

棉秸秆栽培糙皮侧耳菌株研究

李国庆¹, 李阿敏², 王金宁², 蔡永萍², 聂凡¹, 陈静娴¹

(1. 安徽省农业科学院 园艺所, 安徽 合肥 230031; 2. 安徽农业大学 生命科学学院, 安徽 合肥 230036)

摘要:以棉秸秆为主基料栽培糙皮侧耳, 以棉籽壳为对照, 用通径分析法研究了棉秸秆的木质纤维素降解率与产量的关系。结果表明:与常规基料棉籽壳(对照)栽培相比, 棉秸秆栽培的糙皮侧耳在营养成分、转化率等方面无差异;棉秸秆栽培中, 各菌株间的产量、木质素降解率差异明显, 且木质素降解率对产量的总影响力最大。因此, 棉秸秆栽培糙皮侧耳是可行的, 为提高产量, 宜选择木质素降解能力强的菌株用于生产和研究。

关键词:糙皮侧耳; 棉秸秆; 木质纤维素; 通径分析

中图分类号:S 646.1⁺41 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)10-0138-05

该课题组前期对安徽省糙皮侧耳种质资源 16 个不同品种的主要数量性状进行了研究, 为品种选育提供了优良材料^[1]。为拓宽优良种质资源的应用范围, 近年来课题组开展了秸秆栽培糙皮侧耳的研究。食用菌降解秸秆, 既可获得经济效益, 减少环境污染, 又可促进生物圈内的碳循环。

不同种类食用菌降解秸秆中的木质纤维素, 其降解特性是不同的。已有研究证实, 糙皮侧耳的不少品种降解木质纤维素的能力较强, 具有一定的选择性, 但不同品种的降解选择性及降解能力存在差异, 并从 12 种糙皮侧耳中筛选出高效降解棉秸秆木质素的糙皮侧耳菌株 4 株, 即“苏平 1 号”、“皖平 1 号”、“苏平 3 号”、“黑平 A”, 尤以“苏平 1 号”、“黑平 A”为较优^[2], 并发现菌株的棉秸秆木质素降解率与其产量呈显著正相关^[3]。由于棉秸秆中木质素含量较高, 极大地限制了微生物的降解能力, 也是棉秸秆难以利用的主要原因^[4]。该试验以棉秸秆、棉籽壳为主基料分别栽培糙皮侧耳菌株的比较研究, 为有效利用棉秸秆等园艺作物废弃物资源, 进一步阐明棉秸秆的木质纤维素降解率与产量的具体关系, 以期园艺作物废弃物栽培食用菌提供实践指导与理论依据。

第一作者简介:李国庆(1976-), 男, 硕士, 助理研究员, 现主要从事食用菌资源收集和育种与栽培等研究工作。E-mail: liguoqing1976@163.com

责任作者:聂凡(1962-), 男, 硕士, 研究员, 现主要从事食用菌育种与栽培等研究工作。E-mail: Fan.n@163.com

基金项目:安徽省科技计划资助项目(1101c0603062); 安徽省蔬菜产业技术体系(食用菌)资助项目。

收稿日期:2014-01-27

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验菌株为糙皮侧耳(*Pleurotus ostreatus*)共 8 株, 名称与来源见表 1。

栽培料配方: 试验组采用棉秸秆 70%, 麦麸 26%, 石灰 3%, 蔗糖 1%; 对照组为棉籽壳 70%, 麦麸 26%, 石灰 3%, 蔗糖 1%。

表 1 8 个糙皮侧耳供试菌株

Table 1 Sources of 8 *Pleurotus ostreatus* strains

菌株 Strain	来源 Sources
“皖平 1 号”“Wanping-1”	安徽省农科院园艺所选育
“P17”	安徽农业大学林学与园林学院提供
“早”“Zao”	华中农业大学应用真菌研究所提供
“黑平 A”“Heiping A”	华中农业大学应用真菌研究所提供
“苏平 1 号”“Suping-1”	江苏省农科院蔬菜研究所提供
“苏平 3 号”“Suping-3”	江苏省农科院蔬菜研究所提供
“新平 400”“Xinping400”	江苏省农科院蔬菜研究所提供
“天达 300”“Tianda300”	安徽农业大学林学与园林学院提供

1.2 试验方法

1.2.1 栽培特性 采用瓶栽法, 按“1.1”中的栽培料配方装瓶, 封口后, 于 121℃ 高压湿热灭菌 120 min, 冷却后以 5% 的接种量(以湿重计)接入各菌株栽培种, 置于 25℃ 恒温培养室中培养, 至菌丝满袋后移入菇房中出菇, 每个菌株的试验组和对照组各装 10 瓶。采收后统计相关数据。

1.2.2 子实体营养成分 水分: 先将称量后的新鲜的子实体放入烘箱中 80℃ 烘干 12 h, 然后每隔 2 h 取出样品, 放入干燥器中冷却, 称量, 直至恒重。

1.3 项目测定

子实体产量采用单瓶产量(前 2 潮)计算, 即每菌株的试验组和对照组各称量 5 瓶子实体鲜重, 记录并计算

平均值。转化率=单瓶子实体鲜重/单瓶栽培料干重×100%。含水量(%)=(子实体鲜重-子实体干重)/子实体鲜重×100%。可溶性蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝法^[5]。总糖和还原糖含量测定采用3,5-二硝基水杨酸法^[6]。木质纤维素降解率测定采用王万玉等^[7]的方法。

1.4 数据分析

利用SPSS 13.0软件采用钟雪美等^[8]方法对棉秸秆木质纤维素降解率与产量的关系进行通径分析。

2 结果与分析

2.1 糙皮侧耳菌株在棉花秸秆、棉籽壳基质(CK)栽培的生长时期比较

由表2可知,菌株在棉秸秆与棉籽壳(CK)上的菌丝萌发时间无明显的差异,均能在1~2 d内萌发菌丝;与棉籽壳栽培相比,棉秸秆上菌丝的满瓶时间主要集中在第20天,提前6~12 d,但菌丝生长较稀疏。同一栽培基质上的菌丝满瓶时间,不管是棉秸秆栽培还是棉籽壳栽培,菌株间的差异不显著。

各菌株虽然在棉秸秆上的菌丝满瓶时间较棉籽壳(CK)早,但在棉秸秆上的原基形成时间、第1潮子实体

成熟时间要明显晚于棉籽壳。各菌株在棉秸秆上的第1潮子实体成熟时间也存在较大差异:“苏平1号”最早形成第1潮子实体,采收时间约在第46天;最晚的菌株是“P17”和“新平400”,采收时间分别在第58天和第60天。而棉籽壳栽培中,各菌株间第1潮子实体形成时间差异较小,其采收时间主要集中在第41~44天。

2.2 糙皮侧耳菌株在棉花秸秆、棉籽壳基质栽培的子实体品质比较

由表3可知,糙皮侧耳菌株在2种栽培基质上产出的子实体水分含量均维持在90%~92%之间;棉秸秆栽培与棉籽壳(CK)栽培的同一糙皮侧耳菌株的子实体还原糖含量高低无一定规律,有的菌株还原糖含量棉秸秆栽培较棉籽壳栽培要高,有的菌株还原糖含量棉秸秆栽培较棉籽壳栽培要低;棉秸秆栽培与棉籽壳(CK)栽培的糙皮侧耳菌株的子实体总糖、可溶性蛋白质含量的比较也是如此。经2组独立样本 t 检验差异显著性,棉秸秆栽培与棉籽壳(CK)栽培的糙皮侧耳菌株营养成分(如还原糖、总糖、可溶性蛋白质)含量无显著性差异。

表2 糙皮侧耳菌株在棉花秸秆、棉籽壳基质(CK)栽培的生长时期比较

Table 2 Comparison of mycelial growth of cotton straw medium with cottonseed hulls medium

菌株 Strains	萌发时间 Germination time/d		满瓶时间 Hyphae covered full bottle time/d		原基形成时间 Formation time of the body-fruit initial/d		第1潮采收时间 The first wave of time/d	
	棉秸秆	CK	棉秸秆	CK	棉秸秆	CK	棉秸秆	CK
“皖平1号”“Wanping-1”	1.60±0.52	1.10±0.32	20.50±0.85	29.90±0.57	36.30±3.47	30.70±4.64	47.90±1.45	41.10±1.52
“P17”	1.30±0.67	1.90±0.32	20.10±0.32	27.60±0.70	47.30±3.06	31.30±3.83	58.90±2.81	41.40±1.17
“早”“Zao”	1.20±0.42	1.90±0.32	20.10±0.32	27.30±0.95	48.00±2.00	36.40±1.14	56.86±2.61	44.70±1.06
“黑平A”“Heiping A”	1.10±0.32	2.00±0.00	20.90±0.57	31.40±1.17	37.60±1.95	32.43±2.70	49.40±1.14	44.50±1.78
“苏平1号”“Suping-1”	1.60±0.52	1.60±0.52	18.60±0.52	30.50±1.08	36.40±1.84	31.40±2.27	46.00±2.54	40.50±0.71
“苏平3号”“Suping-3”	1.00±0.00	1.20±0.42	20.90±0.32	27.20±0.79	38.00±3.86	30.50±3.03	50.50±0.97	41.70±0.82
“新平400”“Xinping400”	1.80±0.42	1.90±0.57	20.30±0.48	30.30±1.16	45.00±2.00	34.50±1.91	60.25±0.50	48.67±1.15
“天达300”“Tianda300”	1.20±0.42	1.80±0.42	21.70±0.67	29.30±0.48	42.20±3.01	31.10±3.60	53.90±1.52	41.80±1.03

表3 糙皮侧耳菌株在棉花秸秆、棉籽壳基质栽培的子实体品质比较

Table 3 Comparison of qualities of fruiting body of cotton straw medium and cottonseed hulls medium

菌株 Strains	子实体品质 Quality of fruiting body							
	水分 Water content		还原糖含量 Reducing sugar content		总糖含量 Total sugar content		可溶性蛋白质含量 Protein content	
	棉秸秆	CK	棉秸秆	CK	棉秸秆	CK	棉秸秆	CK
“皖平1号”“Wanping-1”	90.60±1.38	90.73±1.65	21.27±0.21	17.95±0.36	39.10±0.30	46.16±0.3	11.64±0.28	11.49±0.47
“P17”	90.91±2.10	90.67±1.84	16.07±0.40	25.55±1.95	32.90±0.48	36.80±0.15	10.18±0.17	10.90±0.16
“早”“Zao”	91.10±0.84	90.24±1.39	20.67±1.79	17.28±1.06	36.38±0.51	47.22±3.10	8.37±0.27	8.92±0.17
“黑平A”“Heiping A”	90.63±1.90	90.28±1.19	20.78±0.79	19.03±1.22	38.29±0.36	42.50±0.46	12.09±0.02	11.93±0.89
“苏平1号”“Suping-1”	90.84±1.57	91.13±0.32	20.17±1.14	18.35±0.21	39.53±0.20	43.79±5.12	10.45±0.44	10.31±0.32
“苏平3号”“Suping-3”	90.59±2.20	90.16±1.65	16.79±0.79	15.40±0.63	27.61±0.43	27.57±0.32	8.66±0.67	9.07±0.10
“新平400”“Xinping400”	90.72±1.36	91.15±0.56	20.91±18.11	18.97±0.80	36.24±0.47	41.45±0.63	9.26±0.21	8.73±0.18
“天达300”“Tianda300”	91.92±1.05	90.47±2.17	15.56±0.55	16.95±1.44	36.66±0.66	36.66±0.39	9.10±0.29	8.75±0.48

2.3 糙皮侧耳菌株在棉秸秆、棉籽壳(CK)基质栽培的子实体产量和转化率比较

从表4可以看出,单瓶棉籽壳栽培料的干重(105.85 g/瓶)比棉秸秆栽培料(58.94 g/瓶)重,每一糙皮侧耳菌株在棉籽壳中的子实体单瓶产量要高于棉秸秆的单瓶产量。经2组独立样本 t 检验差异显著性发

现,糙皮侧耳菌株在2种栽培料中的生物转化率差异不显著。再结合前面的2种基质栽培的糙皮侧耳营养成分的分析结果表明,与普遍采用的糙皮侧耳配方(CK)相比,棉秸秆栽培糙皮侧耳在实际生产中完全可行的。

棉秸秆基质栽培中,各菌株的单瓶产量、转化率变化范围较大,相差的最大值分别达17.42 g/瓶和

29.55%。子实体单瓶产量、转化率最高的菌株是“苏平 1 号”,为 52.77 g、89.53%;其次是“黑平 A”,第三是“苏平 3 号”,分别为 47.81 g 与 81.12%、42.06 g 与 71.36%;“天达 300”和“P17”的单瓶子实体产量较低,分别为 39.13 g 和 38.13 g;“早”的子实体单瓶产量最低,为 35.35 g,其转化率为 59.98%;差异显著性分析得知,“苏平 1 号”与“皖平 1 号”、“新平 400”、“天达 300”、“P17”、“早”的子实体单瓶产量差异达到极显著水平

表 4 糙皮侧耳菌株在棉秸秆、棉籽壳(CK)基质栽培的子实体产量和转化率比较

Table 4 Comparison of output and biological conversion rate of fruiting body of cotton straw medium with cottonseed hulls medium

菌株 Strains	单瓶栽培料平均干重 The average dry weight of culture material/g		子实体单瓶产量 Average yield per bottle/g · 瓶 ⁻¹		转化率 Biological efficiency/%	
	棉秸秆	CK	棉秸秆	CK	棉秸秆	CK
“皖平 1 号”“Wanping-1”			42.03±4.94 bcBC	74.07±1.07	71.32±8.38	69.97±1.01
“P17”			38.13±4.24 deCD	70.28±15.27	64.69±7.23	66.39±14.42
“早”“Zao”			35.35±2.81 eD	73.73±11.76	59.98±5.20	69.65±11.11
“黑平 A”“Heiping A”	58.94	105.85	47.81±5.57 abAB	74.41±3.45	81.12±9.26	70.30±3.26
“苏平 1 号”“Suping-1”			52.77±1.22 aA	80.23±10.38	89.53±2.07	75.80±9.80
“苏平 3 号”“Suping-3”			42.06±7.11 bcABC	74.10±3.35	71.36±13.15	70.30±3.16
“新平 400”“Xinping400”			40.03±4.94 cdBCD	76.15±13.18	68.45±7.29	71.94±12.89
“天达 300”“Tianda300”			39.13±3.81 cdBCD	78.20±12.31	66.40±6.46	73.88±11.62

注:表中小写字母表示差异显著($P<0.05$),大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。

Note: The lowercase letters show significant difference ($P<0.05$), the capital letters show significant difference ($P<0.01$).

2.4 糙皮侧耳菌株对棉花秸秆、棉籽壳基质中木质素、纤维素和半纤维素的降解比较

棉秸秆、棉籽壳栽培中,糙皮侧耳菌株对棉秸秆、棉籽壳主要组分降解情况分别见表 5。与棉籽壳(CK)相比,棉秸秆栽培中糙皮侧耳菌株的纤维素、半纤维素降解率明显较低。棉秸秆栽培中,菌株的纤维素降解率为 18.11%~25.05%,半纤维素降解率为 25.03%~37.83%;棉籽壳栽培中,菌株的纤维素降解率为

($P<0.01$),“苏平 1 号”、“黑平 A”与“新平 400”、“天达 300”、“P17”、“早”的子实体单瓶产量差异达到显著水平($P<0.05$)。棉籽壳(CK)栽培中,8 个糙皮侧耳菌株的子实体单瓶产量、转化率的变化范围较小,相差的最大值分别达 9.95 g/瓶和 9.41%。这些结果表明,在实际生产中,与棉籽壳(CK)栽培相比,棉秸秆栽培尤其要重视对糙皮侧耳菌株的产量等农艺性状进行筛选,选出产量、转化率高的菌株用于棉秸秆栽培。

25.06%~32.36%,半纤维素降解率为 55.89%~69.83%。糙皮侧耳菌株的棉秸秆木质素降解率为 20.41%~33.65%,且各菌株的棉秸秆木质素降解率大小差异明显;菌株的棉籽壳木质素降解率为 27.36%~29.16%,各菌株木质素降解率大小差异不明显。通过 2 组独立样本 t 检验表明,糙皮侧耳菌株的棉秸秆木质素降解率与棉籽壳木质素降解率的差异不显著。

表 5 糙皮侧耳菌株对棉花秸秆、棉籽壳(CK)基质中木质素、纤维素和半纤维素的降解比较

Table 5 Comparison of degradation of lignin, cellulose and hemicellulose of different culture material by tested fungal strains

菌株 Strains	棉花秸秆各组分降解率 Cotton straw			棉籽壳(CK)各组分降解率 Cotton seed hulls		
	纤维素 Cellulose	半纤维素 Hemicellulose	木质素 Lignin	纤维素 Cellulose	半纤维素 Hemicellulose	木质素 Lignin
“皖平 1 号”“Wanping-1”	24.21	30.78	27.61	29.77	58.74	29.16
“P17”	18.48	37.83	25.16	25.06	55.89	27.36
“早”“Zao”	20.95	28.39	21.99	29.27	64.68	27.97
“黑平 A”“Heiping A”	22.8	28.19	31.5	27.89	64.75	28.11
“苏平 1 号”“Suping-1”	25.05	29.59	33.65	29.01	67.02	28.84
“苏平 3 号”“Suping-3”	24.23	25.03	26.46	29.16	64.7	28.1
“新平 400”“Xinping400”	18.11	32.94	20.41	29.41	69.83	28.4
“天达 300”“Tianda300”	22.77	25.85	23.11	32.36	69.55	28.38

棉秸秆的纤维素、半纤维素含量(44.54%、16.84%)分别低于棉籽壳(CK)中纤维素、半纤维素含量(50.09%、22.55%),而棉秸秆木质素含量(20.79%)则高于棉籽壳(14.99%)。结合上述结果分析可知,糙皮侧耳菌株的棉秸秆纤维素、半纤维素降解量均低于棉籽壳,而菌株的棉秸秆木质素降解量则高于棉籽壳木质素降解量。表明与对照(棉籽壳)栽培相比,棉秸秆较高的木质素含量限制了其纤维素、半纤维素的充分降解,并

可能存在部分降解的木质素代替纤维素作为碳源供菌株生长发育,弥补降解纤维素量的不足,使得糙皮侧耳菌株在棉秸秆栽培基质上的转化率与棉籽壳(CK)明显无差异。

2.5 棉秸秆的木质纤维素降解率与产量关系的途径分析

为探讨木质素、纤维素、半纤维素降解的具体作用及其对子实体产量的影响,对棉秸秆栽培的产量(Y)进

行了正态性检验,其呈正态分布,且显著水平大于 0.05,后运用通径分析方法对产量形成的各因素指标进行剖析(表 6、图 1)。

表 6 简单相关系数的分解

Table 6 The decomposition of simple correlation coefficient

自变量 Independent variable	与 Y 的简单 相关系数 The Simple correlation coefficients to Y	通径系数 (直接作用) Direct path coefficients	间接通径系数(间接作用) Indirect path coefficients			
			X ₁	X ₂	X ₃	合计 Total
X ₁	0.703	0.054	—	0.138	0.511	0.649
X ₂	-0.341	-0.201	-0.037	—	-0.103	-0.140
X ₃	0.803	0.738	0.037	0.028	—	0.065

注: X₁、X₂、X₃ 分别为纤维素降解率、半纤维素降解率、木质素降解率。

Note: X₁, X₂, X₃ represent Cellulose degradation rate, Hemicellulose degradation rate, Lignin degradation rate.

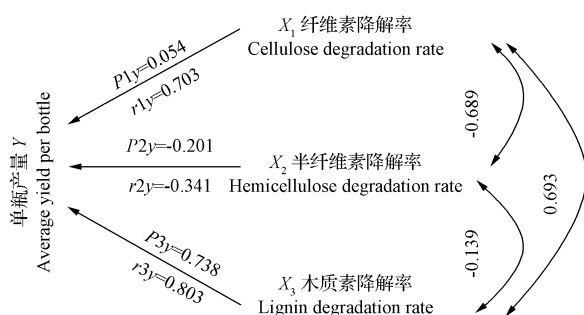


图 1 棉秸秆栽培中纤维素、半纤维素、木质素降解率与产量关系的通径分析

注: P_{1y}、P_{2y}、P_{3y} 为 X₁、X₂、X₃ 对 Y 的直接通径系数; r_{1y}、r_{2y}、r_{3y} 为 X₁、X₂、X₃ 与 Y 的相关系数。

Fig. 1 The Path Analysis on cellose, hemicellulose, lignin degradation rate of *Pleurotus ostreatus* to cotton straw and its output during cultivation

Note: P_{1y}, P_{2y}, P_{3y} represent direct path coefficients of X₁, X₂, X₃ on Y; r_{1y}, r_{2y}, r_{3y} represent correlation coefficients of between X₁, X₂, X₃ and Y.

由表 6 及图 1 可知,在 3 个因素对单瓶产量 Y 的直接作用中,木质素降解率 X₃ 的直接作用最大(0.738),半纤维素降解率次之(-0.201),纤维素降解率最小(0.054)。分析 3 个因素对单瓶产量 Y 的间接通径系数发现,纤维素降解率 X₁ 对产量的间接作用最大(0.511),半纤维素降解率 X₂ 的间接作用次之(-0.140),木质素降解率 X₃ 间接作用最小(0.065),且纤维素降解率 X₁ 的影响主要是通过木质素降解率 X₃ 对单瓶产量 Y 产生较大的间接作用。但 3 个因素对单瓶产量 Y 的总影响力中,木质素降解率 X₃ 的影响最大(0.803),纤维素降解率 X₁ 次之(0.703),半纤维素降解率 X₂ 最小(-0.341)。可见在直接作用中,木质素降解率作用最大;在间接作用中,纤维素降解率的间接作用最大也是通过木质素降解率对单瓶产量 Y 产生较大的作用来实现的。这些结果说明,在棉秸秆栽培中,糙皮侧耳菌株的木质素降解程度高低限制了纤维素的充分

利用,且其与子实体的单瓶产量直接相关。

3 讨论与结论

经 2 组独立样本差异显著性 t 检验,与常规基料棉籽壳(对照)栽培相比,棉秸秆栽培的糙皮侧耳在营养成分、转化率等方面无差异。因此棉秸秆栽培糙皮侧耳在实际生产中完全可行的。棉秸秆栽培中,各菌株间的产量、木质素降解率差异明显,即通径分析中木质素降解率对产量的总影响力最大。因此,在棉秸秆栽培糙皮侧耳时,宜选择木质素降解能力强的菌株,以便更好发挥优良菌株降解木质素的遗传潜能,提高棉秸秆木质素降解率,充分利用纤维素,提高其栽培产量。这一结论为其它园艺作物废弃物栽培食用菌的研究与生产提供了重要借鉴作用,同时也为木质素含量高的园艺作物废弃物栽培食用菌的理论研究指明了方向,即如何提高菌株的木质素降解能力。

棉秸秆栽培糙皮侧耳存在菌丝较稀疏,原基形成、出菇及成熟时间较晚等问题。造成菌丝较稀疏的可能原因:装料压实后,单瓶棉籽壳干重(105.85 g)较单瓶棉秸秆干重(58.94 g)重,说明棉秸秆栽培料之间的间隙较大,故与棉籽壳栽培比,棉秸秆栽培的菌丝满瓶时间短,菌丝较稀疏,这与田忠科^[9]认为利用玉米芯和工业废棉栽培平菇时装料不宜过松的观点相一致。后续生产与研究中可考虑适当降低棉秸秆的粒度,增加装料的紧实度。

与棉籽壳栽培比,棉秸秆栽培的第 1 潮菇出菇时间、成熟时间较晚的原因可能有二方面:一是棉秸秆栽培料的碳氮比较棉籽壳(对照)高,一般食用菌在营养阶段,碳氮比以 20:1 为好,进入生殖生长阶段后碳氮比以 30:1~40:1 为宜;该试验中棉秸秆与对照(棉籽壳)均加入相同比例的麸皮、蔗糖来调节栽培料的碳氮比例,由于棉籽壳的碳氮比为 27.6:1,木屑(木材)的碳氮比为 260:1~600:1^[10],致使棉秸秆栽培料的碳氮比仍较棉籽壳(对照)要高。二是木质素含量高低影响菌株对纤维素的降解利用。杜甫佑^[11]研究认为侧耳属菌株降解基质中的木质纤维素有一定次序,先利用基质中小分子碳源(可溶性糖等)和降解半纤维素,然后降解半纤维素和木质素,之后才同时降解纤维素、半纤维素和木质素,也就是说侧耳属菌株降解利用纤维素是发生在半纤维素和木质素充分降解之后的。该试验中糙皮侧耳生长发育所需的碳源主要来自棉秸秆、棉籽壳中的纤维素。由于棉秸秆较棉籽壳含较高的木质素,糙皮侧耳菌株在棉秸秆栽培较棉籽壳栽培可能需花更长的时间充分降解后才能够降解利用纤维素,即棉秸秆木质素含量较高限制了菌株对纤维素的降解利用。另外,棉秸秆栽培中,从其主要组分降解率与产量关系的通径分析可知,木质素降解率对产量的总影响力最大,且纤维素降解率的间接作用也是通过木质素降解率对产量产生较

大的作用来实现的,也就是木质素降解程度高低影响纤维素的降解利用,这也有力的佐证了棉秸秆木质素含量较高限制了菌株对纤维素的降解利用这一结论。

因此,为缩短生产周期,后续可考虑测定棉秸秆的碳氮比,进而优化栽培基质配方,使其碳氮比更适合糙皮侧耳的生长发育;同时筛选出棉秸秆木质素降解能力强的菌株用于生产与研究。

参考文献

- [1] 常艳,于娟娟,韩芹芹,等.糙皮侧耳品种的主成分及聚类分析[J].食用菌学报,2011,18(3):12-16.
- [2] 李国庆,王金宁,韩芹芹,等.高效降解棉秸秆木质素糙皮侧耳菌株的筛选[J].中国食用菌,2013,32(5):16-20.
- [3] 蔡永萍,王金宁,李国庆,等.一种筛选高效降解棉秸秆木质素的糙皮侧耳菌株的方法[P].中国:201210371132.6,2012-09-28.
- [4] 魏敏,雒秋江,潘榕,等.对棉花秸秆饲用价值的基本评价[J].新疆农业大学学报,2003,26(1):1-4.
- [5] 王文平,郭祀远,李琳,等.考马斯亮蓝法测定野木瓜多糖中蛋白质的含量[J].食品研究与开发,2008,29(1):115-117.
- [6] 杨新美.中国食用菌栽培学[M].北京:中国农业出版社,2006:38-40.
- [7] 王万玉,徐文玉.木质纤维素固体基质发酵物中半纤维素、纤维素和木质素的定量分析程序[J].菌物系统,1994,14(5):81-84.
- [8] 钟雪美,王本成,马晓萍,等.猴头菌不同菌株降解力与产量关系的研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),1993(2):33-37.
- [9] 田忠科.玉米芯和工业废棉栽培平菇的高产技术[J].中国食用菌,2008,27(2):62-63.
- [10] 暴增海,柳焕章,李月梅.食用菌栽培原理和技术[M].北京:中国标准出版社,2000:21-22.
- [11] 杜甫佑.白腐菌木质纤维素降解次序研究[D].武汉:华中科技大学,2004.

Study on the Cultivation of *Pleurotus ostreatus* Strains with Cotton Straw

LI Guo-qing¹, LI A-min², WANG Jin-ning², CAI Yong-ping², NIE Fan¹, CHEN Jing-xian¹

(1. Horticulture Institute, Anhui Agriculture Academy of Science, Hefei, Anhui 230031; 2. College of Life Science, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036)

Abstract: Taking cotton straw as main cultivation substrate for *Pleurotus ostreatus* strains and cotton seed hulls as the control, the relationship between their yields and lignocellulose degradation rates in the cotton straw substrates were analyzed through path analysis method. The results showed that compared with the cultivation of conventional substrates such as cotton seed hulls, there were no differences in nutritional content, bioconversion rate and etc. in the cultivation of cotton straw substrates; yield and the lignocellulose degradation rates among different strains were significant differences in cotton stalk cultivation, and the lignin degradation rate had the greatest influence on the total yield among strains cultivated in the cotton straw substrate. These results suggested that it was feasible in the cultivation of cotton straw used as the main substrate; to increase their output, the strains with stronger lignin degradation ability were chosen to application in the production and research.

Key words: *Pleurotus ostreatus*; cotton straw; lignocellulose; path analysis

国外秸秆应用情况

丹麦是世界上首先使用秸秆发电的国家,其阿维多发电厂建于20世纪90年代,被誉为全球效率最高、最环保的热电联供电厂之一。电厂最引人注目的既不是造型独特的梯形厂房,也不是现代化的发电设备,而是在燃料库房内堆放整齐的秸秆。农民收获粮食后,把秸秆卖给电厂,电厂每年燃烧15万t秸秆,可满足几十万用户的供热和用电需求。由于和煤、油、天然气相比,秸秆成本低、污染少,可称得上电厂最划算的一笔买卖。此外,秸秆燃烧后的草木灰还可以无偿地返还给农民作为肥料。使用秸秆发电,电厂降低了原料的成本,百姓享受了便宜的电价,环境受到保护,新能源得以开发,同时还使农民增加了收入。

美国有24个农业州,每年都有大量的秸秆需要处理。根据美国农业部的一项统计资料,全国每年能够收集起来的小麦秸秆就多达4500万t,仅占当年所有小麦秸秆的50%。秸秆在美国的用途很广,可用作饲料、手工制品等,有的地方还用来盖房,将整捆的秸秆高强度挤压后填充新房的墙壁。同时还在研究将其作

为重要的可再生生物能源之一。

加拿大耕种的玉米主要有2种处理方式,如果把玉米作喂牛的青贮饲料,那就要提前于9月收割。玉米收割机连玉米秆带玉米穗一起收割,边收割边把玉米穗和玉米秆同时切碎,然后运送到农场储料罐储存,储存期可达1年。10月份玉米成熟时收割,则收割机一边收割一边把玉米秆切碎,切碎的玉米秆作为肥料返到田里。

据日本农林水产省官员介绍,目前日本秸秆的主要处理方式有2种:混入土中还为肥料,以及作粗饲料喂养家畜。根据近年统计数据,稻秸秆最多的是翻入土层中还田,约占68%;其次作为粗饲料养牛的约占10.5%;与畜粪混合做成肥料约占7.5%;制成畜栏用草垫约占4.7%;一小部分难于处理的秸秆就地燃烧,约占4.1%。

(作者:刘海星;来源:中国食用菌协会网)