

高产纤维素酶菌株的筛选及其产酶条件研究

封 晔,来航线,郑 真

(西北农林科技大学 资源环境学院,陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 为了得到高产纤维素酶菌株和确定其最优生产发酵工艺,采用比色法对供试的 Z1、Z2、Z3、W2、W5、FG10、FG209、H8 和 A8 等 9 株真菌进行筛选,对筛选出的高产纤维素酶菌株进行初步鉴定,并对其最佳产酶条件进行了研究。结果表明,FG10 和 FG20 为高产纤维素酶菌株;FG10 的最适产酶条件为豆粕 0.3 g/kg, pH 4.8, 35℃ 培养 48 h;FG20 的最适产酶条件为油渣 0.2 g/kg, pH 4.4, 35℃ 培养 48 h;2 株菌均属曲霉属,其中菌株 FG10 为烟曲霉,菌株 FG20 为米曲霉。

[关键词] 纤维素酶;菌株筛选;产酶条件;曲霉属

[中图分类号] TQ920.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)10-0133-06

Research on screening and culture conditions of a high cellulose-producing strain

FENG Ye, LAI Hang-xian, ZHENG Zhen

(College of Resources & Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: To find the strains with high cellulose and ascertain the best ferment conditions, isolated strains from 9 strains fungi were screened by colorimetry and the optimal producing conditions were studied and the screened strains with high cellulose were preliminarily identified. The results showed that FG10 and FG20 were high cellulose-producing strains. The optimum nitrogen source for FG10 was 0.3 g/kg bean pulp, pH 4.8, temperature was 35℃, and culture time 48 h; the optimum nitrogen source for FG20 was 0.2 g/kg fat residue, pH 4.4, temperature 35℃, and culture time 48 h. Both two strains were identified as *Aspergillus*, in which FG10 was *Aspergillus fumigatus*, and FG20 was *Aspergillus oryzae*.

Key word: cellulose; filtration of strains; fermentation condition; *Aspergillus*

纤维素酶在充分利用农作物秸秆等农副产品废弃物,降解秸秆中的纤维素,开发新能源方面具有巨大的应用潜力^[1],其已广泛应用于食品、动物饲料、洗涤等工业生产中^[2]。目前,用于纤维素酶生产的菌株多为木霉、青霉及曲霉等^[3],但其产生的酶普遍存在活力较低的问题。筛选高效纤维素分解菌,确定纤维素酶的固态发酵工艺,是利用秸秆纤维素的关键。有研究证明^[4],通过高效纤维素分解菌发酵秸秆及其他含纤维素的农副产品下脚料,生产纤维

素酶作为饲料添加剂,可提高饲料利用率和粗饲料的营养价值,降低饲料成本,在促进动物生长、减少粪便排放、改善生态环境和动物疾病防治等方面均有明显效果,具有很好的经济效益和环保意义^[5]。敖维平等^[6]和关铜等^[7]均详细论述了纤维素酶在畜禽生产中的显著效果。因此,筛选高产纤维素酶产生菌、确定其产酶发酵工艺,对纤维素酶生产具有重要意义。本试验对高产纤维素酶菌株进行了筛选,并对其产酶条件进行了研究,以期对纤维素酶的工

收稿日期: 2006-09-15

基金项目: 陕西省科技攻关项目(2003 K03-G2-02);杨凌示范区农业推广专项(YL TG2005-8)

作者简介: 封 晔(1981-),女,甘肃兰州人,在读硕士,主要从事微生物资源与利用研究。E-mail: fengye198108@yahoo.com.cn

通讯作者: 来航线(1964-),男,陕西礼泉人,副教授,硕士生导师,主要从事微生物资源利用和微生物生态研究。

业化生产提供必要的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试菌株 Z1、Z2、Z3、W2、W5、FG10 和 FG20 菌株由西北农林科技大学资源环境学院微生物生态实验室保存;H8 和 A8 菌株为西北农林科技大学资源环境学院微生物资源实验室保存。

1.1.2 培养基 活化培养基为 PDA 培养基;基础固体发酵培养基^[8]组成为:麦草粉 7 g,麸皮 3 g,Mandels 营养液 30 mL,吐温 0.3 mL。

1.2 高产纤维素酶菌株的筛选

测定 1.1.1 中 9 株供试菌的纤维素酶活性和蛋白酶活性,筛选高产纤维素酶菌株作为下一步供试菌株。

1.3 氮源、培养基 pH 和培养温度对纤维素酶活性的影响

1.3.1 氮源 在基础固体发酵培养基成分不变、

初始 pH 为 7.0、培养温度为 28 的条件下,研究无机氮源(NH₄NO₃、(NH₄)₂SO₄)和有机氮源(油渣、豆粕)及其混合物对高产纤维素酶菌株酶活性的影响。培养基中氮源物质添加量为 0.2 g/kg,2 种氮源混合物中每种氮源各占总量的 50%。

1.3.2 培养基 pH 在基础固体发酵培养基成分不变、培养温度为 28 的条件下,测定培养基 pH 分别为 3.8、4.4、4.8、5.4、6.2、6.7 和 7.0 时纤维素酶的活力,研究培养基 pH 对纤维素酶活性的影响。

1.3.3 培养温度 在基础固体发酵培养基成分不变、初始 pH 为 7.0、培养温度分别为 28、35、40、45、50、55、60 和 70 的条件下培养 72 h,测定纤维素酶活力,研究培养温度对纤维素酶活性的影响。

1.4 高产纤维素酶菌株固态发酵条件的确定

在上述单因素试验基础上,采用 L₉(3⁴) 正交试验的方法,研究氮源、温度、培养时间、pH 4 个因素对菌株生长的影响,确定其发酵条件。每因素各取 3 个水平(表 1)。

表 1 菌株 FG10 和 FG20 固态发酵条件的 L₉(3⁴) 正交试验设计方案

Table 1 Factor level list of the orthogonal test of L₉(3⁴) of FG10 and FG20 s solid state fermentation condition

菌株 Strains	水平 Level	因素 Factor				
		A 氮源 Nitrogen source		B pH	C 温度/ Temperature	D 时间/h Time
		种类 Category	含量/(g·kg ⁻¹) Content			
FG10	1	豆粕 Bean residue	0.2	3.8	35	48
	2	豆粕 Bean residue	0.3	4.8	40	72
	3	豆粕 Bean residue	0.4	6.2	45	96
FG20	1	油渣 Fat residue	0.2	3.8	35	48
	2	油渣 Fat residue	0.3	4.4	40	72
	3	油渣 Fat residue	0.4	6.2	45	96

1.5 菌株鉴定

通过观察菌株的形态特征和培养特征,依据《真菌鉴定手册》^[9]进行初步鉴定。

1.6 酶活性的测定

1.6.1 酶液的制备 将发酵后的酶曲称重烘干,取一定量的纤维素酶曲,加入 10 倍质量的蒸馏水,搅拌,于 40 水浴中保温 45 min,用脱脂棉过滤入离心管,3 000 r/min 离心 5 min,取上清液备用。

1.6.2 酶活性的测定 参考文献[10],采用 DNS 比色法测定滤纸(FPA)酶活性和羧甲基纤维素(CMC)酶活性,采用福林法测定蛋白酶活性。

2 结果与分析

2.1 高产纤维素酶菌株的筛选

结果见表 2。

表 2 9 株供试菌株的纤维素酶和蛋白酶活性

Table 2 Activity of cellulose and proteinase of 9 strains

μg/(g·min)

酶 Enzyme	菌株 Strains								
	FG20	W5	W2	A8	FG10	H8	Z2	Z3	Z1
纤维素酶 Activity of cellulose	5 512.3	5 740.7	5 888.9	2 456.8	5 699.1	2 601.9	4 263.9	5 398.1	4 716.1
蛋白酶 Proteinase	599.2	582.1	91.0	99.3	618.3	108.3	343.0	600.7	422.0

由表 2 可知,菌株 FG10 和 FG20 的纤维素酶活性和蛋白酶活性均较高,故确定 FG10 和 FG20 为

高产纤维素酶菌株。

2.2 培养条件对菌株纤维素酶活性的影响

2.2.1 氮 源 由表 3 可知,以豆粕作为氮源时,菌株 FG10 的 CMC 和 FPA 酶活性均较高,分别为 3055.6 和 527.4 μg/ (g · min),表明菌株 FG10 对豆粕的利用效果优于无机氮源,从而确定 FG10 的最适

产酶氮源为豆粕。菌株 FG20 对有机氮源的利用也优于无机氮源,以油渣作为氮源时,其 CMC 和 FPA 酶活性均较高,分别为 3246.9 和 600.0 μg/ (g · min),即 FG20 的最适产酶氮源为油渣。

表 3 氮源对菌株 CMC 和 FPA 酶活性的影响

Table 3 Effect of nitrogen source on activity of CMC and FPA					μg/ (g · min)				
氮源	CMC		FPA		氮源	CMC		FPA	
Nitrogen source	FG10	FG20	FG10	FG20		Nitrogen source	FG10	FG20	FG10
NH ₄ NO ₃	2 308.6	2 523.1	391.1	453.3	NH ₄ NO ₃ + 油渣	1 916.7	2 731.5	345.9	506.7
					NH ₄ NO ₃ + Fat Residue				
(NH ₄) ₂ SO ₄	2 379.6	2 814.8	483.7	473.3	(NH ₄) ₂ SO ₄ + 油渣	1 802.5	3 000	388.1	505.2
					(NH ₄) ₂ SO ₄ + Fat Residue				
油渣	2 080.2	3 246.9	444.4	600	NH ₄ NO ₃ + 豆粕	1 787.1	2 703.7	360.7	234.1
Fat residue					NH ₄ NO ₃ + Bean Pulp				
豆粕	3 055.6	537.1	527.4	374.8	(NH ₄) ₂ SO ₄ + 豆粕	1 870.4	2 768.5	340	540.7
Bean pulp					(NH ₄) ₂ SO ₄ + Bean Pulp				

2.2.2 pH 表 4 表明,在酸性条件下,菌株 FG10 和 FG20 的酶活性均较高。其中 FG10 在 pH 为 3.8 的环境中 CMC 酶活性最高,可以达到 1 454.2 μg/ (g · min),FPA 酶活性最高可达 2 528 μg/ (g · min);而在 pH 为 4.4 的环境中,FG20 的

CMC 酶活性最高,可以达到 1 131.6μg/ (g · min),FPA 酶活性可达 1 186.4 μg/ (g · min)。由此可知,菌株 FG10 的最适产酶 pH 是 3.8,FG20 的最适产酶 pH 是 4.4。

表 4 pH 对菌株 CMC 酶和 FPA 酶活性的影响

Table 4 Effect of different pH on activity of CMC and FPA					μg/ (g · min)				
pH	CMC		FPA		pH	CMC		FPA	
	FG10	FG20	FG10	FG20		FG10	FG20	FG10	FG20
3.8	1 454.2	1 070.2	2 528	1 454.2	6.2	1 400.9	978.1	1 416.9	1 400.9
4.4	1 186.4	1 131.6	570.7	1 186.4	6.7	823.1	596.5	1 863.1	823.1
4.8	1 130.7	789.5	1 573.3	1 130.7	7.2	759.1	491.2	1 868.4	759.1
5.4	170.7	83.3	652.4	170.7					

2.2.3 温 度 由表 5 可知,在 35~50 时,菌株 FG10 和 FG20 的酶活性均较高;50 以后,CMC 和 FPA 酶活性随着温度的升高逐渐降低,其中在 45 时 FG10 的 CMC 和 FPA 酶活性均最高,分别

为 4611.1 和 1 518.5 μg/ (g · min);在 35 时 FG20 的 CMC 和 FPA 酶活性均最高,分别为 5 338.9和 1 448.9 μg/ (g · min)。所以菌株 FG10 和 FG20 的最适产酶温度分别是 45 和 35 。

表 5 温度对菌株 CMC 酶活性的影响

Table 5 Effect of different temperature on activity of CMC					μg/ (g · min)				
温度/ Temperature	CMC		FPA		温度/ Temperature	CMC		FPA	
	FG10	FG20	FG10	FG20		FG10	FG20	FG10	FG20
28	2 533.3	2 722.2	376.3	1 000	50	3 600	2 025.9	1 537.8	1 321.5
35	4 105.6	5 338.9	1 414.8	1 448.9	55	216.7	94.4	312.6	371.9
40	4 194.4	4 738.9	1 400	1 208.9	60	137	85.2	303.7	297.8
45	4 611.1	4 961.1	1 518.5	1 333.3	70	144.4	50	293.3	284.4

2.3 高产纤维素酶菌株固态发酵条件的正交试验结果

由表 6 可知,菌株 FG10 按级差(R)大小,各指标下各因素的主次顺序分别为:CMC 酶活性 C>B>D>A;FPA 酶活性 C>D>B>A;蛋白酶 C>A>D>B。根据各水平下 K₁、K₂、K₃ 确定各因素的最优水平组合为:CMC 酶活性 C₁B₂D₂A₂;FPA 酶活性 C₁D₁B₁A₂;蛋白酶 C₁A₃D₁B₂。由此可知,温度

对 CMC 和 FPA 酶活性的影响最大,其次为 pH 和时间,氮源的影响最小;温度对蛋白酶酶活性影响最大,其次为氮源和时间,pH 影响最小。通过综合分析认为,菌株 FG10 的最佳产纤维素酶条件是:培养基含豆粕 0.3 g/ kg、培养基 pH 为 3.8~4.8、培养温度为 35 、培养时间为 48~72 h,在此条件下菌株 FG10 的 CMC 酶活性可达到约 7 000 μg/ (g · min);最佳产蛋白酶的条件是培养基含豆

粕 0.4 g/kg、培养基 pH 为 4.8、培养温度为 35 ℃、培养时间为 48 h,在此条件下其蛋白酶的活性可达约 1 800 μg/(g·min)。

由表 7 可知,菌株 FG20 按级差(R)大小,各指标下各因素的主次顺序分别为:CMC 酶活性 C>A>D>B;FPA 酶活性 C>D>A>B;蛋白酶 C>B>A>D。根据各水平下 K_1 、 K_2 、 K_3 确定各因素的最优水平组合为:CMC 酶活性 $C_1A_1D_1B_2$;FPA 酶活性 $C_1D_1A_3B_2$;蛋白酶 $C_1B_2A_2D_1$ 。由此可知,温度对 CMC 和 FPA 酶活性的影响最大,其次为氮源和时

间,pH 的影响最小;温度对蛋白酶活性影响最大,其次为 pH 和氮源,时间影响最小。通过综合分析认为,FG20 的最佳产纤维素酶条件是培养基含油渣 0.2 g/kg、培养基 pH 为 4.4、培养温度为 35 ℃、培养时间为 48 h,在此条件下菌株 FG20 的 CMC 酶活性可达约 8 000 μg/(g·min);最佳产蛋白酶的条条件是:培养基含油渣 0.3 g/kg、培养基 pH 为 4.4、培养温度为 35 ℃、培养时间为 48 h,在此条件下其 CMC 酶活性可达约 1 300 μg/(g·min)。

表 6 菌株 FG10 固态发酵条件的 $L_9(3^4)$ 正交试验结果

Table 6 Orthogonal test design and the results of FG10's solid state fermentation condition

编号 Code	A 豆粕/(g·kg ⁻¹) Bean pulp	B pH	C 温度/ Temperature	D 时间/h Time	酶活性/μg·g ⁻¹ ·min ⁻¹ Enzyme activity		
					CMC	FPA	蛋白酶 Proteinase
1	1(0.2)	1(3.8)	1(35)	1(48)	7 000.0	3 504.2	1 788.7
2	1(0.2)	2(4.8)	2(40)	2(72)	6 427.1	1 650.0	1 133.7
3	1(0.2)	3(6.2)	3(45)	3(96)	2 065.9	1 220.8	603.4
4	2(0.3)	1(3.8)	2(40)	3(96)	4 932.3	2 197.9	905.9
5	2(0.3)	2(4.8)	3(45)	1(48)	4 843.8	2 197.2	1 275.8
6	2(0.3)	3(6.2)	1(35)	2(72)	5 923.6	2 236.1	1 145.7
7	3(0.4)	1(3.8)	3(45)	2(72)	4 255.2	1 737.5	1 256.5
8	3(0.4)	2(4.8)	1(35)	3(96)	6 218.8	2 595.8	1 847.4
9	3(0.4)	3(6.2)	2(40)	1(48)	4 463.5	2 060.4	1 417.8
CMC	K_1	5 164.3	5 395.8	6 380.8	5 435.8	61 506.9	
	K_2	5 233.2	5 829.9	5 274.3	5 535.3		
	K_3	4 979.2	4 151.0	3 721.6	4 405.7		
	R	254	1 678.9	2 659.2	1 129.6		
FPA	K_1	2 125.0	2 479.9	2 778.7	2 587.3	25 866.5	
	K_2	2 210.4	2 147.7	1 969.4	1 874.5		
	K_3	2 131.2	1 839.1	1 718.5	2 004.8		
	R	85.4	640.8	1 060.2	712.8		
蛋白酶 Proteinase	K_1	1 175.3	1 317.0	1 593.9	1 494.1	15 166.4	
	K_2	1 109.1	1 419.0	1 152.5	1 178.6		
	K_3	1 507.2	1 055.6	1 045.2	1 118.9		
	R	398.1	363.4	548.7	375.2		

表 7 菌株 FG20 固态发酵条件的 $L_9(3^4)$ 正交试验结果

Table 7 Orthogonal test design and the results of FG20's solid state fermentation condition

编号 Code	A 油渣/(g·kg ⁻¹) Fat residue	B pH	C 温度/ Temperature	D 时间/h Time	酶活性/μg·g ⁻¹ ·min ⁻¹ Enzyme activity		
					CMC	FPA	蛋白酶 Proteinase
1	1(0.2)	1(3.8)	1(35)	1(48)	7 947.9	3 975.0	1 285.5
2	1(0.2)	2(4.4)	2(40)	2(72)	6 364.6	1 645.8	1 057.9
3	1(0.2)	3(6.2)	3(45)	3(96)	5 286.5	1 279.2	747.4
4	2(0.3)	1(3.8)	2(40)	3(96)	5 243.1	1 452.1	1 077.8
5	2(0.3)	2(4.4)	3(45)	1(48)	5 041.7	2 309.7	950.0
6	2(0.3)	3(6.2)	1(35)	2(72)	7 588.5	3 245.8	1 248.6
7	3(0.4)	1(3.8)	3(45)	2(72)	4 906.3	1 916.7	765.7
8	3(0.4)	2(4.4)	1(35)	3(96)	7 526.0	3 718.8	1 240.7
9	3(0.4)	3(6.2)	2(40)	1(48)	6 020.8	2 766.7	1 020.7
CMC	K_1	6 533.0	6 032.4	7 687.5	6 336.8	74 567.3	
	K_2	5 957.8	6 310.8	5 876.2	6 286.5		
	K_3	6 151.0	6 298.6	5 078.2	6 018.5		
	R	575.2	278.4	2 609.3	318.3		

续表 7 Continued of table 7

编号 Code	A 油渣/(g·kg ⁻¹) Fat residue	B pH	C 温度/ Temperature	D 时间/h Time	酶活性/(μg·g ⁻¹ ·min ⁻¹) Enzyme activity		
					CMC	FPA	蛋白酶 Proteinase
FPA	K ₁	2 300.0	2 447.9	3 646.5	3 017.1		
	K ₂	2 335.9	2 558.1	1 954.9	2 269.4		
	K ₃	2 800.7	2 430.6	1 835.2	2 150.0		29 746.3
	R	500.7	127.5	1 811.3	867.1		
蛋白酶 Proteinase	K ₁	1 030.3	1 043.0	1 258.3	1 085.4		
	K ₂	1 092.1	1 082.9	1 052.1	1 024.1		
	K ₃	1 009.0	941.0	821.0	1 022.0		12 461.2
	R	83.1	141.9	437.3	63.4		

2.4 菌株 FG10 和 FG20 的鉴定

由显微镜下观察可知,菌株 FG10 菌丝无隔,形成分生孢子梗,孢子梗散生,顶端膨大,有辐射状排列的小梗,基部有厚膜足细胞,分生孢子串生,为绿

色单孢。其在培养基中的培养特征为菌丝发达,呈疏松的棉絮状,白色;菌落扁平,气生菌丝发达,基内菌丝缺乏,产绿色孢子。初步鉴定菌株 FG10 为烟曲霉,其形态及培养特征见图 1。

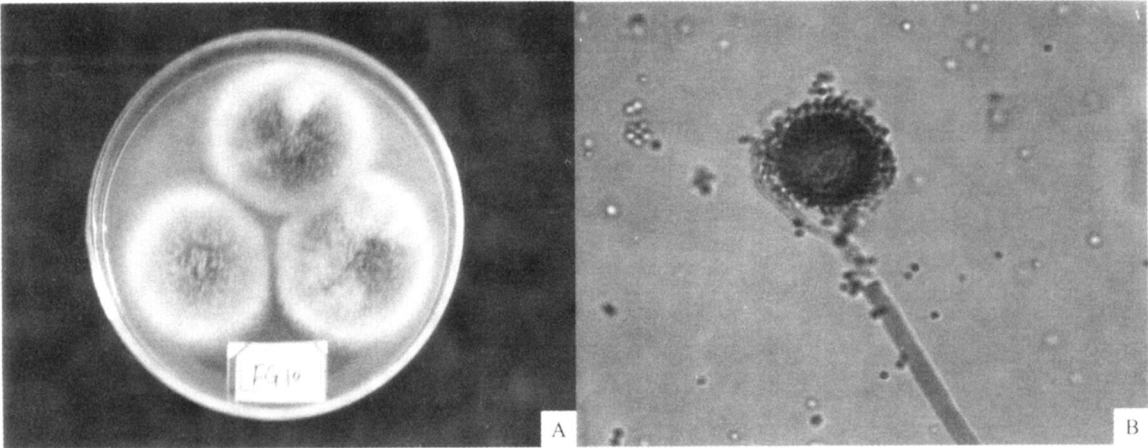


图 1 菌株 FG10 的培养特征及光学显微镜检图
A. 皿内培养特征;B. 显微形态

Fig. 1 Culture character and optic micrograph of FG10
A. Culture character in utensil;B. Microcosmic character (16 ×40)

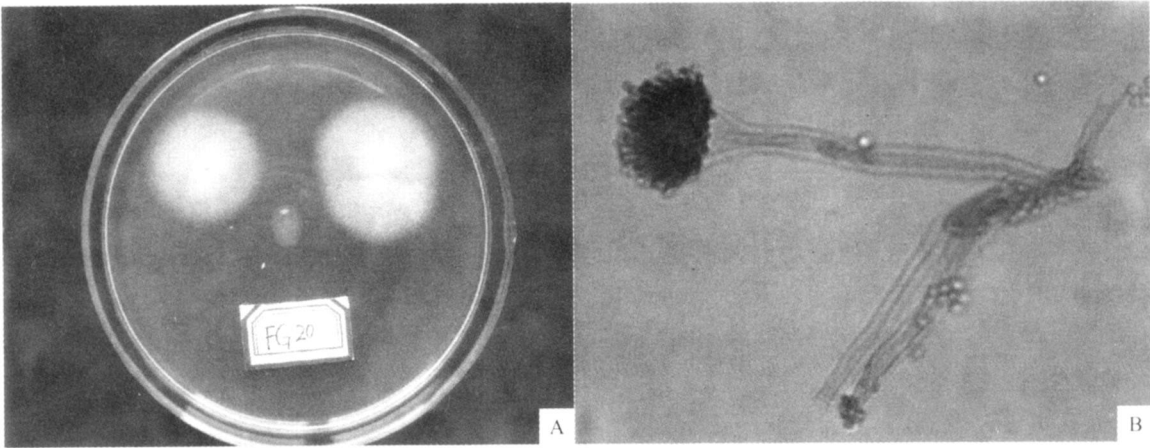


图 2 菌株 FG20 的培养特征及光学显微镜检图
A. 皿内培养特征;B. 显微形态

Fig. 2 Culture character and optic micrograph of FG20
A. Culture character in utensil;B. Microcosmic character (16 ×40)

菌株 FG20 形态及培养特征见图 2。由图 2 可知,FG20 菌丝无隔,单细胞多核,形成分生孢子梗,顶端膨大成球形,分生孢子为淡绿色单胞。FG20 在培养基中的培养特征为菌丝不发达,白色,菌落扁平,气生菌丝不发达,基内菌丝发达,产淡绿色孢子。初步鉴定菌株 FG20 为米曲霉。

3 结论与讨论

(1) 本试验通过测定纤维素酶和蛋白酶的活性,确定 FG10 和 FG20 为高产纤维素酶菌株。

(2) 菌株 FG10 的最佳产纤维素酶条件是:氮源(豆粕)0.3 g/kg、pH 3.8~4.8、35℃ 培养 48~72 h;最佳产蛋白酶的条件是:氮源(豆粕)0.4 g/kg、pH 4.8、35℃ 培养 48 h。综合考虑,菌株 FG10 的最适产酶条件为:氮源(豆粕)0.3 g/kg、pH 4.8、35℃ 培养 48 h。

(3) FG20 的最佳产纤维素酶条件是:氮源(油渣)0.2 g/kg、pH 4.4、35℃ 培养 48 h;最佳产蛋白酶的条件是氮源(油渣)0.3 g/kg、pH 4.4、35℃ 培养 48 h。综合考虑,FG20 的最适产酶条件为:氮源(油渣)0.2 g/kg、pH 4.4、35℃ 培养 48 h。

(4) 通过初步鉴定得出,两株菌均属曲霉属,FG10 为烟曲霉,FG20 为米曲霉。

【参考文献】

- [1] 刘颖,林亲录. 纤维素酶制取与应用研究进展[J]. 中国食物与营养,2006,4:33-35.
- [2] 刘春芬,贺稚非,蒲海燕,等. 纤维素酶及应用现状[J]. 粮食与油脂,2004,1:15-17.
- [3] 陈冠军,杜宗军,高培基. 耐碱性真菌纤维素酶生产菌的筛选及酶学性质的初步研究[J]. 工业微生物,2000,30(4):23.
- [4] 宋素芳,刘卫东,蒋媛媛. 饲用酶制剂在畜牧业中的应用[J]. 河南农业科学,2003,3:40-42.
- [5] 陈海燕. 饲用纤维素酶活力测定方法的探讨[J]. 上海农业科技,2006,4:27.
- [6] 敖维平,杨正德. 饲料纤维素酶的研究进展与应用现状[J]. 贵州农业科学,2004,4:77-78.
- [7] 关铜,张世华. 纤维素酶在饲料工业中的研究与应用[J]. 贵州畜牧兽医,2003,5:7-9.
- [8] 陈天寿. 微生物培养基的制作与应用[M]. 北京:中国农业出版社,1996.
- [9] 魏景超. 真菌鉴定手册[M]. 上海:上海科技出版社,1979:565-566.
- [10] 程丽娟,薛泉宏. 微生物学实验技术[M]. 西安:世界图书出版公司,2000.

欢迎订阅 2008 年《水土保持通报》

《水土保持通报》创刊于 1981 年,双月刊,中文版,属环境科学类学科,连续 4 届被认定为我国中文核心期刊。主管单位为中国科学院,由中国科学院水利部水土保持研究所与水利部水土保持监测中心联合主办。为《中国科技论文统计源期刊》,《中国科学引文数据库统计源期刊》,《中文核心期刊要目总览》,以及日本《科学技术文献速报(JICST)》,《中国期刊精品荟萃》等收编。本刊为大 16 开,180 页/期。刊号为:ISSN1000-288X,CN61-1094/X。国内邮发代号:52-167,国外发行代号:4721BM,定价:14.0 元/册。

办刊宗旨:紧密跟踪水土保持学科的发展动向,及时报道本学科前沿领域科学理论、技术创新及其实际应用研究最新成果,积极引导和推动水土保持学科和水土保持实践的发展与繁荣。报道内容:土壤侵蚀、旱涝、滑坡、泥石流、风蚀等水土流失灾害的现状与发展动态;水土流失规律研究、监测预报技术研发成就与监测预报结果;水土流失治理措施与效益分析;水土流失地区生态环境建设与社会经济可持续发展研究;计算机、遥感工程、生物工程等边缘学科新技术、新理论、新方法在水土保持科研及其实践中的应用;国外水土流失现状及水土保持研究新动态等。读者对象:从事水保科技研究、教学与推广的科教工作者及有关行政管理

地址:陕西省杨凌区西农路 26 号《水土保持通报》编辑部

邮 编:712100

电 话:(029)87018442

E-mail:bulletin@ms.iswc.ac.cn

http://www.iswc.ac.cn