

# 食用菌在玉米皮渣中生长初探

杜娟<sup>1</sup>, 张春丹<sup>1</sup>, 郭红珍<sup>1,2</sup>, 吴智艳<sup>1,2</sup>, 杨莹霞<sup>1</sup>, 解春艳<sup>1,2</sup>

(1. 廊坊师范学院 生命科学院, 河北 廊坊 065000; 2. 河北省高校食药真菌应用技术研发中心, 河北 廊坊 065000)

**摘要:**以玉米皮渣为原料,采用固态及液态发酵的方式进行食用菌培养,通过直尺测量及高效液相色谱分析等方法测定了杨树菇、杏鲍菇、山鸡1号、毛木耳、鸡腿菇等食药真菌在玉米皮渣培养基中的生长及产酶情况。结果表明:试验中各菌株均可在玉米皮渣培养基中生长,其中榆黄蘑、白玉菇、金针菇、山鸡1号等生长速度超过了其在PDA培养基中生长速度;试验用各菌均有纤维素C<sub>1</sub>酶、木聚糖酶等生成,毛木耳是纤维素C<sub>1</sub>酶和木聚糖酶活性均较高的菌株,其次是海鲜菇,金针菇的纤维素C<sub>1</sub>酶和木聚糖酶活性均最低;各菌均未见阿魏酸酯酶的生成。各菌株发酵液中阿魏酰低聚糖含量不同,以海鲜菇发酵液中最高,为1 516.81 μmol/L,这与其分泌胞外酶直接相关。

**关键词:**玉米皮渣;食用菌;活性;生长速度;阿魏酰低聚糖

**中图分类号:**TS 201.2<sup>+</sup>1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)05-0163-04

玉米是世界三大粮食作物之一,也是我国种植面积最大的粮食作物之一,其产量巨大<sup>[1]</sup>,据统计2014年我国玉米产量达2.2亿t,居各种粮食产量之首。玉米中含有大量的淀粉,其消耗主要以玉米淀粉、工业酒精、食用、饲用等方式。在工业淀粉及工业酒精等加工中,多会产生玉米皮渣等副产物,占玉米重量的6%~11%<sup>[2]</sup>,未得到有效利用<sup>[3-4]</sup>。据分析,玉米皮渣中含有蛋白质(5%~13%)、淀粉(4%~20%)<sup>[3]</sup>和矿物质(1.6%)<sup>[5]</sup>,可为微生物的生长提供营养成分。

我国对玉米皮渣加工利用起步较晚,但是发展速度快。最初玉米皮渣主要用于饲料加工<sup>[4]</sup>;近年来,随着人们生活水平的提高以及国家对三农问题的关注,对玉米皮渣加工逐步转变为功能性物质的开发,譬如膳食纤维、功能性低聚糖等<sup>[6]</sup>。阿魏酰低聚糖是功能性低聚糖的一种<sup>[7]</sup>,具有增殖肠道有益菌、预防肥胖、防止便秘等生理功能<sup>[8]</sup>,还具有较强的抗氧化活性<sup>[9]</sup>,可预防糖尿病

的发生<sup>[10]</sup>。

该研究以玉米皮渣为原料,接种食药真菌,通过分析各食用菌株在玉米皮渣中的生长、产酶情况等,以期获得适宜在玉米皮渣中生长的食药真菌,进而为玉米皮渣加工及食用菌生长可利用的原料资源开拓新局面。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试菌株分别为杨树菇、杏鲍菇、山鸡1号、毛木耳、鸡腿菇、榆黄蘑、金针菇、北虫草、海鲜菇、香菇、姬菇、茶薪菇、白玉菇、土鸡1号、黑木耳,均购自江苏省高邮食用菌研究所。玉米皮渣购自河北省沧州市翔龙实业有限公司。

试剂:葡萄糖、琼脂、柠檬酸、甲醇、阿魏酸甲酯、氢氧化钠、盐酸等为分析纯,购自国药集团有限公司。

培养基:保藏培养基(PDA斜面固体培养基)、母种培养基(PDA液体培养基)、菌株生长速度比较培养基(PDA平板固体培养基、玉米皮渣固体培养基)。

仪器:高压蒸汽灭菌锅(MLS-3750,上海予腾生物科技有限公司)、电子天平(Ja21002,上海精密科学仪器有限公司)、数显振荡培养箱(BS-2F,国华电器有限公司)、生化培养箱(ZSD-1270,上海智城分析仪器制造有限公司)、高效液相色谱仪(AGILENT 1200,江苏舜星科技有限公司)、数控恒温水浴锅(ZSBB-712,上海市智城分析仪器制造有限公司)、低速台式离心机(TDL-40B,上海安亭科学仪器厂)、高速冷冻离心机(BECKMAN Allegra® 25R,

**第一作者简介:**杜娟(1983-),女,硕士,助理研究员,研究方向为生物化学。E-mail:dujuan0203@163.com.

**责任作者:**解春艳(1983-),女,博士,副教授,研究方向为食品生物技术。E-mail:xcy8046@163.com.

**基金项目:**河北省教育厅优秀青年基金资助项目(YQ2013027);廊坊师范学院博士基金资助项目(LSLB201407);河北省高校食药真菌应用技术研发中心资助项目(YF201411-321);河北省高等学校遗传学重点发展学科资助项目(201221);廊坊师范学院微生物学重点学科资助项目(201501)。

**收稿日期:**2015-12-14

南京欧捷仪器设备有限公司)、分子离心机(TGL-16C,上海安亭科学仪器厂)。

## 1.2 试验方法

1.2.1 培养基制作方法 1)PDA 培养基:马铃薯 200 g,葡萄糖 20 g,琼脂 20 g,蒸馏水 1 000 mL,pH 自然。2)玉米皮渣培养基(发酵培养基):玉米皮渣粉末 50 g,葡萄糖 20 g,琼脂 20 g,蒸馏水 1 000 mL,pH 自然。采用高压蒸汽灭菌,灭菌温度为 121℃,时间 20 min。

1.2.2 菌种培养条件 1)母种培养:温度 25℃,摇床转速 140 r/min,摇瓶装液量为 100 mL/250mL 锥形瓶,分别接种 4 块直径约为 6 mm 的母种菌块,培养 5 d;2)发酵条件:温度 25℃,摇床转速 140 r/min,摇瓶装液量为 100 mL/250mL 锥形瓶,分别接种 10 mL 的母种,发酵 7 d。

## 1.3 项目测定

1.3.1 生长速度 采用直尺直接测量法<sup>[11]</sup>,将各种菌株分别接种在 PDA 平板固体培养基和玉米皮渣固体培养基中。在生化培养箱 25℃条件下培养,每天用直尺测量各菌株的直径,比较各菌株的生长速度。

1.3.2 酶活性测定 粗酶液制备:将各菌的发酵液在冷冻离心机中,4℃、10 000 r/min,离心 10 min,得到的上清液即为粗酶液。纤维素 C<sub>1</sub> 酶活性参照解春艳<sup>[12]</sup>的方法测定。酶活性定义:1 mL 粗酶液单位时间(1 h)内 50℃水解滤纸产生 1 μg 葡萄糖定义为 1 个酶活性单位(u/mL)。木聚糖酶活性参照解春艳<sup>[12]</sup>的方法测定,以木糖为标准。酶活性定义:1 mL 粗酶液单位时间(1 h)于 40℃水解木聚糖生成 1 μg 木糖为 1 个酶活性单位(u/mL)。阿魏酰酯酶活性参照 XIE 等<sup>[13]</sup>的方法测定。酶活性定义:40℃下,单位时间(1 h)内 1 mL 粗酶液水解阿魏酸甲酯释放 1 μg 阿魏酸定义为 1 个酶活性单位(u/mL)。

1.3.3 阿魏酰低聚糖(FOs)含量测定 1)样品处理:将各菌株的发酵液在 4 000 r/min 离心 15 min,得到上清液即为含有 FOs 样品液。取样品液 0.5 mL 于 15 mL 离心管中,添加 0.5 mL 1 mol/L 氢氧化钠溶液,在 100℃下水解 90 min,使 FOs 水解,冷却后用 1 mol/L 盐酸溶液中和,10 000 r/min 离心 10 min,上清液用 0.45 μm 滤膜过滤,液相分析。2)样品测定:用 HPLC 法测定 FOs 样品液及其水解液中阿魏酸含量,计算 FOs 样品水解前后阿魏酸的增加量,即为 FOs 摩尔含量。3)阿魏酸的液相色谱测定条件:采用 Agilent TC-C18 柱(4.6 mm×250 mm, 5 μm),30℃,进行 HPLC 分离,检测器为紫外检测器(UV)。洗脱液为 0.1%磷酸(V/V)(A)和乙腈(B),流动相体积比为 83:17,流速为 1.0 mL/min,进液量为 20 μL,检测波长为 325 nm。

## 1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 软件进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 菌体生长速度

由表 1 可知,各食药菌株均可在玉米皮渣培养基中生长,部分菌株生长速度高于其在 PDA 培养基中生长速度,由此说明玉米皮渣也可作为食药真菌生长提供充足的营养。山鸡 1 号、杏鲍菇、黑木耳、土鸡 1 号在 PDA 培养基中生长速度较高;毛木耳、鸡腿菇、香菇、北虫草、海鲜菇、姬菇、茶薪菇在 2 个培养基中生长速度相差不大;榆黄蘑、杨树菇、白玉菇、金针菇更适宜在玉米皮渣培养基中生长。各菌株生长具有明显差异的原因可能是菌株不同,其生长的最佳生长因子不同<sup>[14]</sup>,而试验中各菌用的玉米皮渣培养基营养相同,此外,不同菌株生成的代谢酶亦有差异<sup>[15]</sup>。

表 1 菌株在不同培养基中的生长速度

Table 1 Growth rate of edible mushrooms on different medium

菌株 Strains	生长速度 Growth rate/(cm·d <sup>-1</sup> )	
	玉米皮渣培养基 Maize bran medium	PDA 培养基 PDA medium
榆黄蘑 <i>Pleurotus citrinopileatus</i>	0.347±0.097	0.220±0.012
鸡腿菇 <i>Coprinus comatus</i>	0.425±0.125	0.465±0.088
毛木耳 <i>Auricularia polytricha</i>	0.425±0.131	0.520±0.143
山鸡 1 号 <i>Coprinus comatus</i>	0.697±0.015	0.842±0.086
杏鲍菇 <i>Pleurotus eryngii</i>	0.325±0.101	0.665±0.054
杨树菇 <i>Agrocybe aegerita</i>	0.665±0.106	0.617±0.048
黑木耳 <i>Auricularia auricula</i>	0.445±0.098	0.665±0.056
北虫草 <i>Cordyceps militaris</i>	0.412±0.058	0.459±0.008
海鲜菇 <i>Hypsizygus marmoreus</i>	0.509±0.008	0.554±0.021
香菇 <i>Lentinus edodes</i>	0.538±0.054	0.615±0.063
姬菇 <i>Pleurotus cornucopiae</i>	0.233±0.025	0.300±0.042
白玉菇 <i>Hypsizygus marmoreus</i>	0.333±0.045	0.233±0.055
茶薪菇 <i>Agrocybe cylindracea maire</i>	0.200±0.014	0.267±0.042
金针菇 <i>Flammulina velutipes</i>	0.267±0.042	0.133±0.086
土鸡 1 号 <i>Coprinus comatus</i>	0.706±0.020	0.807±0.045

### 2.2 酶活性

因玉米皮渣中含有较多的纤维素和半纤维素,其单糖和淀粉等含量较低,为探讨食药真菌可在玉米皮渣中良好生长的原因,该研究测定了各菌生成纤维素 C<sub>1</sub> 酶、木聚糖酶活性,此外,现今研究中多种功能性低聚糖的生成与上述 2 种酶相关。

2.2.1 纤维素 C<sub>1</sub> 酶活性 由表 2 可知,食药真菌在玉米皮渣中生长时均可生成纤维素酶,姬菇生成的纤维素 C<sub>1</sub> 酶活性最高,为 2 070.79 u/mL;其次是海鲜菇、毛木耳,鸡腿菇发酵液中纤维素 C<sub>1</sub> 酶活性在 1 000~1 700 u/mL;杨树菇、香菇、茶薪菇、杏鲍菇、黑木耳、山鸡 1 号的纤维素 C<sub>1</sub> 酶活性在 500~1 000 u/mL;北虫草、榆黄蘑、白玉菇、土鸡 1 号的纤维素 C<sub>1</sub> 酶活性较低,在 233~544 u/mL;纤维素 C<sub>1</sub> 酶活性最低的是金针菇,仅有 49.03 u/mL。

表2 菌株纤维素 C<sub>1</sub> 酶和木聚糖酶活性

Table 2 Enzymes' activities of edible mushrooms u/mL

菌株 Strains	纤维素 C <sub>1</sub> 酶活性 Cellulase activity	木聚糖酶活性 Xylanase activity
杨树菇 <i>Agrocybe aegerita</i>	875.02±115.02	198.81±3.06
海鲜菇 <i>Hypsizygus marmoreus</i>	1 395.14±40.82	102.87±1.71
榆黄蘑 <i>Pleurotus citrinopileatus</i>	447.55±135.44	34.47±0.90
杏鲍菇 <i>Pleurotus eryngii</i>	658.80±115.24	97.20±31.59
黑木耳 <i>Auricularia auricula</i>	558.14±11.45	130.86±15.03
白玉菇 <i>Hypsizygus marmoreus</i>	266.22±14.90	90.54±43.74
香菇 <i>Lentinus edodes</i>	993.60±156.92	105.93±17.10
姬菇 <i>Pleurotus cornucopiae</i>	2 070.79±240.08	126.54±16.20
鸡腿菇 <i>Coprinus comatus</i>	1 085.29±33.91	33.91±7.02
金针菇 <i>Flammulina velutiper</i>	49.03±11.77	29.16±1.71
毛木耳 <i>Auricularia polytricha</i>	1 669.14±330.05	524.88±45.45
山鸡 1 号 <i>Coprinus comatus</i>	556.74±85.21	296.10±59.04
茶薪菇 <i>Agrocybe cylindracea maire</i>	726.62±112.86	95.40±24.12
北虫草 <i>Cordyceps militaris</i>	234.36±37.58	84.87±4.86
土鸡 1 号 <i>Coprinus comatus</i>	544.21±49.36	215.90±27.36

2.2.2 木聚糖酶活性 由表 2 可知,毛木耳发酵液中木聚糖酶活性最高,为 524.88 u/mL;其次是山鸡 1 号、土鸡 1 号和杨树菇,各菌生成木聚糖酶酶活约为 200 u/mL;黑木耳、姬菇、香菇、海鲜菇、茶薪菇和白玉菇发酵液中酶活约为 100 u/mL;榆黄蘑、鸡腿菇和金针菇发酵液的木聚糖酶活性最低,约为 30 u/mL。

2.2.3 阿魏酸酯酶活性 阿魏酸酯酶的测定结果显示,各菌株的发酵液均未见阿魏酸酯酶检出。

### 2.3 阿魏酰低聚糖(FOs)含量

纤维素酶和木聚糖酶的产生有助于原料玉米皮渣的分解,在此过程中会有诸如阿魏酰低聚糖等的生成,该研究为拓展食用菌发酵玉米皮渣开发了前景,该研究也测定出了阿魏酰低聚糖的含量。

由表 3 可知,各食药菌株发酵液的阿魏酰低聚糖均不同,其中以食用菌株海鲜菇发酵液的 FOs 含量最高,

表3 发酵后阿魏酰低聚糖(FOs)含量

Table 3 Contents of FOs fermented by edible mushrooms

菌株 Strains	FOs 含量 FOs contents/( $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )
杨树菇 <i>Agrocybe aegerita</i>	13.59±0.03
海鲜菇 <i>Hypsizygus marmoreus</i>	1 516.81±20.90
榆黄蘑 <i>Pleurotus citrinopileatus</i>	2.11±1.01
杏鲍菇 <i>Pleurotus eryngii</i>	2.95±2.01
黑木耳 <i>Auricularia auricula</i>	3.68±1.04
白玉菇 <i>Hypsizygus marmoreus</i>	48.02±5.90
香菇 <i>Lentinus edodes</i>	34.14±5.09
姬菇 <i>Pleurotus cornucopiae</i>	6.33±3.08
鸡腿菇 <i>Coprinus comatus</i>	8.15±2.02
金针菇 <i>Flammulina velutiper</i>	6.95±3.09
毛木耳 <i>Auricularia polytricha</i>	3.22±1.06
山鸡 1 号 <i>Coprinus comatus</i>	3.54±2.06
茶薪菇 <i>Agrocybe cylindracea maire</i>	30.91±20.04
北虫草 <i>Cordyceps militaris</i>	4.78±1.89
土鸡 1 号 <i>Coprinus comatus</i>	118.01±20.09

为 1 516.81  $\mu\text{mol/L}$ ;其次是土鸡 1 号,为 118.01  $\mu\text{mol/L}$  左右;杨树菇、白玉菇、香菇、茶薪菇发酵后阿魏酰低聚糖含量较低,在 10~50  $\mu\text{mol/L}$ ;杏鲍菇、黑木耳、姬菇、鸡腿菇、金针菇、毛木耳、山鸡 1 号、北虫草、榆黄蘑发酵液中的 FOs 含量均低于 10  $\mu\text{mol/L}$ 。

### 3 讨论与结论

玉米皮渣含有葡萄糖、淀粉、蛋白质,适宜各食药菌株生长,但是各菌株对营养物质利用情况不同,使其在玉米皮渣培养基中生长速度有所不同。付文杰等<sup>[16]</sup>研究显示茶薪菇对多种碳源利用度较高,尤其以可溶性淀粉、甘露醇和蔗糖最佳;孙恒银等<sup>[17]</sup>研究显示黑木耳菌体生长的最适营养成分是葡萄糖、酵母膏;MAO 等<sup>[18]</sup>的研究结果表明北虫草在以低分子的半乳糖和葡萄糖培养基中生长最佳;陈力力等<sup>[19]</sup>在对金针菇培养基筛选发现,金针菇的最适碳源为大米;秦秀丽<sup>[20]</sup>在香菇培养基优化研究中得到麦芽糖、麦麸是香菇生长的最佳碳源;其他学者也都获得其它食用菌的最佳生长营养因子。由此,在单独玉米皮渣的培养基中,试验中各菌株生长存在差异与其各自最佳生长因子有着直接关系。

杨树菇、海鲜菇、榆黄蘑、杏鲍菇等在玉米皮渣培养基中均生长良好,但是各菌株产酶特性不同。报道称食用真菌菌株不同,其在相同培养原料中生成的胞外酶系及其对该原料的利用度不同<sup>[21]</sup>。此外,某些酶需在底物的诱导作用下方能生成<sup>[22]</sup>。此外,各食药菌株在玉米皮渣培养基中生长速度不同,因而对营养物质消耗情况及其代谢产物的生成显著不同<sup>[15]</sup>。这也是造成各食用菌酶活显著不同的原因之一。

木聚糖酶是阿魏酰低聚糖生成的关键酶。基于该研究中各菌生成纤维素酶及木聚糖酶的情况,结果表明各菌发酵液中 FOs 含量显著不同,其中以海鲜菇、蟹味菇、土鸡 1 号中 FOs 含量最高,结合其酶活测定分析,上述几种食用菌发酵液中纤维素酶、木聚糖酶活性较高,纤维素酶和木聚糖酶是酶解玉米皮渣制备 FOs 的首选酶,潘海晓等<sup>[23]</sup>采用上述 2 种酶混合水解玉米皮制备 FOs,KATAPODIS 等<sup>[24]</sup>利用嗜热子囊菌(*Thermoascus aurantiacus*)产生的木聚糖酶水解玉米获得 FOs。毛木耳中上述 2 种酶活性均较高,但其发酵液中 FOs 含量很低,原因可能是在毛木耳发酵液中还含有其它酶可水解 FOs,或者毛木耳可以短链的 FOs 为碳源发酵,有待于深入研究。

榆黄蘑、白玉菇在玉米皮渣培养基生长速度优于 PDA 培养基,各菌株均能产生纤维素 C<sub>1</sub> 酶、木聚糖酶;海鲜菇发酵液中纤维素 C<sub>1</sub> 酶和木聚糖酶活性都很高,金针菇发酵液中的这 2 种酶活性均是最低;食用菌发酵后,发酵液中有 FOs 检出,其中海鲜菇 FOs 含量最高,为



1 516.81  $\mu\text{mol/L}$ ;其次是土鸡 1 号;榆黄蘑、金针菇、杏鲍菇等发酵后 FOs 含量低于 10  $\mu\text{mol/L}$ 。

### 参考文献

- [1] 马涛. 玉米深加工[M]. 北京:化学工业出版社,2008:1-2.
- [2] ROSE D L, INGLETT G E, LIU S X. Utilisation of corn (*Zea mays*) bran and corn fiber in the production of food components[J]. Journal of Food Agriculture, 2010, 90:915-924.
- [3] 张贺. 玉米皮渣高密度发酵产微生物油脂研究[D]. 长春:长春工业大学,2012.
- [4] WANG T, ZHU Y D, SUN X H. Effect of microfluidisation on antioxidant properties of corn bran[J]. Food Chemistry, 2014, 152:37-45.
- [5] 曾凤霞. 酶解玉米麸皮制备阿魏酰低聚糖及抗氧化性质研究[D]. 齐齐哈尔:齐齐哈尔大学,2012.
- [6] 李晶. 玉米皮水溶性膳食纤维的酶法制备、性质及应用[D]. 无锡:江南大学,2014.
- [7] OU J Y, SUN Z. Feruloylated oligosaccharides: structure, metabolism and function[J]. Journal of Functional Foods, 2014, 7:90-100.
- [8] YUAN X P, WANG J, YAO H Y. Feruloyl oligosaccharides stimulate growth of *Bifidobacterium bifidum*[J]. Anaerobe, 2005, 11:225-229.
- [9] WANG J, SUN B G, CAO Y P, et al. Protection of wheat bran feruloyl oligosaccharides against free radical-induced oxidative damage in normal human erythrocytes[J]. Food and Chemical Toxicology, 2009, 47(7):1591-1599.
- [10] ZHANG H J, WANG J, LIU Y L, et al. Wheat bran feruloyl oligosaccharides modulate the phase II detoxifying/antioxidant enzymes via Nrf2 signaling[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2015, 74:150-154.
- [11] ANDERSEN A, SVENDSEN A, VIND J, et al. Studies on ferulic acid esterase activity in fungal lipases and cutinases[J]. Colloid Surface B: Biointerfaces, 2002, 26:47-55.
- [12] 解春艳. 茶薪菇发酵制备麦麸膳食纤维与 FOs 及其生物活性研究[D]. 南京:南京农业大学,2010.
- [13] XIE C Y, WU Z Y, GUO H Z, et al. Release of feruloylated oligosaccharides from wheat bran through submerged fermentation by edible mushrooms[J]. Journal of Basic Microbiology, 2014, 54(S1):14-20.
- [14] 刘旭东. 食用菌栽培技术[M]. 北京:中国林业出版社,2008.
- [15] 白秀峰. 发酵工艺学[M]. 北京:中国医药科技出版社,2004.
- [16] 付文杰, 张莎莎. 茶薪菇液体发酵培养基优化研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(19):5668-5669.
- [17] 孙恒银, 孙艳丽, 徐良, 等. 黑木耳液体深层发酵培养基的初步筛选[J]. 食用菌, 2006(5):13-14.
- [18] MAO X B, EKSRIWONG T, CHAU VATCHARIN S, et al. Optimization of carbon source and carbon/nitrogen ratio for cordycepin production by submerged cultivation of medicinal mushroom *Cordyceps militaris* [J]. Process Biochemistry, 2005, 40:1667-1672.
- [19] 陈力力, 吴新芬. 金针菇液态发酵培养基的筛选[J]. 生物技术, 2007, 17(1):73-75.
- [20] 秦秀丽. 香菇液体发酵培养的工艺研究[J]. 北方园艺, 2009(6):227-229.
- [21] 陈志杰. 以糙米为主要原料的灵芝液态深层发酵及其饮料的开发[D]. 南京:南京农业大学,2006.
- [22] 冯培勇, 钟旭升, 杨立红, 等. 利用响应面法优化茶薪菇产纤维素酶的发酵条件[J]. 食品科学, 2009, 30(7):162-165.
- [23] 潘海晓, 刘海顺, 王静. 等. 玉米麸皮中阿魏酰低聚糖的制备[J]. 北京工商大学学报, 2011, 29(3):33-37.
- [24] KATAPODIS P, CHRISTAKOPOULOS P. Enzymic production of feruloyl xylo-oligosaccharides from corn cobs by a family 10 xylanase from *Thermoascus aurantiacus*[J]. LWT, 2008, 41:1239-1243.

## Preliminary Study on the Growth of Edible Mushroom in Maize Bran

DU Juan<sup>1</sup>, ZHANG Chundan<sup>1</sup>, GUO Hongzhen<sup>1,2</sup>, WU Zhiyan<sup>1,2</sup>, YANG Yingxia<sup>1</sup>, XIE Chunyan<sup>1,2</sup>

(1. College of Life Science, Langfang Teachers University, Langfang, Hebei 065000; 2. Edible and Medicinal Fungi Research and Development Center of Hebei University, Langfang, Hebei 065000)

**Abstract:** Taking maize bran as test material, the growth rate was observed and enzyme activity of the experimental strains was determined by the method of HPLC. The results showed that edible mushroom grew well in maize bran medium, and *Pleurotus citrinopileatus*, *Hypsizygus marmoreus*, *Flammulina velutiper* and *Copypinds comatus* grew better in maize bran medium than they grew in PDA medium. All the experimental strains could secret cellulase  $C_1$  and xylanase, and could not secret ferulic acid esterase. The activities of these enzymes were different from each other. *Auricularia polytricha* secreted the highest activity of cellulase  $C_1$  and xylanase, and then was *Hypsizygus marmoreus*, the last was *Flammulina velutiper*. Feruloyl Oligosaccharides (FOs) could be detected in the fermentation broth of these strains, and the yield 1 516.81  $\mu\text{mol/L}$  in fermentation broth of *Hypsizygus marmoreus* was the highest than others.

**Keywords:** maize bran; edible mushroom; activity of enzymes; growth rate; Feruloyl Oligosaccharides (FOs)