

## 旱地农田不同耕作措施的土壤肥力特性及玉米生长效应

贵立德<sup>1</sup>, 王小鹏<sup>2</sup>

(1. 甘肃省定西市水土保持科学研究所, 甘肃定西 743000; 2. 甘肃省定西师范高等专科学校, 甘肃定西 743000)

**摘要** [目的] 为了研究不同耕作措施对土壤肥力与玉米生长的影响。[方法] 在定西市安定区李家堡镇马家岔村试验田进行定位试验, 采用裂区设计与数学统计分析方法, 设置秸秆还田、地膜覆盖、秸秆腐熟剂三因素, 设 8 种处理, 研究 3 种因素条件下玉米物候期、经济性状、产量及土壤肥力的差异性变化。[结果] 地膜覆盖推进了玉米物候期, 覆膜的株高、穗长、双棒率、穗粒数、百粒重分别比不覆膜高出 53 cm、4.9 cm、152 粒、11.7 g; 秸秆还田使得 0~20 cm 耕层土壤有机质含量增加 0.22~0.94 g/kg, 碱解氮含量增加 0~1.93 mg/kg, 有效磷含量增加 0.14~1.33 mg/kg, 速效钾含量增加 2.13~8.17 mg/kg; 处理⑦“秸秆还田+全膜双垄集雨沟播栽培+腐熟剂”处理组产量最高, 并与主区(秸秆还田)间差异在 0.05 水平显著。[结论] 秸秆还田和秋季覆膜结合较好地解决了深施肥与春季保墒促全苗以及秸秆腐解与幼苗争水争肥影响幼苗生长的矛盾。

**关键词** 秸秆还田; 双垄沟播; 旱地农田; 土壤肥力

**中图分类号** S216.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)09-03777-04

## Soil Fertility Characteristics and Maize Growth Effects of Different Farming Measures to Dry Land

GUI Li-de et al (Dingxi Institute of Water and Soil Preservation in Gansu, Dingxi, Gansu 743000)

**Abstract** [Objective] The research aimed to study the influence of the different cultivation measures on soil fertility and maize growth. [Method] The arctic completed positioning test in experimental field of Macha County in Li Jiabao Town. Using crack zone design and mathematical statistical analysis method, setting three factors and 8 kinds of approach design, the differences of corn phenophase, economic characters and yield, soil fertility in the three factors conditions were studied. [Result] Plastic mulching promoted the phenophase of corn, plant height, spike length, thrown rate, grain weight, which were higher than CK by 53 cm, 4.9 cm, 152 grain, 11.7 g, respectively. The measure of straw returned made soil fertility increase by 0.22-0.94 g/kg in 0-20 cm soil layer. Alkali solution nitrogen was increased by 0-1.93 mg/kg, effective phosphorus was increased by 0.14-1.33 mg/kg, rapidly-available potassium was increased by 2.13-8.17 mg/kg. Processing 7 “straw returned all the film double ridges rainwater-collecting + planting in cultivation + rotten agent” got the highest yield. The difference was significant in the area of straw returned. [Conclusion] The measure of combined straw returned with coated in the fall had solved the contradiction, which was fertilization and spring conservation, straw corruption solution and seedlings for water.

**Key words** Straw returned; Double ditch broadcast; Dry land farmland; Soil fertility

保护性耕作是指对农田实行免耕、少耕、作物秸秆覆盖地表, 减少土壤风蚀、水蚀, 提高土壤肥力和抗旱能力的一项农业耕作技术<sup>[1]</sup>。随着我国农业水资源紧缺问题的日益严峻, 以提高土壤库容和增加土壤蓄水保墒能力为主要目的免耕覆盖、秸秆还田、浅旋耕等多种耕作措施得到了广泛运用<sup>[2]</sup>。针对不同耕作措施对旱地农业生产带来的影响, 许多学者主要从农田水分、作物产量等方面开展了深入的研究<sup>[3-5]</sup>, 为揭示不同耕作技术的作用机理以及有效运用提供科学依据。然而, 已有研究更多地偏重于土壤物理特性、土壤含水量及单一土壤养分的研究<sup>[6-9]</sup>, 对耕作措施背景下土壤肥力要素的综合研究及其效应相应较少。

定西市安定区属干旱半干旱区, 耕地面积 11.5 万  $\text{hm}^2$ , 绝大部分农田缺乏灌溉条件。近年来该区玉米全膜双垄沟播栽培技术的推广使用使得粮食产量得到大幅度提高, 同时产生大量的玉米秸秆; 另一方面, 因片面追求粮食产量, 大量施用化肥, 打破了土壤养分的动态平衡, 造成地力衰竭, 土壤有机质含量下降, 造成农业环境污染、农产品质量下降等问题。因此, 合理调解该区气候干旱以及秸秆还田时和氮磷肥配合不当问题及其产生的秸秆腐解缓慢、与幼苗争水争养分的矛盾, 势在必行。为此, 笔者选择干旱半干旱甘肃省定西市为试验基地, 通过研究不同耕作措施对土壤肥力特性及作物生长状况的影响, 为完善半干旱区秸秆还田栽培模式以及

节水保墒综合技术的创新提供理论依据及技术基础。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验设在李家堡镇马家岔村三社一农户的旱川地进行。土壤类型为黑麻垆土。试验地海拔 2 030 m, 年平均降雨量 360 mm, 年平均气温 6.5  $^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  有效积温 2 239.1  $^{\circ}\text{C}$ , 播前采样化验耕层土壤(0~20 cm), 理化性状为有机质 11.521 g/kg, 速效氮 128 mg/kg, 速效磷 1.24 mg/kg, 速效钾 378 mg/kg。试验地前茬为小麦, 肥力中等, 地力均匀。前茬作物收获后深耕 2 次, 深秋耙耱保墒, 结合整地施有机肥 52 500  $\text{kg}/\text{hm}^2$ 、尿素 180  $\text{kg}/\text{hm}^2$ 、磷酸二铵 150  $\text{kg}/\text{hm}^2$ 、硫酸钾 82.5  $\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

**1.2 供试材料** 供试作物玉米, 品种沈单 16 号, 由定西市安定区种子公司提供。普通聚乙烯地膜厚度 0.008 mm, 由兰州宏达公司生产。

**1.3 试验设计** 试验采用裂区设计, 设置秸秆还田、地膜覆盖、秸秆腐熟剂三因素试验。秸秆还田为主区, 地膜覆盖、施用秸秆腐熟剂为副区。秸秆还田设置不还田(0)和还田(1)2 个水平, 地膜覆盖设置不覆盖(0)和双垄沟全地面覆盖(1)2 个水平, 秸秆腐熟剂设置不施用(0)和施用(1)2 个水平, 共 8 个处理。试验重复 3 次(共 24 个小区), 随机区组排列。小区面积 40  $\text{m}^2$ 。设 8 个处理: 处理①秸秆不还田+全膜双垄集雨沟播栽培; 处理②秸秆不还田+常规种植(只起垄但不覆盖); 处理③秸秆还田+全膜双垄集雨沟播栽培; 处理④秸秆还田+常规种植(只起垄但不覆盖); 处理⑤秸秆不还田+全膜双垄集雨沟播栽培+腐熟剂; 处理⑥秸秆不还田+常

规种植 + 腐熟剂(只起垄但不覆盖);处理⑦秸秆还田 + 全膜双垄集雨沟播栽培 + 腐熟剂;处理⑧秸秆还田 + 常规种植 + 腐熟剂<sup>[2-3]</sup>。试验处理方式及分组布置如表 1 所示。

**1.4 试验方法** 秸秆还田量为 22 500 kg/hm<sup>2</sup> (湿重或鲜重), 秸秆用铡刀铡碎为 5~6 cm。均匀铺设在地面, 各处理(所有处理施肥必须一致)翻耕前均按照 150 kg/hm<sup>2</sup> 的用量撒施尿素, 然后深耕翻理, 整理小区。该试验各处理覆膜方式为: 大垄宽 70 cm, 高 20 cm, 小垄宽 40 cm, 高 15 cm, 用 120 cm 宽的地膜全地面覆盖, 在垄沟内种植玉米。

表 1 试验布置

区组	处理方式
1	处理⑥ 处理③ 处理⑦ 处理⑤ 处理② 处理⑧ 处理① 处理④
2	处理⑦ 处理① 处理⑤ 处理④ 处理⑧ 处理⑥ 处理③ 处理②
3	处理⑧ 处理⑤ 处理② 处理⑥ 处理① 处理⑦ 处理④ 处理③

该试验处理覆膜时间为 2010 年 11 月 9 日。玉米秸秆(风干)有机质含量为 381~443 g/kg, 全氮 7.39~9.29 g/kg, 全磷 0.44~0.54 g/kg。在 2011 年 4 月 16 日播种, 种植密度 45 000 株/hm<sup>2</sup>, 每个小区 180 株。收获时对各小区单打单收计产, 并分小区进行考种, 其他田间管理措施与大田一致。

**1.5 指标测定与方法** 土壤有机质的测定采用重铬酸钾容量法-外加热法; 全氮的测定采用半微量开氏法; 碱解氮的测定采用碱解扩散法; 速效磷的测定采用 Olsen 法; 速效钾的测定采用 1 mol/L NH<sub>4</sub>OAC 浸提、火焰光度法。

## 2 结果与分析

**2.1 玉米物候期** 由表 2 可知, 处理①、③、⑤、⑦出苗期、拔苗期、大喇叭期等物候期均早于其他试验组; 处理①、③、⑤、⑦均能达到成熟期, 相反其他组却未能成熟; 同时, 处理①、③、⑤、⑦生育期明显少于其他试验组, 减少至 161 d。试

验中各处理物候期间差异, 主要由于覆膜措施差异处理上, 覆膜的各生育时期比不覆膜的提前, 小覆膜的最后不能成熟。覆膜的长势旺盛, 小覆膜的长势极差。

表 2 不同处理玉米物候期的影响

处理	物候期						生育期 d
	出苗期	拔苗期	大喇叭期	抽雄期	吐丝期	成熟期	
①	04-24	06-11	06-24	07-28	08-05	10-05	161
②	04-28	06-25	07-15	08-25	09-02	未成熟	>171
③	04-24	06-12	06-25	07-28	08-06	10-06	161
④	04-28	06-21	07-16	08-25	09-03	未成熟	>170
⑤	04-24	06-12	06-25	07-29	08-06	10-06	161
⑥	04-29	06-24	07-15	08-27	09-05	未成熟	>170
⑦	04-24	06-13	06-26	07-28	08-05	10-05	161
⑧	04-28	06-26	07-16	08-28	09-05	未成熟	>170

**2.2 玉米经济性状及产量** 在玉米经济性状、产量表现上, 各处理以秸秆还田 + 全膜双垄集雨沟播栽培 + 腐熟剂为最好, 表现为玉米出苗率明显提高, 苗全苗壮, 幼苗根系发达; 各处理间的差异表现在覆膜与不覆膜上, 覆膜的株高、穗长、双棒率、穗粒数、百粒重分别较不覆膜高出 53 cm、4.9 cm、152 粒、11.7 g。由图 1 可知, 相对于其他试验组, 除双棒率之外处理①、③、⑤、⑦玉米经济性状表现较好, 各特征指数均高于其他试验组。主要原因在于由于合理地解决了存在的施肥弊病, 不同方式的秸秆还田配以秋深施肥, 使得玉米生长发育状况得到改善, 玉米产量大幅度提高。具体表现在玉米小苗率明显提高, 而秸秆还田秋施肥后, 肥料经过冬春季和土壤充分融合, 同时施肥较深, 秸秆腐解与幼苗争夺养分的矛盾缓解, 促进玉米幼苗的生长, 幼苗根系发达, 外观表现为苗全苗壮, 生长迅速。秸秆还田秋施肥具有显著的增产效果。

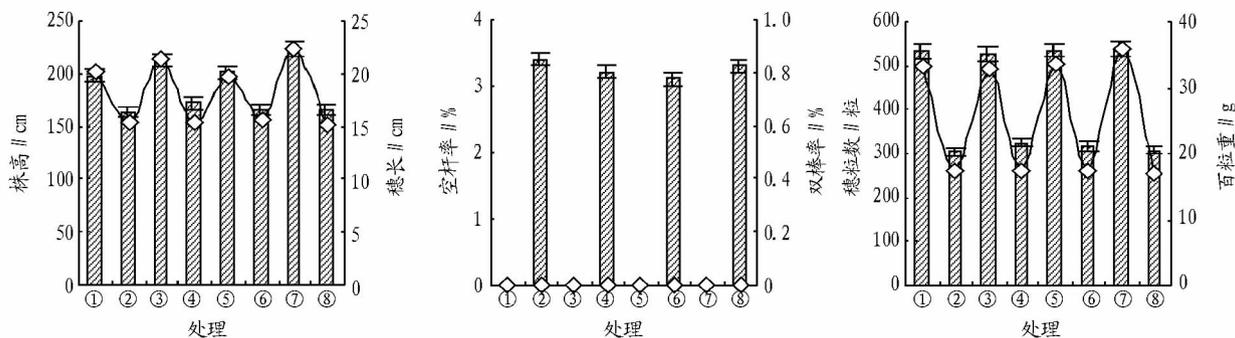


图 1 玉米经济性状及产量差异表现

**2.3 土壤肥力** 不同处理对土壤肥力有较明显的影响。由图 2 可知, 与试验前基础土样相比, 秸秆还田有助于 0~20 cm 耕层土壤有机质和全氮含量的增加, 土壤碱解氮基本处于维持平衡的状态。土壤速效磷含量均表现为上升, 特别是秸秆还田覆膜处理, 土壤速效磷含量的上升幅度较大。秸秆覆盖还田处理土壤速效钾含量增加。这可能与秸秆覆盖后土壤水分状况得到改善, 有利于缓效性钾向速效性钾转化以

及降水淋洗。这与秸秆中钾素渗入耕层土壤有关。秸秆还田后 0~20 cm 耕层土壤有机质含量、碱解氮含量、有效磷含量、速效钾含量分别增加 0.22~0.94 g/kg、0~1.93 mg/kg、0.14~1.33 mg/kg、2.13~8.17 mg/kg。

从图 2 还可以看出, 0~20 cm 耕层土壤有效铁和有效锌含量有不同程度的提高, 而土壤有效锰、有效铜含量均表现为降低。

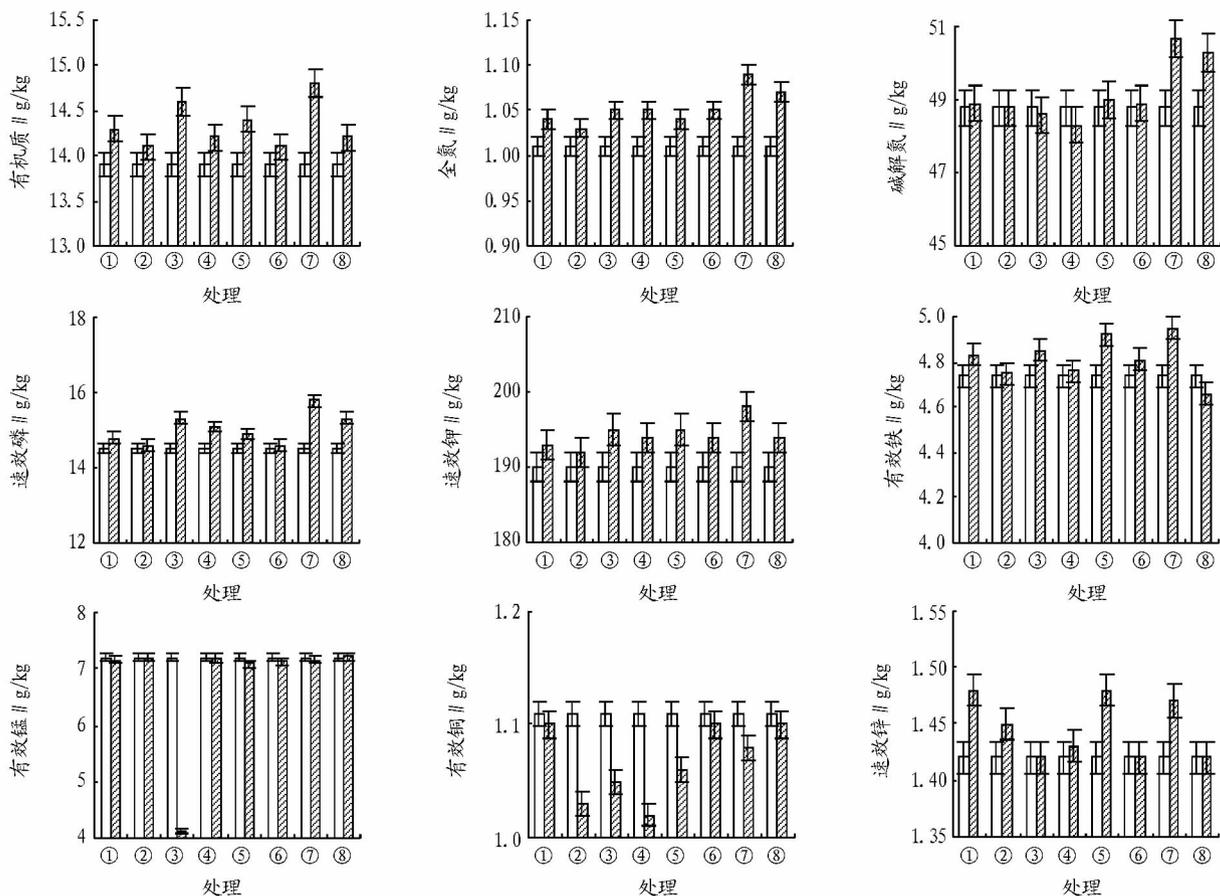


图2 土壤肥力及微量元素差异表现

**2.4 产量** 由于不覆膜处理的玉米未能成熟,在比较产量差异时,以覆膜处理为准,以处理①为对照。由表3可知,各处理以处理⑦产量为最高,比对照增产10.3%。在进行产量方差分析时,也以覆膜处理为准,对不覆膜的处理不再进行分析。方差分析结果表明,主区(秸秆还田) $F$ 值=133.0 >  $F_{0.01}$ =98.5,差异显著,说明主区效果明显,而副区(腐熟剂) $F$ 值=1.66 <  $F_{0.05}$ =7.71,差异不显著,效果不明显。因此,采用秸秆还田和秋季覆膜结合方法可较好地解决深施肥与春季保墒促全苗以及秸秆腐解与幼苗争水争肥影响幼苗生长的矛盾。

表3 不同处理玉米产量结果

处理	产量 kg/hm <sup>2</sup>	增产率 %	显著性	
			0.05	0.01
①	6 378.0		b	B
②	3 552.0			
③	6 853.5	7.5	a	AB
④	3 627.0			
⑤	6 378.0	0	b	B
⑥	3 577.5			
⑦	7 029.0	10.3	a	A
⑧	3 270.0			

### 3 结论与讨论

李家堡镇马家岔村进行的不同耕作措施的土壤肥力及玉米生产效应的定位试验表明,不同处理方式形成了物候期差异。覆膜试验各生育时期得到提前,长势旺盛,不覆膜组

试验未能成熟且长势极差;各处理效果以秸秆还田+全膜双垄集雨沟播栽培+腐熟剂为最好,表现在玉米出苗率明显提高,苗全,苗壮,幼苗根系发达,各处理间的差异表现在覆膜的株高、穗长、双棒率、穗粒数、百粒重分别较不覆膜的高出53 cm、4.9 cm、152粒、11.7 g;秸秆还田使得耕层0~20 cm土壤有机质含量、碱解氮含量、有效磷含量、速效钾含量分别增加了0.22~0.94 g/kg、0~1.93 mg/kg、0.14~1.33 mg/kg、2.13~8.17 mg/kg;处理⑦产量最高,并与主区差异在0.05水平显著,说明主区效果明显,而副区效果不明显。因此,采用秸秆还田和秋季覆膜结合较好地解决了深施肥与春季保墒促全苗以及秸秆腐解与幼苗争水争肥影响幼苗生长的矛盾,秸秆资源丰富的优势得到充分利用。

多种途径秸秆还田配合秋施肥,将抗旱保墒、保肥增效和培肥土壤结合起来,可为旱地玉米生长发育创造一个良好的土壤水分和营养环境,使得玉米产量大幅度提高,水肥得到高效利用<sup>[4-5]</sup>。土壤肥力明显增加,0~20 cm耕层土壤有机质和全氮含量增加,尤其是秸秆过腹还田有机质含量增加最大,土壤速效磷和速效钾含量也呈上升趋势<sup>[8-9]</sup>。同时,玉米秸秆得到充分利用,为培肥土壤提供更充足的有机肥源。

### 参考文献

- [1] 赵凡,何秀云,沈玉梅,等. 玉米秸秆还田保护性耕作对产量及土壤理化性状影响的灰色关联分析[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(4):208-218.
- [2] 张海林,高旺盛,陈阜,等. 保护性耕作研究现状、发展趋势及对策[J].

中国农业大学学报,2005,10(1):16-20.

- [3] WANG X B, CAI D X, HOOGMOED W B, et al. Potential effect of conservation tillage on sustainable land use: A review of global long-term studies [J]. *Pedosphere*, 2006, 16(5): 587-595.
- [4] 陈素英, 张喜英, 裴冬, 等. 玉米秸秆覆盖对麦田土壤温度和土壤蒸发的影响[J]. *农业工程学报*, 2005, 21(10): 171-173.
- [5] 陈尚洪, 朱钟麟, 刘定辉, 等. 秸秆还田和免耕对土壤养分及碳库管理指数的影响研究[J]. *植物营养与肥料学报*, 2008, 14(4): 806-809.

- [6] 李明德, 刘琼峰, 吴海勇. 不同耕作方式对红壤旱地土壤理化性状及玉米产量的影响[J]. *生态环境学报*, 2009, 18(4): 1522-1526.
- [7] 景军胜, 董振生. 地膜油菜栽培技术发展现状与前景[J]. *作物杂志*, 2004(1): 40-42.
- [8] 罗珠珠, 黄高宝, 张仁陟. 长期保护性耕作对黄土高原旱地土壤肥力质量的影响[J]. *中国生态农业学报*, 2010, 18(3): 458-464.
- [9] 张燕卿, 张玉龙. 旱区保护性耕作技术研究进展与应用前景[J]. *干旱地区农业研究*, 2009, 27(1): 119-121.

(上接第 3773 页)

B26, 通过单因素及正交试验研究得到了产酶的最佳配方为: 麸皮 + 秸秆粉 4%、KNO<sub>3</sub> 0.8%、TW-80 0.6%, 在 pH 5.0、200 r/min、37 °C 条件下, 摇瓶培养 72 h, 酶活性最高为 1 051.25 U。

表 1 正交试验 L<sub>9</sub>(3)<sup>3</sup> 结果

试验号	麸皮 + 玉米		KNO <sub>3</sub> (B)	TW-80 (C)	酶活性 U
	芯(A) // %	%	%	%	
1	3.5	0.6	0.4	627.38	
2	3.5	0.7	0.5	653.02	
3	3.5	0.8	0.6	923.56	
4	4.0	0.6	0.5	886.37	
5	4.0	0.7	0.6	959.51	
6	4.0	0.8	0.4	992.32	
7	4.5	0.6	0.6	703.88	
8	4.5	0.7	0.4	635.56	
9	4.5	0.8	0.5	613.27	
K <sub>1</sub>	2 203.96	2 217.63	2 255.26	K = 6 994.87	
K <sub>2</sub>	2 838.20	2 248.09	2 152.66		
K <sub>3</sub>	1 952.71	2 529.15	2 586.95		
$\bar{K}_1$	734.65	739.21	751.75		
$\bar{K}_2$	946.07	749.37	717.55		
$\bar{K}_3$	650.90	843.05	862.32		
$\bar{R}$	295.17	103.84	144.77		

(2) 该菌株以农业废弃物秸秆和麸皮为原料, 产生较高活性的酸性木聚糖酶, 对于农副产品的精深加工及利用开发有重要意义。

## 参考文献

- [1] 付冠华, 李端, 周晨妍, 等. 木聚糖酶的研究进展及其应用[J]. *安徽农业科学*, 2011, 39(35): 21566-21568.
- [2] VARDAKOU M, KATAPODIS P, TOPAKAS E, et al. Synergy between enzymes involved in the degradation of insoluble wheat flour arabinoxylan [J]. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2004, 5: 107-112.
- [3] SUBRAMANIYAN S, PREMA P. Biotechnology of microbial xylanases: Enzymology, molecular biology, and application [J]. *Critical Reviews in Biotechnology*, 2002, 22(1): 33-64.
- [4] GHATORA S K, CHADHA B S, BADHAN A, et al. Identification and characterization of diverse xylanases from thermophilic and thermotolerant fungi [J]. *Bioresources*, 2006, 1(1): 18-33.
- [5] 刘新育, 陈红歌, 刘庆军, 等. 黑曲霉突变株与野生株的木聚糖酶酶学特性比较研究[J]. *河南农业大学学报*, 2005, 39(1): 82-85, 115.
- [6] DUARTEM C T, SILVA E C, GOMES L M, et al. Xylan-hydrolyzing enzyme system from *Bacillus pumilus* CBMAI 0008 and its effects on *Eucalyptus grandis* kraft pulp for pulp bleaching improvement [J]. *Bioresource Technology*, 2003, 88: 123-133.
- [7] AACHARY A A, PRAPULLA S G. Value addition to comco: Production and characterization of xylooligosaccharides from alkali pretreated lignin-saccharide complex using *Aspergillus oryzae* MTCC 5154 [J]. *Bioresource Technology*, 2009, 100(2): 991-995.
- [8] 胡建坤, 陆文清. 饲用木聚糖酶活性的综合评价[J]. *中国畜牧杂志*, 2008, 44(19): 44-46.
- [9] 李娥, 李秀婷, 朱运平, 等. 链霉菌 L2001 利用农业废弃物产木聚糖酶条件及酶解产物[J]. *中国食品学报*, 2011, 11(2): 24-33.
- [10] 苏玉春, 陈光, 白晶, 等. 木聚糖酶的产生条件优化[J]. *吉林农业大学学报*, 2008, 30(6): 793-796.
- [11] 宋红霞, 李秀婷, 孙宝国, 等. 微生物利用木质纤维原料产木聚糖酶研究现状[J]. *北京工商大学学报: 自然科学版*, 2011, 29(2): 63-69.
- [12] 薛英丽, 郭应龙. 高产木聚糖酶的紫色红曲霉菌株筛选及酶学性质研究[J]. *安徽农业科学*, 2011, 39(20): 11993-11995.
- [13] 吴萍, 李正鹏, 侯玮玮. 一株霉菌产木聚糖酶固态发酵培养基的优化及酶学性质研究[J]. *激光生物学报*, 2008, 17(6): 796-801.
- [14] 张世敏, 郭庆, 徐淑霞, 等. 酸性木聚糖酶高产霉菌的筛选及发酵条件研究[J]. *河南农业大学学报*, 2010, 44(3): 334-336, 347.