mushroom saccharid

서론

느타리버섯은 우리나라에서 가장 많이 소비되고, 기호도가 높은 버섯 중의 하나이다. 버섯은 각종의 다양한 영양소를 가지고 있으며, 건강에 매우 유용한 식품으로 알려져 있다.

국가표준식품성분자료에 의하면 생느타리버섯에 대한 영양성분은 탄수화물이 5.8/100g, 삶은 버섯은 10.4/100g이 있는 것으로 되어있으며, 품종이 다른 생참타리 버섯은 5.3/100g, 삶은 것은 6.1/100g으로 일반성분 위주로 제공되는데, 느타리버섯의 세부적인 당내용에 대한 것을 확인할 수 없었다. 홍 등(1988)에 의하면 느타리버섯속 영양분석에

서 *Pleurotus ostratus*는 fructose, glucose, maltose 등을 함유하고, 한국의 식·약용버섯의 유리아미노산 및 당함량 보고에서 느타리버섯 자실체의 당은 ribose, mannose, glucose, trehalose가 있으며, glucose함량이 가장 높았다고 하였으며(Kim, 2009), 느타리버섯의 생장과과정별 당종류 및 함량변화를 분석한 결과에서는 arabitol, mannitol, fructose, glucose, trehalose이 있으며, 가장 많은 함량은 보인 것은 trehalose이라고 하였으며(Hiroshi 등, 1996, 1982, 1984, 1986, 1987), Yasushi Obatake(1998)에 의하면 재배단계별 느타리버섯 자실체의 당은 glucose, mannitol, inositol, trehalose 등이 함유되어 있으며 가장 높은 것은 trehalose이고, 가장 낮은 것은 glucose이라고 하였다. 홍과 김(1988)은 느타리버섯 자실체에 있는 당은 Glycercol

* Corresponding author <csjhune@korea.kr>

Arabitol Fructose, Glycercol Trehalose 등이 있으며, 가장 많은 것은 Trehalose 이며, 버섯의 갓에는 Arabitol이 없으나 대에는 미량 존재하는 등 버섯 부위 및 크기에 따라 차이가 있다고 하였다.

이와 같이, 느타리버섯에 대한 당 성분종류 및 함량은 다양하게 보고되었는데 이는 느타리버섯 품종, 저장기간, 재배용 배지내의 영양성분의 차이 등에 의해 발생할 것으로 추정할 뿐 정확한 근거를 제시하고 있지 못하고 있다.

본 연구에서는 배지의 첨가한 영양성분이 자실체에 함량 변화에 미치는 영향을 알아보고자 가장 보편적으로 재배하고 있으며, 중온성과 고온성 품종을 사용하여 한천배지에서 균사생장에 영향력이 있다고 판단되는 4가지 당성분을 톱밥배지에 첨가하여 재배한 후 자실체의 당성분 변화를 분석한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

공시품종

본 실험에 사용된 느타리버섯은 Table 12과 같이 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과에 보존되어 있는 ASI (Agricultural Sciences Institute, Suwon, Korea) 균주 중 여름, 춘추2호 및 수한1호 등 3종으로 한천배지와 톱밥배지에서 증식하여 접종원으로 사용하였다.

배지의 조제 및 재배

배지에 처리하는 당종류는 glucose, α -lactose, mannitol, xylose를 사용하였으며, 당농도는 0, 1, 2, 3, 4% 농도로 희석한 물을 톱밥 및 미강을 혼합한 배지에 넣어 68%로 수분 조절하고, 조절된 배지를 850cc 병에 입병하여 살균하였다.

살균된 배지에 공시균주 수한1호, 여름, 춘추2호를 접종하여 실온 23°C, 습도 65%에서 20일간 배양하였고, 버섯재배는 온도 15°C, 습도 95%로 조절된 생육실에서 재배하여 수확하였다.

당 분석 방법

수확 후 당성분을 분석하기 위한 자실체는 냉동하여 동결건조기를 이용하여 건조하고, 분쇄하여 사용하였다. 분석을 위한 전처리는 시료 0.5g을 85% EtOH 25ml과 혼합하여 shaking incubator에서 48h동안 추출한 후 원심분리, 상등액 1ml를 취해 농축하였다. 농축액을 3차 증류수 200 μ l에 용해하고 1ml 주사기에 취해 0.45 μ m syringe filter로 여과하여 HPLC 분석에 사용하였다.

당 분석에 이용된 HPLC의 구성은 Waters 515 HPLC pump, Waters 717Plus Auto-sampler, Waters 410 Differential Refractometer Detector, Waters Column Heater Module, Waters Pump Control Module, Empower pro software를 이용했다. Column은 Grace Prevail Carbohydrate ES 5 μ (250 × 4.6mm)을 사용했으며, 이동상은 75% Acetonitrile 용액을 isocratic mode로 1ml/min으로 흘려주었다. Injection volume는 10 μ l를 주입하였다(Table 1).

Table 1. Analysis condition of HPLC for carbohydrate

Instrument	Waters 515 HPLC pump Waters 717plus auto-sampler Waters pump control module
Column	Grace Prevail carbohydrate ES 5 μ (250 × 4.6mm)
Mobile phase	75% Acetonitrile
Detection	Waters 410 Differential Refractometer detector
Flow rate	0.9 ml/min (isocratic mode)
Injection volume	10 μ l
Oven temperature	27°C
Software	Empower pro

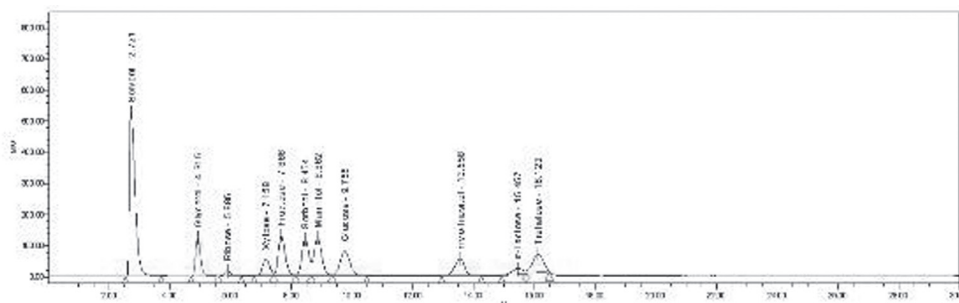


Fig. 1. Spectrum of standard saccharide

Table 2. Standard curve of saccharide

Component	Equation	R ²	Standard Error
fructose	$Y=(2.21 \times 10^2 \times X)-(1.10 \times 10^6)$	0.9998	2.810868×10^4
glucose	$Y=(2.03 \times 10^2 \times X)-(1.66 \times 10^6)$	0.9999	1.467522×10^4
glycerol	$Y=(1.67 \times 10^2 \times X)-(1.41 \times 10^6)$	0.9999	1.694460×10^4
α -lactose	$Y=(5.86 \times 10^2 \times X)-(2.10 \times 10^6)$	0.9997	1.025287×10^4
mannitol	$Y=(2.38 \times 10^2 \times X)-(1.50 \times 10^6)$	0.9999	1.387915×10^4
myo-inositol	$Y=(2.70 \times 10^2 \times X)-(7.64 \times 10^6)$	0.9999	1.240851×10^3
ribose	$Y=(2.86 \times 10^1 \times X)-(3.67 \times 10^4)$	0.9972	1.625337×10^4
sorbitol	$Y=(2.19 \times 10^2 \times X)-(1.44 \times 10^6)$	0.9999	1.734150×10^4
trehalose	$Y=(1.88 \times 10^2 \times X)-(1.30 \times 10^6)$	0.9999	1.239648×10^4
xylose	$Y=(1.02 \times 10^2 \times X)-(8.73 \times 10^4)$	0.9998	1.311008×10^4

Table 3. Saccharide kind and content of fruit body without addition of saccharide in substrate in three oyster mushroom varieties(mg/g)

kind of saccharide		Suhan 1	Yeorum 1	Chunchu 2
Monosaccharide	Glucose	0.47	1.3	1.4
	Fructose	6.8	3.1	5.1
	Ribose	6.6	0.0	3.4
	Xylose	— ^a	— ^a	— ^a
Disaccharide	Trehalose	82.5	128.9	66.8
	Lactose	22.1	14.7	0.0— ^a
Sugar alcohols	Glycerol	— ^a	— ^a	0.3
	Mannitol	23.8	3.2	17.3
	myo-Inositol	4.5	6.5	2.5
	Sorbitol	0.5	— ^a	0.5

^a not detected

당 성분 함량의 정량을 위한 표준물질은 fructose, glucose, glycerol, lactose, mannitol, myo-inositol, ribose, sorbitol, trehalose, xylose를 포함하고 있는 표준물질을 사용하여 분석하였다(Figure 1). 표준용액 농도는 3차 증류수로 2%, 1%, 0.5%, 0.2% 농도로 희석하여 HPLC 분석을 실시하였고, 시료와 표준품의 spectrum을 비교하여 일치되는 성분을 Peak area로부터 standard curve를 작성하여 당 성분의 함량 변화를 정량하였다(Table 2).

결과 및 고찰

품종별 자실체의 당종류 및 함량

느타리버섯 기본배지에 재배한 수한1호, 여름, 춘추2호를 재배하여 자실체의 당함량의 변화를 분석한 결과 단당류는 Fructose, Glucose, Ribose, Xylose가, 이당류는

α -Lactose, Trehalose, 당알코올류는 Glycerol, Mannitol, myo-Inositol, Sorbitol이 검출되었다. 가장 많은 함량을 보인 것은 Trehalose 이었고, 가장 낮은 것은 xylose로 나타났다(Table 3).

당첨가에 따른 자실체내의 단당류의 함량변화

배지에 Glucose, Lactose, Mannitol, Xylose 4종류의 농도별 제조된 배지수분을 첨가 재배하여 자실체의 자실체에서 발견되는 단당류중 Glucose는 3품종 모두에서 검출되었고 처리된 당종류 및 처리함량의 증가에 따라 자실체의 성분함량이 증가되는 경향은 3품종 공히 없었으며, 전반적으로 수한1호가 다른 품종에 비하여 약간 높은 경향을 나타내고 있다(Figure 2).

수한1호에서의 4종의 당처리에서는 Xylose 처리에서 처리농도가 증가함에 따라 ribose 함량이 급격히 증가하였을 뿐 다른 처리에서는 농도의 증가에 따른 어떤 경향 확인되

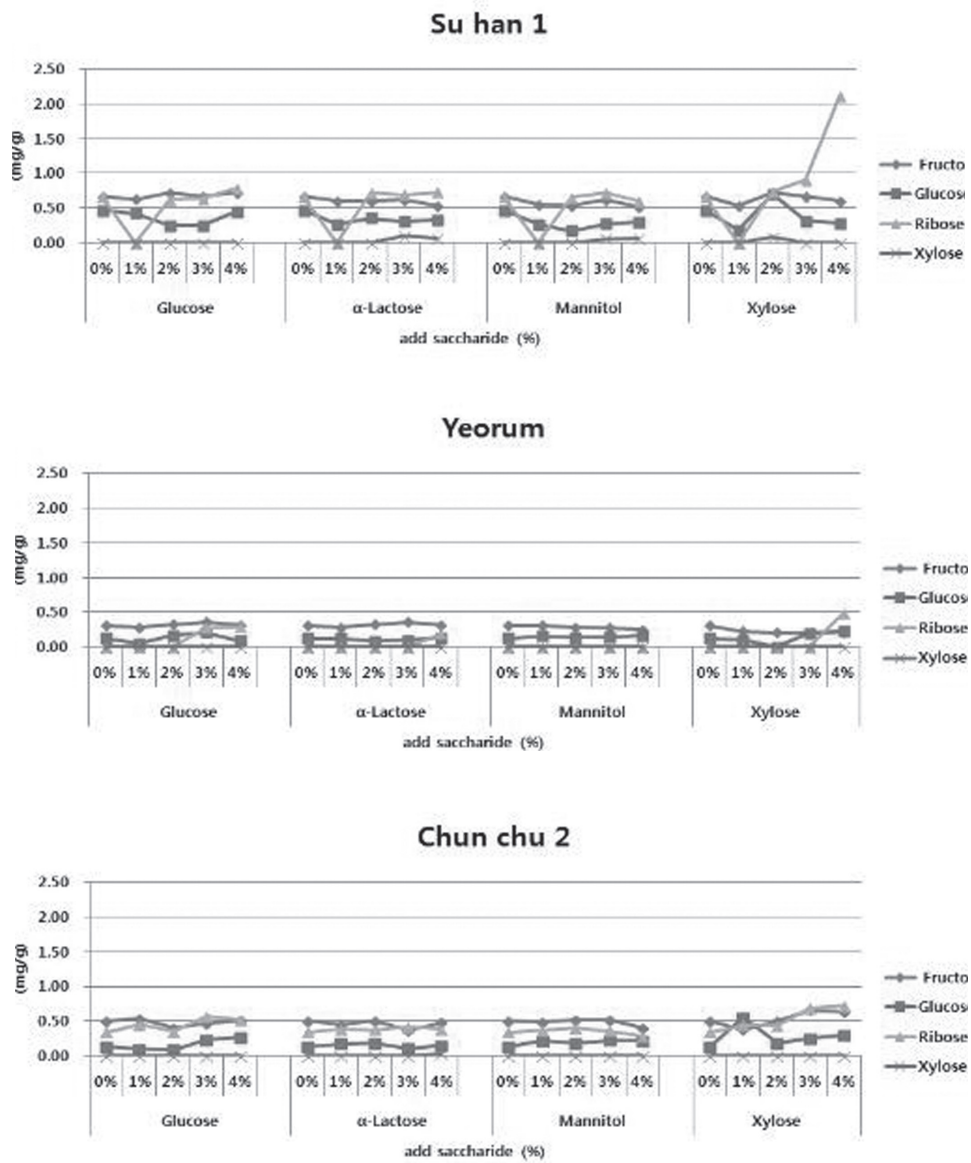


Fig 2. Change of the monosaccharides content in fruiting bodies according to kind of saccharides and addition content on substrates of oyster mushroom

지 않았다. 자실체의 Xylose는 Lactose와 Mannitol 3, 4%와 Xylose 2%처리에서만 확인되었으며, 다른 처리에서는 확인되지 않았다.

여름느타리버섯에서는 Fructose 와 glucose는 배지에 처리한 모든 처리에서 자실체의 성분함량의 변화를 보이지 않았으며, ribose는 Glucose 3%이상, Lactose 4%, Xylose 4%에서 증가되었으며, Mannitol처리에서는 검출되지 않았다. 춘추2호 품종에서는 Xylose의 처리는 처리함량이 증가함에 따라 검출되는 ribose, Glucose, Fructose 등 3종이 모두 증가하는 경향이였다.

당첨가에 따른 자실체내의 이당류의 함량변화

배지에 Glucose, Lactose, Mannitol, Xylose를 농도별로 첨가하여 제조된 배지에서 재배한 자실체 분석결과, 이당류 중 Trehalose, α-Lactose 2종이 검출되었다(Figure 3).

수한품종에서는 자실체의 Trehalose 함량은 일정하지는 않지만 배지중의 당 처리농도에 따른 변화를 보였으며, Glucose의 처리에서는 3%처리까지는 증가하였으나 4%에서는 감소, Lactose 1%처리까지는 증가하였다가 이상의 처리에서는 서서히 감소, Mannitol처리는 2%처리까지는 증가하였으나 이상 처리에서는 감소, Xylose 처리에서는 2%까지는

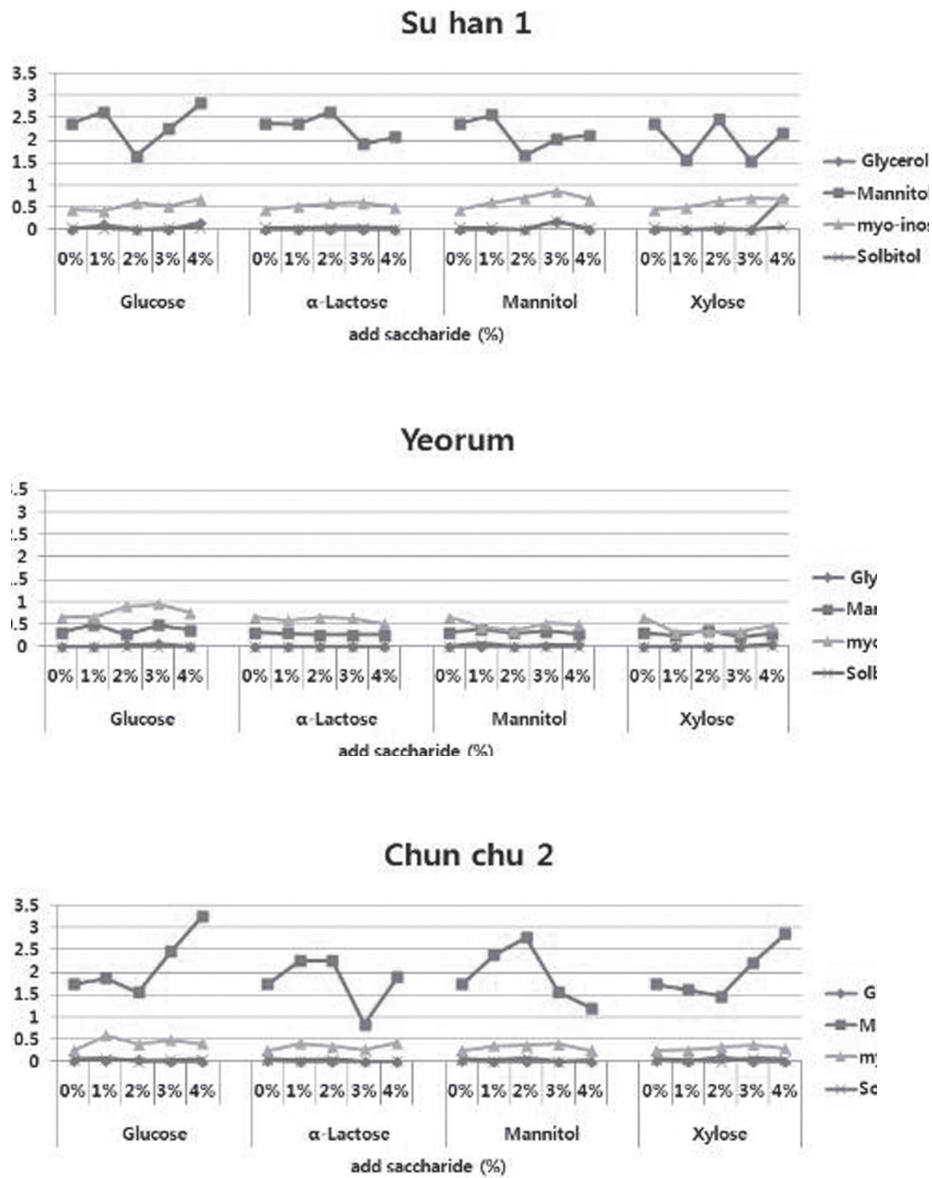


Fig 3. Change of the disaccharides content in fruiting bodies according to kind of saccharides and addition content on substrates

급격히 증가하였으나 이상에서는 감소하는 경향으로 증가하는 농도가 처리 당류에 따라 다른 경향을 보이고 있다. 하지만 자실체의 Lactose는 Glucose, Mannitol, Xylose 처리농도의 증가에 따라 큰 변화가 없거나 농도에 따라 약간씩 증가하는 경향을 보였으나. 하지만 배지의 Lactose 처리구에서는 처리함량의 증가에 따라 급속히 증가하였으며, 4%의 처리에서는 가장 함량이 높은 Trehalose 보다 더 높은 함량을 보였다.

여름느타리버섯의 자실체의 Trehalose 함량은 3품종 중

에서 가장 높은 함량을 보였다. 하지만 Glucose, Lactose 처리에서는 처리농도에 증가함에도 불구하고 증감이 반복되어 처리에 따른 영향은 없는 것으로 보였고, Mannitol, Xylose 처리에서는 처리농도의 증가에 따라 감소되는 경향을 보여 수한느타리버섯과는 다른 양상을 보였다. 실체의 Lactose의 함량은 Glucose, Mannitol, Xylose 처리에서는 수한느타리버섯과 다르게 처리농도가 증가하면서 변화가 없거나 약간씩 감소되는 경향이었다. 하지만 Lactose 처리는 수한느타리버섯과 동일하게 처리농도에 따라 증가하였으며, 증가

량이 적었다.

춘추2호에서 자실체의 Trehalose 함량은 Mannitol 처리를 제외하고는 증가하는 경향을 보이며, 자실체의 Lactose의 함량은 모든 당종류의 처리에서 증가하는 경향이었고, 특히 Lactose의 배지처리에서는 다른 품종과 같이 급속한 증가 경향을 보였다.

이상의 결과를 종합해보면 자실체의 Trehalose와 Lactose 함량은 품종간의 차이가 있고, 배지에 처리한 당종류 및 농도에 따른 반응은 각 품종 별로 차이가 있으며, Lactose는 첨가량처리량의 증가에 따라 같이 증가하므로 자실체의 성분 함량에 직접적인 영향을 줄 수 있는 것이 확인되었다.

당첨가에 따른 자실체내의 당 알코올류의 함량변화

배지에 Glucose, Lactose, Mannitol, Xylose 4종류의 농도별 제조된 배지수분을 첨가 재배하여 자실체의 자실체에서 발견되는 당알코올류는 Glycerol, Mannitol, myo-Inositol, Sorbitol 등 4종이 검출되었다(Figure 4).

수한품종에서는 자실체의 Mannitol 함량은 당알코올류 중에서 가장 함량이 높으며, 모든 종류의 당 처리농도에서 어떤 일정한 경향을 확인할 수 없었다. myo-Inositol의 모든 당종류와 처리농도에서 서서히 증가하는 경향을 보이나, mannitol과 Lactose 처리에서는 4% 처리에서 약간 감소되는 경향이나 무처리 보다는 함량이 많았다. 나머지 두가

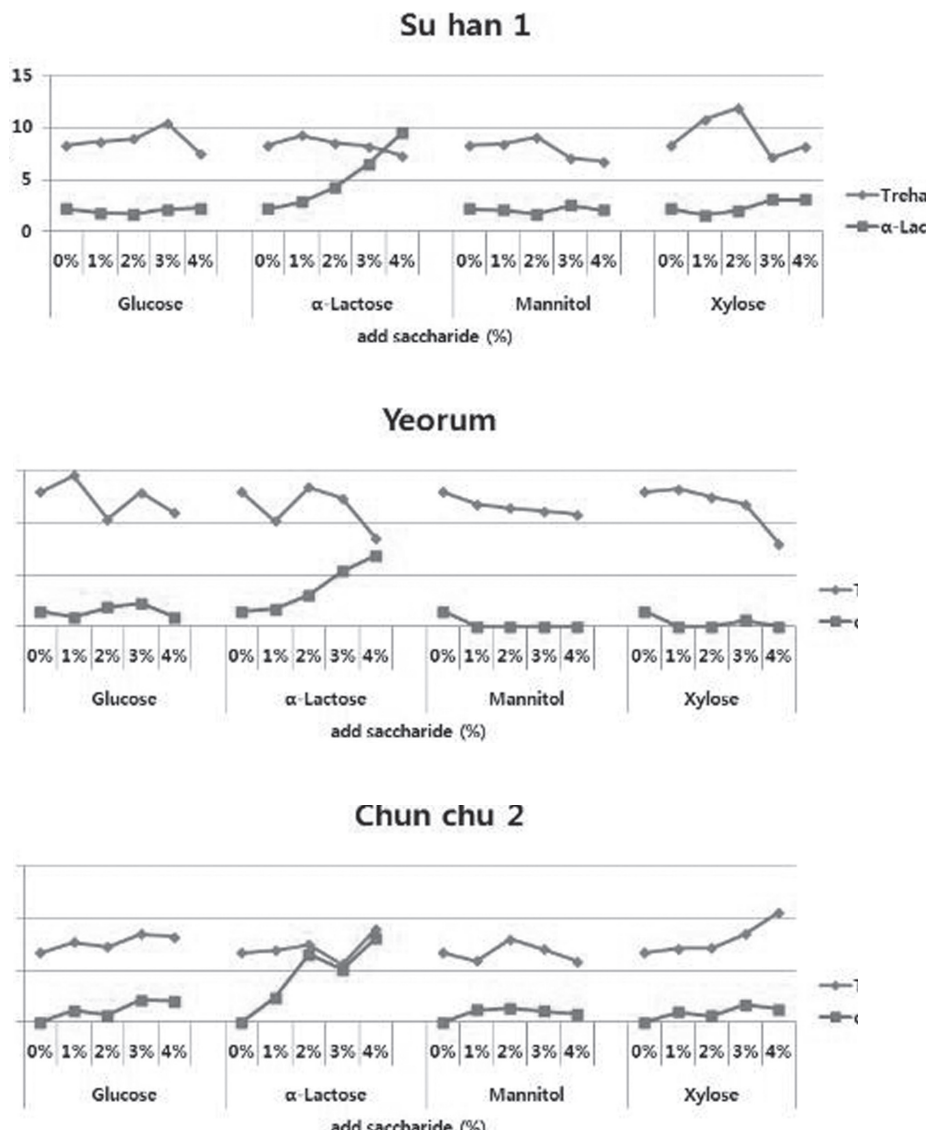


Fig 4. Change of the sugar alcohol content in fruiting bodies according to kind of saccharides and addition content on substrates

지 성분은 매우 미량이었으며, 증감의 일정한 경향을 확인하기 어려웠다.

여름느타리버섯의 자실체의 Mannitol 함량은 수한느타리버섯과는 다르게 오히려 myo-Inositol 보다 낮은 함량을 보이며, 배지중의 처리 당종류 및 농도에 따른 어떤 일정한 경향을 보이지 않았으며, 전반적으로 자실체의 당함량은 낮은 상태를 나타내고 있다.

춘추2호에서는 자실체의 Mannitol 함량이 수한느타리버섯 보다는 약간 낮은 경향을 보이거나 여름느타리보다는 높으며, 처리농도에 따라서는 Glucose, Xylose의 처리에서는 증가되는 경향을 보이거나 나머지에서 기복이 심하여 일정한 경향은 보이지 않았다. myo-Inositol은 모든 처리에서 서서히 증가하는 경향을 보이고 있으며, 나머지 성분은 매우 미량이고, 증감의 일정한 경향을 확인하기 곤란하였다.

이상의 결과를 종합해보면 자실체의 성분함량은 분명한 품종간의 차이가 있으며, 특히 여름느타리버섯이 낮았다. 배지에 처리한 당종류 및 농도에 따른 myo-Inositol 증가는 수한과 춘추2호에서 확인 가능하였으나 당알코올류에서의 Lactose와 같은 확실한 증가 효과를 보이지 않았다.

적 요

느타리버섯은 우리나라 국민에 기호성이 매우 높으며, 가장 많이 생산 소비되는 대표적인 버섯이다. 소비적 측면에서의 영양학적 가치 증진과 생리대사적인 측면에서의 흡수기작에 대한 특성을 확인하기 위하여 배지내 당첨가에 따른 자실체의 당성분 변화를 조사하였다. 느타리버섯 톱밥 배지에 4종의 당을 첨가한 배지에 수한1호, 여름느타리, 춘추2호를 재배하여 자실체를 분석한 결과 단당류로는 Fructose, Glucose, Ribose, Xylose, 이당류는 α -Lactose, Trehalose, 당알콜류는 Glycerol, Mannitol, myo-Inositol, Sorbitol의 성분이 검출 되었다. 모든 처리에서 발견되는 성분으로는 Trehalose, Mannitol, α -Lactose, Fructose, Glucose, Ribose, myo-Inositol 등이며, 나머지 성분은 일부 처리에서만 발견되고, 많은 함량의 순서는 품종에 따라 약간 차이가 있었다. 자실체 내의 단당류는 함량 자체가 낮고, 공시품종 중에서 수한1호가 다른 품종에 비하여 약간 높았다. 처리된 당종류 및 처리함량의 증가에 따라 자실체의 성분함량이 뚜렷이 증감되는 경향은 확인되지 않았다. 배지에 처리된 성분중 Lactose는 처리량의 증가에 따라 모든 품종에서 뚜렷이 증가하였으며, 자실체의 Trehalose 함량은 품종에 따라 차이를 나타내었으나, 배지의 첨가량에 따른 영향은 보이지 않았다. 자실체 내의 당알코올류는 수한과 춘추2호에서는 높은 편이나 여름느타리버섯에서는 낮아 품종간

차이가 있었다. 자실체의 Mannitol 함량은 배지의 당첨가량에 따른 일정한 경향은 없었으며, myo-Inositol은 수한과 춘추2호에서 처리량에 따라 서서히 증가하는 경향을 보였으나 여름느타리에서는 일정한 경향을 확인 할 수 없었다. 배지에 처리한 당류중에 처리량 증가에 따라 자실체의 함량이 품종에 관계없이 증가하는 것은 α -Lactose 뿐이었으며, 자실체에서 발견되는 성분들은 배지성분의 흡수보다는 자실체 내의 대사기작 내에서 합성 또는 전환되는 것으로 추정되며, 앞으로 더 관련 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김재용, 문광덕, 이상대, 조숙현, 강혜인, 이성태, 서권일. 2004. 큰 느타리버섯(*Pleurotus eryngii*)의 이화학적 특성. 한국식품저장유통학회지 11(3) : 347-351
- 안명수, 김형정, 서미숙 2006. 새송이버섯(*Pleurotus eryngii*) 부위별 추출물의 이화학적 특성. 식생활문화학회지 21(3) : 297-302
- 홍재식, 김태영 1988. 느타리버섯, 표고버섯 및 양송이의 유리당과 당알코올 조성. 한국식품과학회 20(4) : 459-462
- Hiroshi Yoshida, Hiroko Sasaki, Suiseki Fujimoto, and Tatsuyuki Sugahara 1996. The chemical components of the vegetative mycelia of basidiomycetes. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi 43(6) : 748-755
- Hiroshi Yoshida, Tatsuyuki Sugahara, Junzo Hayashi. 1982. Studies on free sugars, free sugalcohols and organic acids of edible mushrooms. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 29(8) : 451-459
- Hiroshi Yoshida, Tatsuyuki Sugahara, Junzo Hayashi. 1984. Studies on Free Sugars and Free Sugaralcohols of Mushrooms. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 31(12) : 765-771
- Hiroshi Yoshida, Tatsuyuki Sugahara, Junzo Hayashi. 1986. Changes in Carbohydrates and Organic Acids during Development of Mycelium and Fruit-bodies of Hiratake Mushroom (*Pleurotus ostreatus*). Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 33(7) : 519-528
- Hiroshi Yoshida, Tatsuyuki Sugahara, Junzo Hayashi. 1986. Changes in the Contents of Carbohydrates and Organic Acids in Fruit-Bodies of Hiratake-Mushroom [*Pleurotus ostreatus* (Fr.) Quel] during Development and Post-Harvest Storage. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 34(5) : 288-297
- Hur Yun Haeng. 1989. Studies on free-sugars, sugar

alcohols, amino acids and mineral contents in edible mushrooms. *Korean Journal of Sanitation* 4 : 27 - 32.

Min-Young Kim, Ill-Min Chung, Sun-Joo Lee, Joung-Kuk Ahn, Eun-Hye Kim, Mi-Jung Kim, Sun-Lim Kim, Hyung-In Moon, Hee-Myong Ro, Eun-Young Kang, Su-Hyun Seo, Hong-Keun Song. 2009.

Comparison of free amino acid, carbohydrates concentrations in Korean edible and medicinal mushrooms. *Food Chemistry* 113 : 386 - 393

Yasushi Obatake. 1998. Changes in low molecular weight carbohydrates composition and chitin throughout the cultivation stages of *Pleurotus ostreatus*. *Mycoscience* 39 : 481-485