

# 2006~2010年黑龙江省大豆灰斑病菌生理小种监测及部分主栽品种抗性鉴定

马淑梅

(黑龙江大学 农业资源与环境学院, 黑龙江 哈尔滨 150080)

**摘要:**通过对2006~2010年黑龙江省大豆灰斑病菌生理小种的监测,明确了大豆灰斑病菌生理小种出现频率和分布情况。结果表明:1号生理小种在各大豆产区出现频率最高,为50.5%,平均为40.1%;其次是7号,出现频率为35.9%,平均为26.2%。出现频率较高的还有6、10和11号生理小种,平均出现频率分别为18.8%、12.0%和9.6%。从主栽品种中鉴定出抗5个生理小种以上的品种11份。

**关键词:**大豆灰斑病;生理小种;监测;品种;抗性评价

**中图分类号:**S565.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1000-9841(2011)03-0450-05

## Monitoring of Physiological Races of *Cercospora sojina* in Heilongjiang Province from 2006 to 2010 and Resistance Identification of Partial Main Cultivars

MA Shu-mei

(Agriculture Source and Environmental College, Heilongjiang University, Harbin 150080, Heilongjiang, China)

**Abstract:** The occurrence and distribution of physiological races of *Cercospora sojina* from 2006 to 2010 were studied. The results showed that the occurrence of No. 1 physiological race was the highest in every soybean district, the frequency was 50.5 percent, and the average was 40.1 percent. The second was No. 7 physiological race, its frequency of occurrence was 35.9 percent and the average was 26.2 percent. Except No. 1 and No. 7, the occurrences of No. 6, 10 and 11 were much higher, the average were 18.8%, 12.0% and 9.6%, respectively. Eleven cultivars resisted to more than 5 races were identified.

**Key words:** *Cercospora sojina*; Physiological Race; Monitoring; Cultivars; Resistance appraisalment

大豆灰斑病是大豆生产上常发生的主要病害之一,对大豆产量和品质影响很大。控制该病危害的根本措施是培育抗病品种<sup>[1]</sup>。生产上已应用一些抗病品种控制灰斑病,并取得了一定效果。但由于生理小种的变化使有的抗病品种抗病性丧失。因此,该研究通过对大豆灰斑病菌生理小种变化动态监测,掌握生理小种组成、发生频率、优势小种及群体变化动态<sup>[2]</sup>,为培育水平抗性品种和品种的推广提供依据。同时,开展了大豆品种广谱抗性评价工作<sup>[3]</sup>。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

1.1.1 大豆灰斑病菌发病样本采集 从黑龙江不同大豆产区、不同大豆品种上共采集病粒和病叶144份,用植物病理学常规分离方法,从病叶上分离

96份,从病粒上分离48份。

1.1.2 鉴别寄主品种 九农一号、双跃四号、合交69-231、Ogden、合丰22和钢5151。

1.1.3 抗性鉴定材料 进行抗性鉴定的大豆品种有合丰号、绥农号、黑农号、黑河号、垦鉴号、东农号、宝丰号、北丰号等系列品种;接种灰斑病菌为1~10号生理小种。

### 1.2 试验设计

1.2.1 孢子液制备 各供试菌株均用单孢在PDA培养基上培养10d,然后用高粱粒培养基扩大繁殖,28℃条件下培养15d,洗去高粱粒上的表面菌丝,晾干后在干燥阴凉处保存。在接种前3d诱发产生新鲜孢子,以无菌水制成孢子悬浮液,用3层纱布过滤后加3%蔗糖,孢子液的浓度为 $1 \times 10^5$ 个孢子·mL<sup>-1</sup><sup>[4-5]</sup>。

1.2.2 盆栽试验 将鉴别寄主分别播种在直径

收稿日期:2011-01-08

基金项目:黑龙江省“十一五”科技攻关资助项目(CB06B105-1)。

作者简介:马淑梅(1959-),女,教授,主要从事植物病害教学与研究工作。E-mail:msm2006@126.com。

10 cm、高 10 cm 的盆钵内,盆内装满蛭石,每盆播种 1 个鉴别寄主品种,在第 2 片复叶展开时每个寄主品种选 2 株健苗接种。每盆接种孢子液 5 mL,2 次重复,接种后在 25℃ 条件下保湿 24 h,接种 10 d 后进行第 1 次发病调查,15 d 后进行第 2 次发病调查。

1.2.3 田间试验 品种抗性评价在田间进行。每个品种在田间顺序排列,每品种种 1 行,行长 2 m,人工双粒点播(间苗后留 1 株),株距 5 cm。土壤重施肥料(每公顷施 N 225 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 52.5 kg,施适量的 K)。每隔 10 个测定的品种行,各播 1 行感病和抗病品种作为对照。试验区的保护行均种植感病品种。抗性评价接种方法参照马淑梅的方法<sup>[1]</sup>。

1.2.4 病斑型调查 以同一病菌标样同一品种经 2~3 次鉴定表现一致时为准,分级标准如下:0 级:无病斑;1 级:小型褐色斑,直径 1 mm 以下,不产生孢子;2 级:病斑直径 2 mm 以下,边缘褐色,中央灰白色,可产生少量孢子;3 级:直径 2 mm 以上的中型斑,边缘褐色,中央有较大部分灰白色坏死,产生多量孢子;4 级:直径 3~6 mm 的较不规则型病斑,灰绿色,边缘不明显,有时病斑连片,叶片枯死较快,产生多量孢子。0、1 级属于抗病型,记以“R”;2 级属中间型,记以“M”;3、4 级属感病型,记以“S”。

1.2.5 病情指数 病情指数的计算公式如下:

病情指数 =  $\sum(\text{病级株数} \times \text{代表数值}) / \text{株数总和} \times \text{发病最重的代表数值} \times 100$

1.2.6 抗感划分标准 大豆病斑病抗性划分标准为病情指数 0~20 为高抗(HR);21~40 为抗(R);41~60 为中抗(MR);61~80 为感病(S);81 以上为高感(HS)。

## 2 结果与分析

### 2.1 生理小种监测

用 6 个鉴别品种对来自黑龙江省不同地区的 144 份灰斑病标样进行生理小种鉴定。各生态区灰

斑病菌生理小种出现频率见表 1。

大豆生态区 I,活动积温为 2 700℃ 以上,主要是黑龙江省南部的十几个市县,即哈尔滨市、呼兰、宾县、阿城、五常、宁安、东宁、双城、肇东、肇源、安达、大庆、齐齐哈尔市、泰来、龙江等。共采集菌株标样 20 个,出现频率 10% 以上的小种有 6 个,即 1、6、7、8、10、11 号,其中 1 号生理小种出现频率最高,为 50%。

大豆生态区 II,活动积温为 2 500℃~2 700℃,包括的市县较多,哈尔滨北、绥化南、呼兰北、巴彦、木兰、宾县北、尚志、延寿、方正、海林、牡丹江、穆凌、鸡西、鸡东、密山、双鸭山、七台河、勃力、林口、桦南、依兰、通河、绥化、望奎、青岗、兰西、林甸、齐齐哈尔市北、富裕南、甘南南、龙江北。共采集菌株标样 48 个,出现频率 10% 以上的小种有 4 个,即 1、6、7、10 号,其中 1 号生理小种出现频率最高,为 50.5%。

大豆生态区 III,活动积温为 2 300℃~2 500℃,绥化北、绥化南、海伦南、望奎北、拜泉南、明水、依安、富裕北、甘南北、庆安、铁力、汤源、佳木斯市、桦川、集贤、富锦、绥滨、饶河南。共采集菌株标样 40 个,出现频率 10% 以上的小种有 4 个,即 1、6、7、10 号,其中 1 号生理小种出现的频率最高,为 32.0%。

大豆生态区 IV,活动积温为 2 100℃~2 300℃,海伦北、绥化北、伊春、鹤岗、萝北、同江、抚远、嘉荫、逊克、爱辉东、孙吴东、北安、讷河、五大连池、嫩江、拜泉北、饶河北。共采集菌株标样 22 个,出现频率 10% 以上的小种有 5 个,即 1、6、7、10、11 号,其中 7 号生理小种出现频率最高,为 35.4%。

大豆生态区 V,活动积温为 1 900℃~2 100℃,黑河或黑河以北、孙吴西、爱辉西。共采集菌株标样 14 个,出现频率 10% 以上的小种有 4 个,即 1、4、6、7 号,其中 1 号生理小种出现频率最高,为 42.9%。

表 1 大豆灰斑病菌生理小种出现频率

Table 1 Frequency of occurrences of soybean *Cercospora soja* race

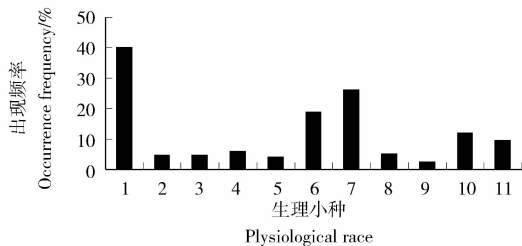
生态区 Eco-regions	生理小种出现频率 Race frequency of occurrences/%										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	50.0	5.0	6.0	4.0	4.6	18.0	15.0	14.0	2.0	16.0	10.0
II	50.5	3.6	3.0	3.6	2.8	21.6	20.7	6.0	1.8	14.0	2.0
III	32.0	4.0	6.0	2.8	5.0	18.0	24.0	2.2	4.0	12.0	1.5
IV	25.0	8.3	6.3	3.0	3.2	24.6	35.4	2.0	2.0	14.0	25.0
V	42.9	2.0	2.2	16.2	5.0	12.0	35.9	1.0	-	4.0	-
平均值 Mean	40.1	4.6	4.7	5.9	4.1	18.8	26.2	5.0	2.5	12.0	9.6

, , ` z ä# þ ÿ ~ k ñ h þ ð ~ < T f í ääO  
 T éO ~ k ñ h K ç%~ x ê á 1 þ ~ ääO ~ k  
 ñ h þ ð ~ < } » Q çä%Ü ð ä Q äçÜ óéO ~  
 k ñ h þ ð ~ < } » Q äç%Ü ð ä Q äçÜ êþ ð  
 ~ < 9 » q OE' èéääéääO ~ k ñ h äð, þ ð ~  
 < f ° Q äé%Ü éää%Ü éé%Ü é

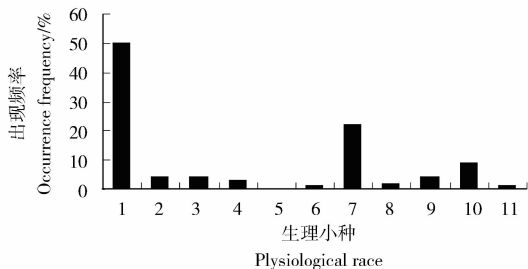
ä%ä, - @ - ' y § j [ \_ æ±² È = x

ääâè†ääää\$ ¥ ñ h þ ð ~ < Ñ í äè9 Ç U  
 b äèèè\$ d äéèä & ' T Â s › ç ä è ; Wq ±  
 ² á äâ 9 á äO ~ k ñ h q þ ð ~ < ò ä L  
 çäÜ5 8 á ää%Ü äéO ~ k ñ h ò ä L ääÜ½ ó  
 Q äè%Ü äääO ~ k ñ h ò ä L q èÜ½ ó Q  
 ääÜ è

` y “ ±² # ð K äèèèéääT ääO ~ k ñ  
 h þ ð ~ < 9 » ä \* e i ° ú l èOT ääO ~ k  
 ñ h q u Ý ž 9 € • ý þ y “ è



E ä, äääè†ääääk ! " - @ - ' § j [ \_ ° › WX  
 ö %ä, ü ! & òà  
 äääè ! ääää



E ä, äèèèk ! " - @ - ' § j [ \_ ° › WX  
 ö %ä, ü ! & òà äèèè

ä%ä, h³ ð \_ - - @ - ' § j [ \_ ' 9 µ '  
 & ' T Â s › ¥ ~ k ñ h d ; ° ² ^ q Ä  
 - é Ñ z äè ò z äÄ G ää%ñ h VR Ü ..., ä  
 Oq Ds 5 6 ää%ñ h VR Ü r ç æOq Ds 5  
 6 àè%ñ h VR Ü f R èèä%äq Ds 5 6 àè%  
 ñ h VR Ü þ q Ds 5 6 àè%ñ h VR Ü f  
 i ääq Ds 5 6 ää%ñ h VR Ü f çäçäq Ds  
 5 6 è

u ä, ! " - @ - ' \ ] § j [ \_ © h³ ¶ ï \* · b  
 ä, ó ! ò  
 ! ! ! ! % ! &

		~ k ñ h	
;	° ² ^	ó ! !	ä ä ä æ ç è é ê ë ää ää
...	äO ù" ä		
r ç æO	" &' æ		
f R èèä%ä ÷	èèä%ä		
b			
f i ääO ÷	ää		
f çäçä ö	çäçä		

, , T f ° z ' Ds T ¶ s è5 z © è  
 , , ! ! " ! ! & ! # &ä  
 \$à

ä%ä, ð \_ ü Ž Ð - b

› f ^ \_ Š' g h d ä†ääO ~ k ñ h È ä D  
 s - " W±² Ñ z äèK Y ' ' / \* ä 1 j Ý D  
 ð w ñ h q g h ô ¹ D % % Ö o % ~ k ñ h q g  
 h ä Ñ ä D - 7 8 , 9 i • è ^ \* ä ç%~ k  
 ñ h q g h } o ä èä ð é%~ k ñ h q g h ä  
 ä ð æ%~ k ñ h q g h ää ð ä%~ k ñ h q  
 g h ää è

u ä, S. ï Ü ð \_ © ä†ääG § j [ \_ Ð - b  
 ä, ! & ! " ! #  
 ! äää

		~ k ñ h	
g h	ò" ! #	ä ä ä æ ç è é ê ë ää	
f i äç ÷	äç		
• , ää "	ää		
• , äæ "	äæ		
Ä , äè ÷	äè		
Ä , äé ÷	äé		
f i äè ÷	äè		
f i äç ÷	äç		
f i äè ÷	äè		
? i ää ñ	ää		
í i é ñ	é		
Ä™ äè ÷	äè		
Ä™ äé ÷	äé		
Ä™ ää ÷	ää		
Ä , äè ÷	äè		
Ä , äç ÷	äç		

ä%ä, ð \_ © - @ - ' æ ï @ § j [ \_ \* Ð - b  
 Š' g h d T Â s æ% ^ \_ ~ k ñ h D s -  
 " W±² Ñ z äè - s ï - ~ & · s ; † ~ q e <  
 > Ä T G H < ä / ? ° Ô è : q ^ Š ÷ ; W' /  
 q D s - è K ÷ ; Wq ' / \* ä äèèèèääO ~ k  
 ñ h z ð D s q g h Q ää% ä D q g h Q èä% ä  
 ¶ s g h Q äää% è

表4 栽培品种接种灰斑病菌4个主要生理小种抗病性(病情指数)

Table 4 Response of soybean cultivars to four major *Cercospora sojae* races (disease index)

小种 Races 品种 Cultivars	1号小种 Race 1	6号小种 Race 6	7号小种 Race 7	10号小种 Race 10
绥农 14 Suinong14	38.6	62.0	36.8	38.0
合丰 45 Hefeng45	60.0	62.4	64.0	58.6
黑河 25 Heihe25	60.0	62.0	61.4	58.8
垦鉴豆 25 Kenjiandou25	61.2	62.4	60.0	62.8
合丰 47 Hefeng47	62.2	64.4	62.8	62.4
垦鉴豆 27 Kenjiandou27	60.6	62.2	60.0	58.8
绥农 10号 Suinong10	38.8	60.8	39.8	60.0
黑河 38 Heihe38	62.0	64.0	60.0	56.6
绥农 11 Suinong11	46.8	48.7	44.0	60.0
黑农 43 Heinong43	48.0	62.0	64.4	58.6
合丰 41 Hefeng41	60.0	64.0	58.6	60.0
合丰 40 Hefeng40	34.8	60.0	66.0	64.0
绥农 15 Suinong15	38.6	58.4	60.8	62.4
垦农 18 Kennong18	60.8	62.0	60.6	64.8
合丰 25 Hefeng25	58.8	68.4	48.8	62.0
垦鉴豆 23 Kenjiandou23	62.2	60.6	58.8	60.2
合丰 42 Hefeng42	58.6	62.2	64.0	62.0
丰收 24 Fengshou24	56.2	60.4	66.0	68.4
合丰 43 Hefeng43	60.0	61.2	56.4	58.0
黑农 37 Heinong37	48.8	61.0	60.0	62.0
垦鉴豆 28 Kenjiandou28	64.0	60.2	62.4	60.0
垦丰 9 Kenfeng9	68.4	66.0	60.0	58.0
黑农 44 Heinong44	56.8	60.0	62.0	58.6
黑河 19 Heihe19	40.0	62.0	58.8	62.4
东农 44 Dongnong44	48.8	62.2	38.8	62.4
合丰 39 Hefeng39	46.4	68.8	54.4	66.0
东农 46 Dongnong46	60.2	62.4	66.0	64.8
合丰 48 Hefeng48	66.0	62.4	64.0	66.0
合丰 50 Hefeng50	64.2	66.0	64.0	62.0
绥农 17 Suinong17	48.6	46.0	60.8	68.4
绥农 21 Suinong21	46.8	66.0	64.4	62.4
黑河 31 Heihe31	56.8	62.2	60.4	58.6
黑河 29 Heihe29	62.4	58.8	66.0	60.0
黑河 20 Heihe20	66.0	62.4	66.8	68.4
黑河 18 Heihe18	66.8	66.0	60.2	62.8
黑河 32 Heihe32	64.2	62.6	64.4	62.0
黑河 35 Heihe35	64.8	58.2	66.8	62.4
黑河 36 Heihe36	46.4	58.6	62.2	62.2
黑农 38 Heinong38	58.4	66.0	54.6	64.2
黑农 48 Heinong48	58.8	56.4	66.0	62.4
垦丰 16 Kenfeng16	38.6	58.8	56.8	48.0
绥农 14-3 Suinong14-3	60.0	66.0	58.4	60.0
绥农 23 Suinong23	66.0	58.8	66.0	58.6
黑河 43 Heihe43	60.6	64.2	56.6	62.4
绥农 24 Suinong24	56.2	62.4	64.0	62.0
绥农 22 Suinong22	56.2	54.8	56.4	62.0
垦鉴豆 28 Kenjiandou28	60.0	62.0	60.8	50.6
丰收 25 Fengshou25	62.2	64.2	66.0	62.4
黑河 36 Heihe36	66.0	56.2	62.4	60.0
黑农 43 Heinong43	56.8	56.4	64.2	64.2
黑河 38 Heihe38	58.2	60.6	66.0	56.8
黑河 43 Heihe43	56.2	60.8	64.6	58.8
黑农 46 Heinong46	60.4	62.0	60.6	64.0
绥农 24 Suinong24	50.2	60.0	54.8	62.0

### 3 结论与讨论

对2006~2010年的144份大豆灰斑病菌标样监测结果表明,1号生理小种仍是当前大豆生产上的优势生理小种,其出现频率最高,为50.5%,平均为40.1%,其次是7号生理小种,出现频率为35.9%,平均为26.2%,再次是6、10、11号生理小种,出现频率平均分别为18.8%、12.0%、9.6%。与作者过去鉴定的1号小种出现频率为50.0%,7号小种出现频率为22%,10号小种出现频率为9.0%的结果<sup>[7]</sup>相比有些变化,目前1、7号生理小种虽然出现频率最高,但1号小种的频率平均下降了近10个百分点,而7号和10号小种平均分别上升了4和3个百分点;6号小种频率(18.8%)上升明显,这与1994年绥化地区灰斑病大发生流行是由于6号生理小种频率上升所致<sup>[2]</sup>的结论相一致。

在黑龙江省大豆灰斑病生理小种鉴定与监测中,近年来,一些研究者做了大量工作,张俊华等<sup>[8]</sup>2006~2007年对210份大豆灰斑病菌标样进行鉴定,结果发现16个生理小种,其中1、7、10号为优势小种;刘洋大川等<sup>[9]</sup>2008~2009年对127份大豆灰斑病菌标样进行鉴定,结果发现14个生理小种,其中1、7、10号为优势小种;顾鑫等<sup>[10]</sup>2008~2009年对43份大豆灰斑病菌标样进行鉴定,结果发现18个生理小种,其中1号为优势小种。上述研究都是用相同鉴别寄主进行鉴定的,其研究结果在优势小种出现频率上有相同的趋势,但在发现新小种的数目上不尽相同。对此,作者认为,除了病菌样本来源不同、环境条件的影响不同外,主要有3方面原因:第一,多年来一直沿用的寄主品种在繁殖、保存方面的纯度非常重要,如寄主的纯度不好直接影响其鉴定结果;第二,每次鉴定时,一定要用标准的菌株来检测这套寄主的稳定性;第三,被鉴定的病菌菌株一定由单孢纯化的。建议在大豆灰斑病菌生理小种鉴定与监测中,鉴别寄主要统一繁殖统一供种,鉴定时用标准菌株作对照,这样,鉴定的结果才更科学,并有可比性。

每当一个新的抗病品种大量推广后,病菌方面就有相应的新小种产生和流行,并导致抗病品种的抗性丧失。因此,进行种质资源的广谱抗性鉴定、评价与长期对大豆灰斑病生理小种鉴定、监测同等重要。抗病种质资源是作物抗病育种的基础和前提,随着大豆生产发展和育种技术水平的不断提高,抗源筛选也提高到广谱资源的筛选上。品种和病原菌是相互作用的,我们不仅要了解病原菌的毒力变异,更要了解品种对病原菌的抗性谱。因此,

广谱抗病资源鉴定能为培育抗多个生理小种的水平抗性大豆品种提供依据和抗源材料,也为持续的指导抗灰斑病育种提供理论基础。

### 参考文献

- [1] 马淑梅,丁俊杰,郑天琪. 黑龙江省大豆新品系抗灰斑病鉴定[J]. 大豆科学,2002,21(4):295-297. (Ma S M, Ding J J, Zheng T Q. General review in appraisal result of resistant of new strains to *Cercospora sojina* Hara of soybean in Heilongjiang province[J]. Soybean Science, 2002, 21(4):295-297.)
- [2] 马淑梅,李宝英. 绥化地区大豆灰斑病菌生理小种消长变化研究[J]. 大豆科学,1994,13(4):281-285. (Ma S M, Li B Y. Preliminary report on biological recess growth and decline of grey-speck disease germ of soybean in Suihua area[J]. Soybean Science, 1994,13(4):281-285.)
- [3] 张丽娟,杨庆凯. 大豆抗灰斑病菌多个生理小种资源的筛选[J]. 大豆科学,1997,16(1):38-41. (Zhang L J, Yang Q K. Screening of soybean varieties resistant to multiple physiological races of *Cercospora sojina* Hara[J]. Soybean Science, 1997,16(1):38-41.)
- [4] 黄桂潮,霍虹,张再兴,等. 大豆灰斑病菌生理小种鉴定结果初报[J]. 大豆科学,1984,3(3):231-235. (Huang G C, Huo H, Zhang Z X, et al. Primary report on the identification for physiological races of *Cercospora sojina* Hara[J]. Soybean Science, 1984,3(3):231-235.)
- [5] 马淑梅,李宝英. 东北春大豆灰斑病菌生理小种鉴定结果初报[J]. 植物病理学报,1997,7(2):181. (Ma S M, Li B Y. Primary report on the identification for physiological races of *Cercospora sojina* Hara in northeast China[J]. Plant Pathology, 1997,7(2):181.)
- [6] 马淑梅,李宝英. 大豆灰斑病发生规律与防治技术研究[J]. 植物保护学报,1997,24(3):244-248. (Ma S M, Li B Y. Study on regularity of outbreak and control in grey speck disease of soybean[J]. Acta Phytopythologica Sinica, 1997,24(3):244-248.)
- [7] 曹越平,李海英,刘学敏,等. 大豆灰斑病菌(*Cercospora sojina* Hara)及其对寄主作用的研究[J]. 植物病理学报,2003,33(2):116-120. (Cao Y P, Li H Y, Liu X M, et al. Study on *Cercospora Sojina* Hara and its action to soybean[J]. Acta Phytopythologica Sinica, 2003,33(2):116-120.)
- [8] 张俊华,刘洋大川,韩英鹏,等. 黑龙江省大豆灰斑病菌生理小种鉴定[J]. 中国油料作物学报,2009,31(4):537-539. (Zhang J H, Liu Y D C, Han Y P, et al. Physiologic race identification of *Cercospora sojina* in Heilongjiang province[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2009,31(4):537-539.)
- [9] 刘洋大川,潘春清,孙洪利,等. 2008~2009年黑龙江省大豆灰斑病菌生理小种的监测[J]. 东北农业大学学报,2010,41(11):10-16. (Liu Y D C, Pan C Q, Sun H L, et al. Physiological race monitoring of *Cercospora sojina* in Heilongjiang province from 2008 to 2009[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2010,41(11):10-16.)
- [10] 顾新,丁俊杰,杨晓贺,等. 2008~2009年黑龙江省大豆灰斑病生理小种的监测[J]. 大豆科学,2010,29(3):540-542. (Gu X, Ding J J, Yang X H, et al. Monitoring of physiological Race of *Cercospora sojina* in Heilongjiang province between 2008 and 2009[J]. Soybean Science, 2010,29(3):540-542.)
- (上接第449页)
- [9] 张志国,徐琪,Blevins R L. 长期秸秆覆盖免耕对土壤某些理化性质及玉米产量的影响[J]. 土壤学报,1998,35(4):384-391. (Zhang Z G, Xu Q, Blevins R L. Influences of long-term straw mulching and no-tillage on some soil physical and chemical properties and corn yield[J]. Acta Pedologica Sinica, 1998,35(4):384-391.)
- [10] 律兆松,徐琪. 中国白浆土元素淋溶特点[J]. 土壤通报,1999,30(5):203-205. (Lv Z S, Xu Q. Leaching characteristics of elements in planozol in China[J]. Chinese Journal of Soil Science, 1999,30(5):203-205.)
- [11] 张俊民. 我国白浆土分类研究的进展[J]. 土壤学进展,1995,23(4):19-24. (Zhang J M. Progress of albic classify in China[J]. Soil Sciences Progress,1995,23(4):19-24.)
- [12] 阎百兴,栾兆攀. 三江平原草甸白浆土土壤水分定标问题的探讨[J]. 土壤通报,2005,36(3):440-442. (Yan B X, Luan Z Q. Approach on the soil water scale equation of meadow lessive in sanjiang plain[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2005,36(3):440-442.)
- [13] 田秀平,李玉梅. 白浆土化肥利用率及其增产作用的研究[J]. 现代化农业,2003,2:19-20. (Tian X P, Li Y M. Researches on utilization ratio of fertilizer in lessive and yield-increasing effect[J]. Modernizing Agriculture, 2003,2:19-20.)
- [14] 朱宝国,于忠和,孟庆英,等. 四段式根茬心土混合犁改土技术对白浆土物理性状及大豆产量的影响[J]. 黑龙江农业科学,2010(8):60-61. (Zhu B G, Yu Z H, Meng Q Y, et al. Effects of a four-stage stubs subsoil mixing plough improving technique on planosol physical characters and the soybean yield[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2010(8):60-61.)
- [15] 刘正茂,孟凡光,袁宏,等. 大豆平播密植的水土保持作用[J]. 中国水土保持,2001(9):26-27. (Liu Z M, Meng F G, Yuan H, et al. Management model of the loess plateau soil and water conservation world bank loaned project[J]. Soil and Water Conservation in China, 2001(9):26-27.)
- [16] 王庆杰,李洪文,何进,等. 大垄宽窄行免耕种植对土壤水分和玉米产量的影响[J]. 农业工程学报,2010,26(8):39-43. (Wang Q J, Li H W, He J, et al. Effects of wide-ridge and narrow-row no-till cultivation on soil water and maize yield[J]. Transactions of the CSAE, 2010,26(8):39-43.)