

# 木聚糖酶固态发酵培养基的优化

邬敏辰<sup>a</sup>, 王 瑾<sup>b</sup>, 杨书艳<sup>b</sup>, 李剑芳<sup>a</sup>

(江南大学 a 医学系, 江苏 无锡 214064; b 生物工程学院, 江苏 无锡 214036)

**[摘要]** 采用单因素试验和正交试验对宇佐美曲霉(*Aspergillus usami*) YW-38 菌株产木聚糖酶的固态发酵工艺条件进行了研究。结果表明, 三角瓶优化培养基及发酵条件为: 250 mL 三角瓶装 8.0 g 基料( $m$  (麸皮)  $m$  (玉米芯) = 3.5 : 4.5),  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  10 g/kg, Tween-80 3 g/kg,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  3.0 g/kg,  $\text{CaCl}_2$  1.0 g/kg,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  1.0 g/kg (均相对于基料), 基料与自来水的质量比为 1 : 1.3~1 : 1.4, pH 自然; 于 29℃ 培养 72 h, 期间翻曲 2 次, 此工艺条件下最高比酶活力为 8 752 IU/g。曲盘发酵工艺条件为: 基料与自来水的质量比 1 : 1.8, 其余成分同三角瓶优化培养基, 29℃ 培养 68 h, 比酶活力可达 8 761 IU/g。

**[关键词]** 宇佐美曲霉; 木聚糖酶; 固态发酵; 正交试验; 酶活力

**[中图分类号]** Q 814.10

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-9387(2006)11-0111-06

木聚糖酶(Xylanases)是一类在木聚糖降解过程中起协同作用的多组分酶系,属于半纤维素酶类,通常指 $\beta$ 1, 4-D-木聚糖内切酶( $\beta$ 1, 4-D-endoxylanase, EC 3.2.1.8),能从木聚糖主链的内部水解木糖苷键,将其降解成寡聚木糖、木二糖和少量木糖<sup>[1]</sup>。

近年来,随着对自然界半纤维素资源的开发利用,尤其是低聚木糖优越的生理功能,木聚糖酶已在食品、饲料、酿酒、医药、造纸、纺织、环境和能源等领域中得到了广泛应用<sup>[2]</sup>。但国内木聚糖酶的发酵酶活力均较低。刘月英等<sup>[3]</sup>利用棒曲霉UA-2菌株进行固态发酵,所产木聚糖酶活力为 2 696 IU/g;杨瑞金等<sup>[4]</sup>筛选获得了 1 株青霉菌,在添加玉米芯木聚糖的培养基中进行液体发酵,酶活力为 289.3 IU/mL。

作者从丝状真菌中筛选获得了 1 株高产木聚糖酶的宇佐美曲霉 YW-38 菌株,发现其所产木聚糖酶不仅非常适用于水解玉米芯木聚糖制备低聚木糖,有利于人体肠道双歧杆菌等有益菌的生长和繁殖,提高人体免疫功能(将另文报道);而且可与其他酶制剂一起添加于饲料中,以消除某些“抗营养因子”,提高饲料营养物质的消化和吸收<sup>[5]</sup>。本试验对该菌株的三角瓶固态发酵培养基、发酵条件及曲盘发酵工艺进行研究,旨在为木聚糖酶的工业化生产奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 菌株

宇佐美曲霉(*Aspergillus usami*) YW-38 木聚糖酶高产菌株,由江南大学医学系分子生物学研究室筛选获得并保藏。

### 1.2 原料和试剂

麸皮、玉米芯粉(过 0.635 mm × 0.635 mm 筛子)由无锡市恒盛生物技术有限公司提供;桦木木聚糖和木糖均购于 Sigma 公司。其他试剂均为国产分析纯或化学纯。

### 1.3 培养基及培养方法

1.3.1 斜面培养基 豆芽汁培养基,参照文献[6]的方法制备。接种 YW-38 菌种后于 31℃ 培养 96 h,用于保存菌种和斜面种子等。

1.3.2 平皿分离培养基 在豆芽汁培养基中添加去氧胆酸钠 1.5 g/L,以限制丝状真菌在平皿上扩散生长,便于挑选单个菌落。培养方法同 1.3.1。

1.3.3 麸曲种子培养基 向 250 mL 三角瓶加 8.0 g 基料( $m$  (麸皮)  $m$  (玉米芯) = 6.0 : 2.0),  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  0.08 g,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0.024 g,  $\text{CaCl}_2$  0.008 g,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.008 g,再按基料与自来水的质量比为 1 : 1.2 的比例添加自来水, pH 自然; 121℃ 灭菌 40 min; 接种 YW-38 斜面种子,于 31℃ 培养 84 h,期间翻曲 2 次(24 h 和 40 h)。如无特殊说明,发酵培

\* [收稿日期] 2005-11-21

[基金项目] 江南大学校级科研项目(210000-52212052)

[作者简介] 邬敏辰(1962-),男,江苏无锡人,副教授,博士,主要从事发酵工程与分子生物学研究。E-mail: bioch@163.com

培养基优化试验中均采用29℃培养72 h,期间翻曲2次(20 h和36 h)。

#### 1.4 玉米芯预处理法

对玉米芯进行预处理能减弱木聚糖与纤维素或木质素的结合强度<sup>[7]</sup>,使木聚糖在发酵过程中更易游离出来,诱导菌株产木聚糖酶。

1.4.1 纤维素酶预处理 称取一定量的玉米芯,按 $m$ (玉米芯) $v$ (自来水)=1:12的比例添加自来水后,再按 $v$ (纤维素酶,1 000 U/mL) $m$ (玉米芯)=1:100的比例加入纤维素酶,60℃处理8 h,过滤,滤渣烘干备用。

1.4.2 稀硫酸预处理 称取一定量的玉米芯,按 $m$ (玉米芯) $v$ (稀硫酸,1.0 g/L)=1:12的比例加入稀硫酸,80℃处理4 h,过滤,滤渣烘干备用。

#### 1.5 发酵培养基优化试验

1.5.1 发酵培养基单因素试验 (1)培养温度和时间对木聚糖酶活力的影响。向250 mL三角瓶麸曲种子培养基中接入宇佐美曲霉 YW-38 菌株,分别于26、29和32℃温度下培养,36 h后每隔12 h取样测定木聚糖酶活力,确定最适培养温度和酶活力到达高峰时的培养时间。

(2)麸皮与玉米芯质量比对菌株产木聚糖酶的影响。在麸曲种子培养基的基础上,研究 $m$ (麸皮) $m$ (玉米芯)分别为8:0,6:2,5:3,4:4,3:5,2:6对宇佐美曲霉 YW-38 菌株产木聚糖酶的影响,而其余成分不变。

(3)玉米芯预处理对菌株产木聚糖酶的影响。在麸曲种子培养基的基础上,分别用经纤维素酶预处理和稀硫酸预处理的玉米芯取代未处理的玉米芯,且 $m$ (麸皮) $m$ (玉米芯)分别为5:3,4:4,3:5;对照为未处理的玉米芯,且 $m$ (麸皮) $m$ (玉米芯)为4:4,其余成分不变。研究玉米芯预处理对宇佐美曲霉 YW-38 菌株产木聚糖酶的影响。

(4)基料与自来水质量比对菌株产木聚糖酶的影响。在麸曲种子培养基的基础上, $m$ (麸皮) $m$ (玉米芯)为4:4,其余成分不变,研究基料与自来水的质量比分别为1:1.1,1:1.2,1:1.3,1:1.4,1:1.5,1:1.6对宇佐美曲霉 YW-38 菌株产木聚糖酶的影响。

(5)无机氮源及其含量对菌株产木聚糖酶的影响。在已部分优化的种子培养基组成(最适 $m$ (麸皮) $m$ (玉米芯)和最适基料与自来水的质量比)基础上,研究 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 和 $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 3种无机氮源及其不同含量(5、10和15 g/kg)对宇佐美曲霉

YW-38 菌株产木聚糖酶的影响。对照为不添加任何无机氮源。

(6)表面活性剂及其含量对菌株产木聚糖酶的影响。在已部分优化的种子培养基组成(最适 $m$ (麸皮) $m$ (玉米芯),最适基料与自来水的质量比,最适无机氮源及其用量)基础上,研究 Tween-80, Triton X-100 和 SDS 3种表面活性剂及其不同添加量(2、4和6 g/kg)对宇佐美曲霉 YW-38 菌株产木聚糖酶的影响。

(7)培养基初始 pH 值对菌株产木聚糖酶的影响。在已部分优化的种子培养基组成(最适 $m$ (麸皮) $m$ (玉米芯),最适基料与自来水的质量比,最适无机氮源及其用量,最适表面活性剂及其用量)基础上,研究不同培养基初始 pH 值(pH 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5和7.0)对宇佐美曲霉 YW-38 菌株产木聚糖酶的影响。

1.5.2 发酵培养基正交试验 在1.5.1试验基础上,选取对酶产量影响程度较大的 $m$ (麸皮) $m$ (玉米芯), $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 和 Tween-80 3个因素,利用正交试验表 $L_9(3^4)$ 进行3因素3水平正交试验,以进一步优化三角瓶固态发酵培养基。

1.5.3 曲盘发酵工艺条件试验 基料与自来水的质量比改为1:1.8,其余同三角瓶固态发酵优化培养基。取基料140 g和一定比例的其他成分混匀,121℃灭菌40 min,接入20 mL孢子悬液,装入一个曲盘( $\Phi 20\text{ cm} \times 4\text{ cm}$ )。29℃培养84 h,期间翻曲2次(20 h和36 h)。

#### 1.6 木聚糖酶活力测定

按文献[8]的方法并略作改动:一定量的成熟曲中加入29倍体积的 $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 柠檬酸缓冲液(pH 4.6),捣碎,40℃浸提30 min,过滤,滤液为粗酶液。取0.1 mL适当稀释的粗酶液,加入用同一缓冲液配制的2.4 mL 5.0 g/L桦木木聚糖溶液中,于 $(50 \pm 0.2)$ ℃反应15 min;采用3,5-二硝基水杨酸显色法(DNS法)测定酶解产生的还原糖。在上述条件下,以每分钟水解木聚糖产生1  $\mu\text{mol}$ 还原糖(以木糖计)所需的酶量为1个木聚糖酶活力单位(U);比酶活力定义为每g绝干曲含有的酶活力单位数(U/g)。

## 2 结果与分析

### 2.1 三角瓶固态发酵工艺单因素试验

#### 2.1.1 培养温度和时间对木聚糖酶活力的影响

由图1可见,29℃培养72 h木聚糖酶的比酶活力最

高, 温度过低, 微生物生长缓慢, 发酵周期长; 温度过高, 菌丝体过早衰老, 产酶周期短, 产酶量不高。

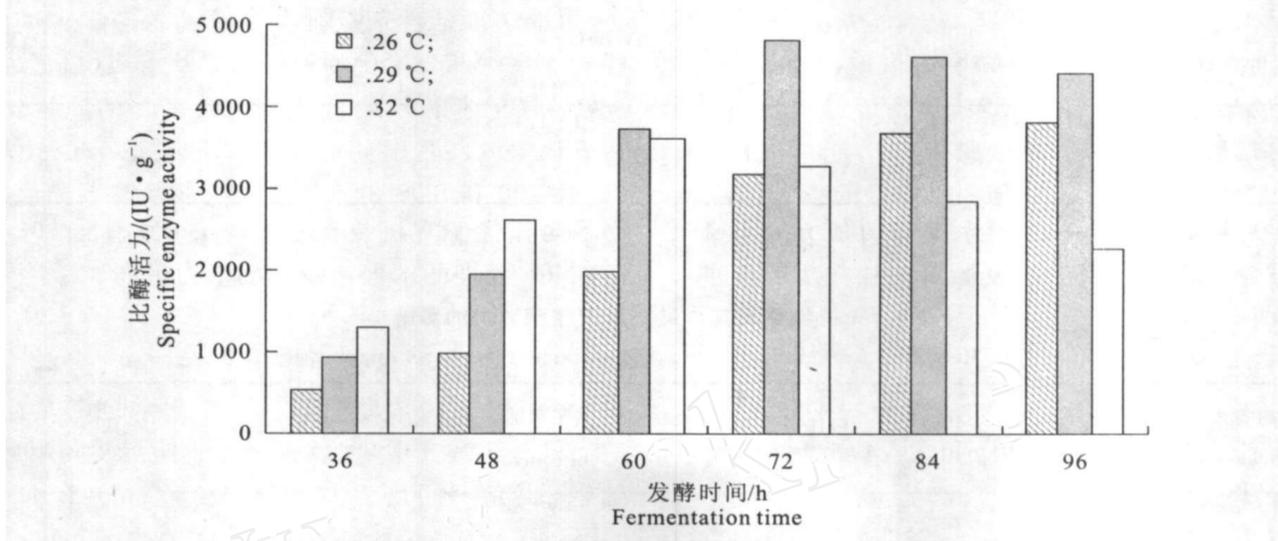


图 1 培养温度和时间对木聚糖酶活力的影响

Fig. 1 Effect of cultural temperature and time on enzyme activity

2.1.2 麸皮与玉米芯质量比对木聚糖酶活力的影响 由表 1 可见,  $m$  (麸皮) :  $m$  (玉米芯) = 4 : 4 时, 菌株产木聚糖酶的比酶活力最高 (6 142 IU/g), 较对照组 ( $m$  (麸皮) :  $m$  (玉米芯) = 8 : 0) 提高了

59.3%。这是由于虽然固态发酵培养基中麸皮是最常用的基料, 但由于木聚糖酶是一种受木聚糖诱导的酶, 而玉米芯木聚糖含量是所有半纤维素资源中最高的, 对木聚糖酶具有更强的诱导作用<sup>[9]</sup>。

表 1 麸皮与玉米芯质量比对木聚糖酶活力的影响

Table 1 Effect of ratio of wheat bran to corn cob on enzyme activity

$m$ (麸皮) $m$ (玉米芯) $m$ (W heat bran) $m$ (Corn cob)	比酶活力/ (IU · g <sup>-1</sup> ) Specific enzyme activity	相对酶活力/% Relative enzyme activity	$m$ (麸皮) $m$ (玉米芯) $m$ (W heat bran) $m$ (Corn cob)	比酶活力/ (IU · g <sup>-1</sup> ) Specific enzyme activity	相对酶活力/% Relative enzyme activity
8 : 0	3 856	100	4 : 4	6 142	159.3
6 : 2	4 842	125.6	3 : 5	5 621	145.8
5 : 3	5 278	136.9	2 : 6	4 895	126.9

2.1.3 玉米芯预处理对木聚糖酶活力的影响 由表 2 可见, 玉米芯采用纤维素酶预处理, 且  $m$  (麸皮) :  $m$  (玉米芯) = 4 : 4 时, 菌株产木聚糖酶的比酶活力最高 (6 873 IU/g), 但仅比对照 (未处理的玉米

芯) 提高了 11.9%, 且增加了固态发酵的工序。故从工业化固态发酵的生产成本和周期考虑, 以下试验玉米芯均不作任何预处理。

表 2 玉米芯预处理对木聚糖酶活力的影响

Table 2 Effect of treatment of corn cob on enzyme activity

预处理法 Methods of treatment	$m$ (麸皮) $m$ (玉米芯) $m$ (W heat bran) $m$ (Corn cob)	比酶活力/ (IU · g <sup>-1</sup> ) Specific enzyme activity	预处理法 Methods of treatment	$m$ (麸皮) $m$ (玉米芯) $m$ (W heat bran) $m$ (Corn cob)	比酶活力/ (IU · g <sup>-1</sup> ) Specific enzyme activity
对照 Control	4 : 4	6 142	稀硫酸预处理 Treatment of H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5 : 3	6 254
纤维素酶预处理 Treatment of cellulase	5 : 3	6 538	4 : 4	3 : 5	5 945
	4 : 4	6 873			
	3 : 5	6 127			

2.1.4 基料与自来水的质量比对木聚糖酶活力的影响 由表 3 可见, 基料与自来水的质量比以 1 : 1.3~ 1 : 1.4 为宜。本试验中发现, 当培养基含

水量过高时, 发酵过程中曲料易结块成团, 菌丝体只在团块表面生长, 造成发酵不均匀而影响菌株产酶量。

表3 不同基料与自来水质量比对木聚糖酶活力的影响

Table 3 Effect of ratio of base medium to water on enzyme activity

$m$ (基料) $m$ (自来水) $m$ (Base medium) $m$ (Water)	比酶活力/ ( $\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$ ) Specific enzyme activity	相对酶活力/% Relative enzyme activity	$m$ (基料) $m$ (自来水) $m$ (Base medium) $m$ (Water)	比酶活力/ ( $\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$ ) Specific enzyme activity	相对酶活力/% Relative enzyme activity
1 1.1	5 860	100	1 1.4	6 978	119.1
1 1.2	6 219	106.1	1 1.5	6 108	104.2
1 1.3	7 132	121.7	1 1.6	5 421	92.5

2.1.5 无机氮源及其含量对木聚糖酶活力的影响  
有研究<sup>[10]</sup>结果表明,无机氮源对菌株产酶的促进

效果明显优于有机氮源。表4表明,添加10 g/kg  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  处理的木聚糖酶比酶活力最高。

表4 无机氮源及其含量对木聚糖酶活力的影响

Table 4 Effect of inorganic nitrogen and its concentration on enzyme activity

无机氮源 Inorganic nitrogen	含量/( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) Concentration	比酶活力/ ( $\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$ ) Specific enzyme activity	无机氮源 Inorganic nitrogen	含量/( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) Concentration	比酶活力/ ( $\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$ ) Specific enzyme activity
对照 Control	0	4 852	$\text{NaNO}_3$	5	5 750
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	5	6 460		10	6 038
	10	7 035		15	6 278
	15	6 721			
$\text{NH}_4\text{NO}_3$	5	7 124			
	10	7 856			
	15	6 830			

2.1.6 表面活性剂及其含量对木聚糖酶活力的影响  
由表5可见,添加Tween-80可提高木聚糖酶的活力,其中以添加4 g/kg Tween-80的木聚糖酶的比酶活力最高; Triton X-100在其所添加的浓度范围内木聚糖酶的比酶活力差异不大;而SDS则对木聚糖酶的活力有抑制作用。一定浓度的表面活性剂可以改善真菌细胞膜的通透性,使合成的酶更多地从胞内释放而提高胞外酶的产量;但当表面活性剂浓度过大时,膜解体,膜透性增大,使细胞内的电解质大量外渗,各种代谢失调,产酶量则受到抑制。

液来改变培养基初始pH值有很大误差,且改变了培养基中无机离子的浓度,所以本试验采用酸或碱调节初始pH值。由表6可见,初始pH值为5.5~6.0时对菌株产酶最有利。由于培养基自然pH值为5.8,所以无需调节pH值。

表5 表面活性剂及其含量对木聚糖酶活力的影响

Table 5 Effect of surfactant and its concentration on enzyme activity

表面活性剂 Surfactant	含量/ ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) Concentration	比酶活力/ ( $\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$ ) Specific enzyme activity
对照 Control	0	7 631
	2	7 716
Tween-80	4	8 342
	6	7 528
Triton X-100	2	7 554
	4	7 714
	6	7 458
SDS	2	6 017
	4	4 840
	6	4 216

表6 培养基初始pH值对木聚糖酶活力的影响

Table 6 Effect of initial pH value of medium on enzyme activity

初始pH值 Initial pH value	相对酶活力/% Relative enzyme activity
4.0	109
4.5	112
5.0	126
5.5	138
6.0	136
6.5	122
7.0	100

2.1.7 培养基初始pH值对木聚糖酶活力的影响  
麸皮和玉米芯具有较大的缓冲能力,如选用缓冲

2.2 三角瓶固态发酵培养基正交试验

表7表明,麸皮与玉米芯质量比的极差 $R$ 最大, Tween-80的极差 $R$ 最小。从 $k$ 值分别取其数值最大的参数,可获得三角瓶固态发酵优化培养基配方为: 250 mL 三角瓶装8.0 g基料( $m$  (麸皮)  $m$  (玉米芯) = 3.5 : 4.5),  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  10 g/kg, Tween-80 3 g/kg,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  3.0 g/kg,  $\text{CaCl}_2$  1.0 g/kg,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  1.0 g/kg (均相对于基料),基料与自来水的重量比1.1.3~1.1.4, pH自然;于29℃培养72 h,翻曲2次,其发酵比酶活力为8 752  $\text{U/g}$ 。

表 7 三角瓶固态发酵培养基正交试验设计及结果

Table 7 Experimental data and treated results of orthogonal tests

试验 Tests	$m$ (麸皮) $m$ (玉米芯) $m$ (W heat bran) $m$ (Corn cob)	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ / ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	Tween-80/ ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	比酶活力/ ( $\text{IU} \cdot \text{g}^{-1}$ ) Specific enzyme activity
1	1(4 5 3 5)	1(5)	1(1)	7 151
2	1(4 5 3 5)	2(10)	2(3)	7 802
3	1(4 5 3 5)	3(15)	3(5)	7 352
4	2(4 0 4 0)	1(5)	2(3)	8 038
5	2(4 0 4 0)	2(10)	3(5)	8 224
6	2(4 0 4 0)	3(15)	1(1)	7 713
7	3(3 5 4 5)	1(5)	3(5)	7 845
8	3(3 5 4 5)	2(10)	1(1)	8 328
9	3(3 5 4 5)	3(15)	2(3)	8 572
$k_1$	7 435	7 678	7 731	
$k_2$	7 992	8 118	8 137	
$k_3$	8 248	7 879	7 807	
$R$	813	440	406	

2.3 曲盘发酵工艺条件试验

由图 2 可见, 曲盘发酵在 72 h 达到产酶高峰, 随后逐渐下降, 再对酶活力结果作二次回归曲线拟合, 求得顶点处的发酵时间为 68 h, 比酶活力 8 761  $\text{IU} /$

$\text{g}$ ; 发酵至 48 h 后, 培养基水分基本不变, 并保持了较高的曲料含水率(约 59%), 说明木聚糖酶固态发酵较平稳, 产热量低, 水分蒸发少, 故发酵过程无需补充水分。

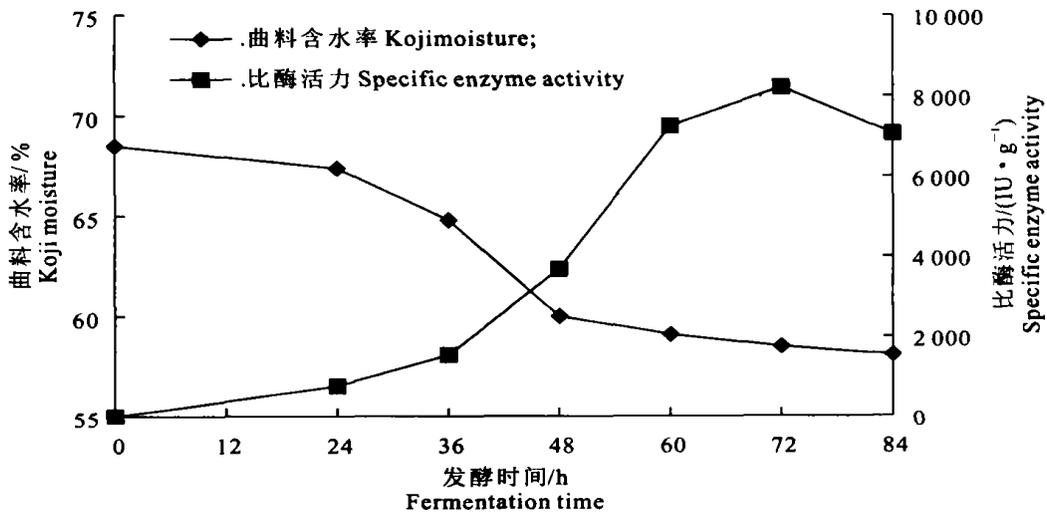


图 2 宇佐美曲霉 YW-38 菌株产木聚糖酶进程曲线

Fig. 2 Profile of the synthesis of xylanases in YW-38 strain

3 结 论

经一系列的三角瓶固态发酵单因素试验和正交试验, 获得的优化培养基为 250 mL 三角瓶装 8.0 g 基料( $m$  (麸皮)  $m$  (玉米芯) = 3.5 4.5),  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  10  $\text{g}/\text{kg}$ , Tween-80 3  $\text{g}/\text{kg}$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  3.0  $\text{g}/\text{kg}$ ,  $\text{CaCl}_2$  1.0  $\text{g}/\text{kg}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  1.0  $\text{g}/\text{kg}$  (均相对

于基料), 基料与自来水的质量比为 1 : 1.3~1 : 1.4, 自然 pH。三角瓶固态发酵于 29 °C 培养 72 h, 比酶活力可达 8 752  $\text{IU}/\text{g}$ 。曲盘发酵工艺试验表明, 基料与自来水的质量比为 1 : 1.8, 其余同三角瓶优化培养基, 29 °C 培养 68 h, 期间翻曲 2 次(20 h 和 36 h), 该工艺条件下最高比酶活力为 8 761  $\text{IU}/\text{g}$ 。

## [参考文献]

- [1] 邹永龙, 王国强. 木聚糖降解酶系统[J]. 植物生理学通报, 1999, 35(5): 404-410
- [2] Beg Q K, Kapoor M, Mahajan L, et al. Microbial xylanases and their industrial applications: a review [J]. Appl Microbiol Biotechnol, 2001, 56: 326-338
- [3] 刘月英, 郑忠辉. 棒曲霉UA-2木聚糖酶的蔗渣固态发酵[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 1997, 36(2): 299-304
- [4] 杨瑞金, 许时婴. 具有高木二糖形成活力的木聚糖酶生产菌株的筛选与产酶培养基的优化[J]. 工业微生物, 2001, 31(1): 23-26
- [5] 邬敏辰, 邬显章. 饲用复合酶固体发酵工业化生产[J]. 饲料工业, 2003, 24(1): 5-8
- [6] 无锡轻工业学院. 微生物学[M]. 北京: 轻工业出版社, 1990
- [7] 王雪鹏, 管斌, 汤海青, 等. 半纤维素制备方法的改进及其应用[J]. 无锡轻工大学学报, 2003, 22(6): 85-88
- [8] Bailey M J, Biely P, Poutanen K. Interlaboratory testing of methods for assay of xylanase activity[J]. J Biotechnol, 1992, 23: 257-270
- [9] 吴克, 蔡敬民, 刘斌, 等. 木酶菌株T6木聚糖酶固态发酵条件和酶学性质研究[J]. 菌物系统, 2001, 20(2): 191-195
- [10] 符丹丹, 谢慧, 邬敏辰. 宇佐美曲霉产木聚糖酶的固态发酵条件研究[J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(4): 50-53

## Optimization of solid-state fermentation medium for Xylanases

WUM in-chen<sup>a</sup>, WANG Jin<sup>b</sup>, YANG Shu-yan<sup>b</sup>, LI Jian-fang<sup>a</sup>*(a Department of Medicine, Southern Yangtze University, Wuxi, Jiangsu 214064, China;**b School of Biotechnology, Southern Yangtze University, Wuxi, Jiangsu 214036, China)*

**Abstract:** The solid-state fermentation for xylanase production by *Aspergillus usami* was investigated in this paper. Multivariate statistical approaches were employed to evaluate the effects of several variables (carbon and nitrogen sources, the ratio of base material to water, initial pH and temperature) on xylanase production. Under the optimized process conditions, the xylanase activity reached 8 752 IU/g dry koji cultured with flask at 29 °C for 72 h and 8 761 IU/g dry koji with koji tray at 29 °C for 68 h.

**Key words:** *Aspergillus usami*; Xylanases; solid-state fermentation; orthogonal test; enzyme activity