

禾谷镰孢菌 β -微管蛋白基因克隆及其与 多菌灵抗药性关系的分析

李红霞 陆悦健 王建新 周明国*

(南京农业大学 农业部病虫害监测与治理重点开放实验室 南京 210095)

摘 要 应用 3 对引物,从禾谷镰孢菌(*Gibberella zeae*)对多菌灵(MBC)的敏感菌株(MBC^S)和田间及室内诱导抗药性菌株(MBC^R)中扩增 β -微管蛋白基因。该基因全长 1631bp,包含 3 个内含子,编码 447aa,与其他常见植物病原丝状真菌 β -微管蛋白基因的氨基酸同源性达 95.12%~99.30%。MBC^S 和 MBC^R 菌株核苷酸序列分析表明, MBC^R 菌株未发生任何位点的突变,说明 *G. zeae* 对 MBC 的抗药性机制并非像其他丝状真菌一样由 β -微管蛋白 198 位氨基酸突变所致。

关键词: 禾谷镰孢菌 β -微管蛋白 多菌灵抗药性

中图分类号: S481 文献标识码: A 文章编号: 0001-6209(2003)04-0424-06

小麦赤霉病(Wheat Scab)是中国长江中下游冬麦区和东北春麦区发生的重要病害,造成严重的产量损失,病菌产生的赤霉毒素对人畜有较大的毒害作用。其病原菌的无性态为禾谷镰孢菌(*Fusarium graminearum* Schw),有性态为玉蜀黍赤霉(*Gibberella zeae*(Schew.), Retch)。我国长期以来采用以多菌灵为主的化学药剂进行扬花期喷雾防治,取得良好的防效。多菌灵是一种内吸性的苯并咪唑类杀菌剂,其作用位点单一,易产生抗药性。1991年周明国等^[1]首先获得了室内诱变的抗药性菌株,并于1992年首次在浙江海宁检测到田间抗多菌灵的小麦赤霉病菌株,随后连续多年的监测结果表明抗性菌株比例呈上升趋势,但抗药性水平较低。

苯并咪唑类杀菌剂与病原真菌 β -微管蛋白结合,抑制微管功能,进而阻止细胞有丝分裂。近年来对许多病原真菌的抗性检测发现 β -微管蛋白基因的点突变,蛋白的三维构象发生改变,阻止药剂与靶标结合,导致抗药性的产生。田间抗药性菌株的突变位点一般位于 β -微管蛋白 198 或 200 位氨基酸,198 位氨基酸突变表现与乙霉威和 N-苯氨基甲酸酯类杀菌剂的负交互抗性^[2-4],但人工诱变抗药性菌株中还涉及到 β -微管蛋白第 6、50、134、165、167、241、257 位氨基酸的突变^[5]。本研究在已获得 *G. zeae* 抗药性菌株 β -微管蛋白基因部分序列,并已知 198 和 200 位氨基酸未发生突变的基础上^[6],获得 *G. zeae* β -微管蛋白的全序列,以确定 β -微管蛋白是否存在别的突变位点,导致 *G. zeae* 对多菌灵抗药性的产生。

基金项目: 国家自然科学基金(30070510、30200181)教育部《高等学校骨干教师资助诸》项目

* 通讯作者。Tel 86-25-4395249; Fax 86-25-4395641; E-mail: mgzhou@njau.edu.cn

作者简介: 李红霞(1975-),女,新疆阿勒泰人,在读博士生,从事植物病原真菌抗药性与分子生物学研究。

E-mail: hxli2002@yahoo.com.cn

收稿日期: 2002-11-08, 修回日期: 2003-02-11

1 材料和方法

1.1 供试菌株

实验室提供 5 个菌株,其中包括 1 个野生敏感菌株 ZF43,2 个田间抗药性菌株 ZF2045 和 ZF2058,2 个室内诱导突变体 43-7-C 和 43-7。

1.2 药剂敏感性测定

敏感菌株在含 0、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2 和 1.4 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 多菌灵(Methyl benzimidazole carbamate MBC)的 PSA 培养基(马铃薯 200g,蔗糖 20g,琼脂 20g,去离子水 1000mL, pH6.8)上培养。抗药性菌株在含 0、1、5、10、20 $\mu\text{g}/\text{mL}$ MBC 和含 0、1.875、3.75、7.5、15、30、60 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 乙霉威(N-phenylcarbamate NPC)的 PSA 上培养。以上菌株均在 25 $^{\circ}\text{C}$ 条件下培养 5d。根据 EC_{50} 值确定敏感性水平,确定其对 MBC 和 NPC 敏感性表型。

1.3 基因组 DNA 提取

预培养的菌碟转入绿豆汤液体培养基(绿豆 30g,去离子水 1000mL),25 $^{\circ}\text{C}$ 摇培 6d,产孢后孢子转入 PS(马铃薯 200g,蔗糖 20g,去离子水 1000mL, pH6.8)中 250r/min 摇床培养 2d,收集菌丝冻干,液氮研磨。取 0.2g 菌丝,加 800 μL 提取缓冲液(100mmol/L LiCl; 10mmol/L EDTA; 10mmol/L Tris-HCl, pH8.0; 10g/L SDS, 高压灭菌),充分震荡,60 $^{\circ}\text{C}$ 温育 30min,10000r/min 离心 4min 后,用苯酚:氯仿:异戊醇(25:24:1)抽提 4 次至无中间层,上清液加 2 倍无水乙醇沉淀干燥后溶于 50 μL TE(含 20 $\mu\text{g}/\text{mL}$ RNAase),37 $^{\circ}\text{C}$ 水浴 20min。取 5 μL 经 0.6% 琼脂糖电泳检测。

1.4 PCR 扩增及测序

根据已知植物病原真菌 β -微管蛋白基因设计 3 对引物(表 1)。引物对 BAF6 和 CP-1 用于扩增 β -微管蛋白基因 5'端约 700bp,由于 β -微管蛋白基因第一个编码区只有 12bp,因此正向引物 BAF6 3'端的 12bp 是特异性的,而该引物 5'端的 12bp 是根据与模式菌株粗糙脉孢霉(*Neurospora crassa*) β -微管蛋白基因第一个编码区相接序列而设计的;引物对 B1 和 B3 用于扩增该基因中间片段约 850bp,针对目标序列的 198 位氨基酸;引物对 BAF3 和 END3 用于扩增该序列的 3'端约 1.2kb。B1/B3 的扩增产物与前后两对引物的扩增产物有部分重复。引物 B1/B3 的扩增条件参照文献[6],BAF6/CP-1 和 BAF3/END3 的扩增条件:94 $^{\circ}\text{C}$ 5min,60 $^{\circ}\text{C}$ 50s,94 $^{\circ}\text{C}$ 40s,72 $^{\circ}\text{C}$ 80s,30 个循环,72 $^{\circ}\text{C}$ 5min,4 $^{\circ}\text{C}$ 保存。

表 1 用于 PCR 扩增的引物

Table 1 Primers used for PCR amplify

| Primers | Amino acid positions ^a | Nucleotide positions ^b | Sequence(5' ~ 3') | Direction |
|---------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|-----------|
| BAF6 | 1 ~ 4 | 1 ~ 12 | ACAACCGCCAACATGCCTGAGATT | + |
| BAF3 | 43 ~ 51 | 368 ~ 391 | GCTCGAGCGCATGAACGCTACTT | + |
| B1 | 134 ~ 142 | 688 ~ 712 | A(AG)AT(CT)ACCCA(CT)TC(CT)CT(CT)GGTGGTGG | + |
| CP ~ 1 | 99 ~ 106 | 672 ~ 695 | GGTGATCTGGAAAACCCCTGGAGGCA | - |
| B3 | 409 ~ 416 | 1488 ~ 1511 | CTCCAT(CT)TC(AG)TCCAT(ACT)CC(CT)TC(AG)CC | - |
| END3 | 443 ~ 447 | 1615 ~ 1631 | AT(TC)TAC(CT)TTCCTGCCCTCAA | - |

a. The positions correspond to the number of amino acid sequence of the β -tubulin gene from the typical carbendazim-resistant fungus, *Neurospora crassa*; b. The positions correspond to the number of nucleotide sequence of the β -tubulin gene from *Gibberella zeae*(Fig 2).

回收、纯化引物对 BAF6/CP-1、B1/B3 和 BAF3/END3 的 PCR 产物,分别与 pGEM[®]-T Easy Vecto(Promaga)连接 转化 *E. coli* DH5 α 在含 Amp、X-gal 和 IPTG 的 LB 平板上筛选白色菌落,碱裂解法提取质粒 DNA 验证阳性克隆,由上海联合基因公司完成测序,将以上 3 对引物的测序结果用 DNAclub 软件分析,去除重复部分后得到完整的基因(见图 2)。最后用 BAF6/END3 验证,反应条件:94 $^{\circ}$ C 5min,48 $^{\circ}$ C 1min,94 $^{\circ}$ C 1min,72 $^{\circ}$ C 3min,30 个循环;72 $^{\circ}$ C 5min,回收特异性条带后电泳并照相。

1.5 序列同源性分析

DNAclub 分析序列,检索 GenBank 和 EMBL 基因数据库,通过 BLAST 比较 *G. zeae* 与其他常见植物病原丝状真菌 β -微管蛋白基因的同源性,明确有无突变位点。

2 结果和分析

2.1 *G. zeae* 对 MBC 敏感性测定

供试菌株对 MBC 的敏感性结果显示(表 2)。敏感菌株对 MBC 的 EC_{50} 值小于 1 μ g/mL,无论是田间或诱导抗性菌株的 EC_{50} 值均在 10 μ g/mL 左右,抗药性水平不高。所以目前仍能用多菌灵或其复配剂防治小麦赤霉病。

表 2 *G. zeae* 菌株对多菌灵(MBC)敏感性测定

Table 2 Testing sensitivity of carbendazim (MBC) to *G. zeae* isolates

| Strains | Type of strains | Regression equation | Relativity | EC_{50} (μ g/mL) | Phenotype |
|---------|------------------------|------------------------|------------|-------------------------|------------------|
| ZF43 | Wild MBC-sensitivity | $Y = 5.2385 + 3.4693X$ | 0.9902 | 0.8540 | MBC ^S |
| ZF2054 | Field MBC-resistance | $Y = 2.0036 + 3.0789X$ | 0.9994 | 9.4012 | MBC ^R |
| ZF2058 | Field MBC-resistance | $Y = 3.0191 + 0.9907X$ | 0.9944 | 9.7852 | MBC ^R |
| 43-7 | Induced MBC-resistance | $Y = 3.3048 + 1.9091X$ | 0.9894 | 9.1965 | MBC ^R |
| 43-7-C | Induced MBC-resistance | $Y = 2.0878 + 2.8440X$ | 0.9901 | 10.507 | MBC ^R |

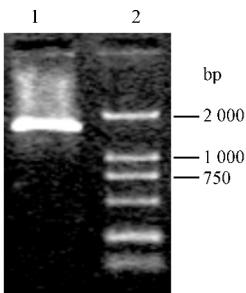


图 1 引物 BAF6/END3 的 PCR 产物

Fig. 1 PCR product of BAF6/END3 primers
1. PCR product;
2. Marke(DL 2000).

MBC^R 菌株在含 NPC 系列浓度的 PSA 培养基上的生长速率一致,差异不显著,无法测定其 EC_{50} 值,说明 MBC^R 菌株与 NPC 间不存在负交互抗药性。

2.2 序列分析

测序结果显示小麦赤霉病菌的 β -微管蛋白基因全长 1631bp (图 1),GenBank 序列号为 AY303689 包含 3 个内含子,大小分别是 181bp、58bp 和 48bp,3 个内元都有相似的 5'(GTNNGT)和 3'(TGA)序列;外元(G+C)mol% 为 57.12mol%,有 4 个编码区,分别位于 1~12bp、194~217bp、276~398bp、447~1628bp 间,共 1341bp 编码 447 个氨基酸(图 2)。比较 MBC^S 和 MBC^R 菌株, MBC^R 菌株未发生任何位点的突变,明确了 *G. zeae* 对 MBC 产生抗药性的原因不是由于 β -微管蛋白基因发生点突变所至。与其他丝状真菌抗药性产生机制不同。

```

1   ATGGGTGAGATTGTGAGTGTTTTCTCTGACCTCTAACTTCAAGCTGTTTGATCGGTTGAGCTTGTTTTTGTGCCCTTGATTGTACCC
M R E I
91  CCCC GGCGTGGCAGCTCAACAACAAATGCATGATAGCTCGCAGCTTGTATCAGTATCTCTCCCGGAAACAAGAGAAGCTAACCTTGCCCTT
181  TTCTTTGCGATAGGTTACCTTCAGACCCGGTCAAGTAAAGTATTCATCTGCTCTTCCATCTCGTCCGAGGGAGATTCTAACAAATGTTT
      V H L Q T G Q C
271  ATTAGGTAACCAAAATCGGTGCTTCTTCTGGCAGACCATCTCTGGCGAGCACGGTCTCGACAGCAATGGTGTTTACAACGCCACCTCTG
      G N Q I G A A F W Q T I S G E H G L D S N G V Y N G T S E
361  AGCTCCAGCTCGAGCGCATGAACGTCTACTTCAACGAGTTTGTTCAGTCACTACTGCCACGAAAAACAAGCTCAGCCATGTAGGCCT
      L Q L E R M N V Y F N E
451  CCCGTAACAAGTATGTTCCCGTGGCCGCTCGTTCGATCTCGAGCCCGAAACCACTGGACGCCGTCCTGCTGGTCCCTTCGGACAGCTTT
      R N K Y V P R A V L V D L E P G T M D A V R A G P P F G Q L F
541  TCCGACCCGACAACCTCGTTTTCGGTCAATCCGGCCCGGAAACAACCTGGGCAAGGGTCAATACACCGAGGGTGTGAACCTGTGCGACG
      R P D N F V F G Q S G A G N N W A K G H Y T E G A E L V D Q
631  AAGTTCCTGATGTCTCCCGTGGCCGAGGGCTGTGACTGCTCCAGGGTTTCCAAATACCCACTCTCTTGGTGGTGGTACC GGCG
      V L D V V R E A E G C D C L Q G F Q I T H S L G G G T G A
721  CCGGTATGGGTACCTGGTGTATCTCCAAGTCCGTGAGGAATTCCCGACCGTATGATGGCAACTTCTCCGTCGTTCCTCCCCCAAGG
      G M G T L L I S K I R E E F P D R M M A T F S V V P S P K V
811  TCTCCGACCCGTTGTTCGAGCCCTACAACGCCACCTCTCCGTCATCAATTGGTTCGAGAACTCCGACGAAACTTTTGTATCGCAATAATG
      S D T V V E P Y N A T L S V H Q L V E N S D E T F C I D N E
901  AGGCCCTCTACGACATTTGCATGGCACCCTCAAGCTGTCCAACCCCTCTTACGGGACCTGAACCTACTGTCTTCGCGTCAATGTCG
      A L Y D I C M R T L K L S N P S Y G D L N Y L V S A V M S G
991  GCGTCACTACCTGTCTCCGTTTCCCGGTCAAGTGAACCTCGACCTCCGAAAGCTCGCCGTCAACATGGTGCCTTCCCCCGTCTGACG
      V T T C L R F P G Q L N S D L R K L A V N M V P F P R L H F
1081  TCTTATGGTGGATTCGCTCCCTTGACGACCGGTGGTGTCTACTCTTCCCGCTGTGACGGTTCCTGAGCTACCCAGCAGATGTTCG
      F M V G F A P L T S R G A H S F R A V S V P E L T Q Q M F D
1171  ACCCAAGAACATGATGGCTGCCCTCCGACTTCCGCAACCGTGTACTCTGACTCTGCTCTGCACTCTCCGTCGCGGTGTCGCGCATGAAG
      P K N M M A A S D F R N G R Y L T C S A I F R G R V A M K E
1261  AGGTTGAGGACAGATCGCAACGTCAGAGCAAGAAGTCAATCACTTCGTCGAGTGGATTCTAACACATCCAGACCGCTCTCTGCG
      V E D Q M R N V P G Q L N S S S Y F V E W I P N N I Q T A L C A
1351  CTATTCGCCCTCGTGGACTTACTATGTCTTCCACTTTTATTGGAACTCCACTCTATCCAGGAGCTTTTCAAGCGTGTGGCGAGCAGT
      I P P R G L T M S S T F I G N S T S I Q E L F K R V G E Q F
1441  TTA CTGCTATGTTCCGACGCAAGGCTTCTTGTGATGGTACACTGGTGGAGGTATGGATGAGATGGAGTTCACTGAGGCCGAGTCCAACA
      T A M F R R K A F L H W Y T G E G M D E M E F T E A E S N M
1531  TGAACGATCTTGTCTTGAATACCAGCAGTACCAGGATGCTGGAATTGACGAGGAAGAGGAAGAGTACGACGAGGAGGAGCTCTTGGG
      N D L V S E Y Q Q Y Q D A G I D E E E E E Y D E E E L L E G
1621  GCGAGGAGTAA
      E E

```

图 2 小麦赤霉菌野生型菌株的 β -微管蛋白基因的核酸序列及推断的氨基酸序列

Fig.2 Nucleotide and deduced amino acid sequence of the β -tubulin gene of *Gibberella zeae* wild-type strain

Introns are underlined ;5'-donor and 3'-acceptor sites are double underlined ;Left figures indicate the nucleotide sequence.

2.3 同源性比较

通过 BLAST 与已知几种常见植物病原真菌 β -微管蛋白基因进行比较,发现氨基酸水平上同源性很高,达 95.12% ~ 99.30%(见表 3),因此该基因可以被确定为 β -微管蛋白基因。但所含内元数及内元大小不同。

3 讨论

苯并咪唑类杀菌剂在连续使用 2 ~ 3 年后易产生抗药性,且抗药频率高,对某些病害如灰霉病已失去防治价值。多菌灵在中国已连续用于防治小麦赤霉病近 30 年,但 *G. zeae* 对多菌灵的抗药性田间发生频率仍然较低^[7],在大多数地区用多菌灵防治赤霉病仍有一定的防治价值。从抗药性表型来看,抗药水平显著低于其他病原真菌如油菜菌核病菌(*Sclerotinia sclerotiorum*)^[8]和灰霉病菌(*Botrytis cinerea*)^[9],前者 EC_{50} 值均在 $10\mu\text{g/mL}$ 左

右,且与乙霉威无负交互抗药性;后两种抗药性真菌的 EC_{50} 大于 $100\mu\text{g}/\text{mL}$,且与乙霉威存在负交互抗药性。

表 3 小麦赤霉病菌的 β -微管蛋白基因与其他常见植物病原真菌同源性比较

Table 3 Comparison of β -tubulin gene of *G. zeae* with that of other common plant pathogenic fungi

| Plant pathogenic fungi | Accession number of nucleotide and amino acid sequence | Homology at amino acid level/% | The number and size of introns |
|--|--|--------------------------------|--------------------------------|
| <i>Gibberella zeae</i> | AY303689, / | / | (181 58 48bp) |
| <i>Gibberella pulicaris</i> (tub2) | AF414866, AAN03787 | 99.30 | (197 57 48bp) |
| <i>Gibberella fujikurio</i> | U27303, AAB18275 | 99.07 | (179 59 48 49bp) |
| <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> f. sp. <i>aeschyromene</i> | U14138, AAA62875 | 96.98 | (184 58 71 56 71 53bp) |
| <i>Colletotrichum graminicola</i> | M34492, AAA33046 | 96.98 | (202 59 76 60 71 58bp) |
| <i>Botryotinia fukeliana</i> | Z69263, CAA93254 | 96.28 | (135 53 69 56 52 56bp) |
| <i>Neurospora crassa</i> | M13630, AAA33617 | 95.81 | (240 74 68 65 73 57bp) |
| <i>Rhynchosporium secalis</i> | X81046, CAA56936 | 95.12 | (132 55 77 70 52 50bp) |
| <i>Venturia inaequalis</i> | M97951, AAA34230 | 96.74 | (107 53 51 52 50 56bp) |

只用引物对 BAF6/END3 的扩增结果会出现非特异性条带,而用 3 对引物扩增特异性高,扩增片段长度适中测序准确率高。序列分析发现 *G. zeae* β -微管蛋白基因共有 3 个内元,而同源性较高的病原真菌中 *Gibberella pulicaris* 和 *Gibberella fujikurio* 也分别有 3 个和 4 个内元,少于其他真菌的 6 个内元。且 *G. zeae* β -微管蛋白基因 3 个内元的 5' 剪切处共有 GTNNGT 序列,略微不同于其他丝状真菌的 GTANGT 序列^[1]。

G. zeae β -微管蛋白氨基酸水平上和其他丝状真菌同源性很高,但其抗药性菌株并未像这些病原菌一样存在点突变,导致抗药性的产生。本实验室已研究发现 *G. zeae* 对多菌灵的抗药性是由单基因控制的,因此必定存在别的未知蛋白质或 α -微管蛋白与多菌灵结合,要了解 *G. zeae* 对多菌灵产生抗药性的原因,今后的研究工作应从蛋白角度入手。

参 考 文 献

- [1] 周明国,叶钟音,刘经芬. 杀菌剂抗药性研究进展. 南京农业大学学报,1994,17(3):33~41.
- [2] Fujimura M, Kamakura T, Inoue H, et al. Sensitivity of *Neurospora crassa* to benzimidazoles and N-phenylcarbamates: effect of amino acid substitutions at position 198 in β -tubulin. *Pesticide biochemistry physiology*, 1992, 44(3):165~173.
- [3] Koeneaadt H, Jones A L. Resistance to benomyl conferred by mutations in codon 198 or 200 in the beta-tubulin gene of *Neurospora crassa* and sensitivity to diethofencarb conferred by codon 198. *Phytopathology*, 1993, 83:850~854.
- [4] Yarden O, Katan T. Mutations leading to substitutions at amino acids 198 and 200 of beta-tubulin that correlate with benomyl-resistance phenotypes of field strains of *Botrytis cinerea*. *Phytopathology*, 1993, 83:1478~1483.
- [5] Yan K, Dickman M B. Isolation of a β -tubulin gene from *Fusarium moniliforme* that confers cold-sensitive benomyl resistance. *Applied and Environmental Microbiology*, 1996, 62(8):3053~3056.
- [6] 陆悦健,周明国,叶钟音,等. 抗苯并咪唑的小麦赤霉病菌 β -tubulin 基因序列分析与特性研究. 植物病理学报, 2000, 30(1):30~34.
- [7] 周明国,王建新. 禾谷镰孢菌对多菌灵的敏感性基线及抗药性菌株生物学性质研究. 植物病理学报, 2001, 31(4):365~370.
- [8] 李红霞,周明国,陆悦健. 应用 PCR 方法检测油菜菌核病菌对多菌灵的抗药性. 菌物系统, 2002, 21(3):370~374.
- [9] 李红霞,陆悦健,王建新,等. 四种不同植物病原真菌与多菌灵抗药性相关基因突变的比较. 南京农业大学, 2002, 25(3):41~44.

[10] Gurr S J, Unkles S E, Kingdom J R. The structure and organization of nuclear genes of filamentous fungi. In : Kingdom J R. ed. Gene Structure in Eukaryotic Microbes, vol 22. Oxford : IRL Press, 1987. 93 ~ 139.

Cloning of β -tubulin Gene from *Gibberella zeae* and Analysis its Relationship with Carbendazim-resistance

Li Hongxia Lu Yuejian Wang Jianxin Zhou Mingguo*

(Key Laboratory of Monitoring and Management of Plant Disease and Insects, Ministry of Agriculture, Nanjing Agriculture University, Nanjing 210095, China)

Abstract : Whole β -tubulin genes from wild carbendazim(MBC)-sensitive isolate, field MBC-resistant isolate and induced MBC-resistant mutant of *Gibberella zeae* were cloned and sequenced with 3 pairs of primers. These genes have 1631bp length, including 3 introns, encoding 447 amino acid. The homology of amino acid tubulin gene of *G. zeae* with that of other common plant pathogenic filamentous fungi is from 95.12% ~ 99.30%. Sequence comparison among MBC^S, field MBC^R and induced MBC^R isolates revealed there was no mutation, even one. So it can be concluded that the mechanism of MBC-resistance to *G. zeae* is different from other filamentous fungi caused by point mutation at amino acid position 198 or other position of β -tubulin gene.

Key words : *Gibberella zeae*, β -tubulin, MBC-resistance

Foundation item :Chinese National Nature Science Fundation(30070510, 30200181); Program for Key Teachers in Higher Education Institutions of MOE

* Corresponding author. Tel 86-25-4395249; Fax 86-25-4395641; E-mail :mgzhou@niau.edu.cn

Received date :11-08-2002

2002年《微生物学报》审稿专家名单

2002年以下专家为本刊审阅过稿件,在此表示忠心地感谢!(按姓氏汉语拼音排序)

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 白逢彦 | 鲍时翔 | 蔡文启 | 陈冠军 | 陈洪章 | 陈剑平 | 陈民钧 | 陈润生 | 陈三凤 | 陈文新 |
| 陈新文 | 陈永青 | 程光胜 | 程元荣 | 丁鉴 | 丁久元 | 丁清泉 | 东秀珠 | 樊美珍 | 方勤 |
| 高培基 | 葛诚 | 龚建华 | 龚祖坝 | 郭俊 | 郭三堆 | 郭顺星 | 郭志儒 | 韩文瑜 | 何忠效 |
| 赫荣乔 | 洪健 | 胡福泉 | 胡丰林 | 胡学智 | 胡远扬 | 还连栋 | 黄大昉 | 黄力 | 黄秀梨 |
| 黄耀煌 | 江宁 | 姜文侠 | 蒋立科 | 荆玉祥 | 焦瑞身 | 柯家骏 | 孔显良 | 孔宪刚 | 雷肇祖 |
| 李电东 | 李阜棣 | 李季伦 | 李琦涵 | 李钦 | 李若瑜 | 李顺鹏 | 李育阳 | 李元 | 李增智 |
| 廖延雄 | 梁宗琦 | 林敏 | 林稚兰 | 刘华珍 | 刘双江 | 刘杏忠 | 刘秀梵 | 刘志恒 | 刘志敏 |
| 刘志培 | 娄无忌 | 陆承平 | 陆德如 | 罗信昌 | 马清钧 | 闵航 | 潘兹书 | 彭珍荣 | 钱世钧 |
| 钱新民 | 邱并生 | 曲音波 | 茹炳根 | 邵宗泽 | 沈萍 | 盛军 | 施巧琴 | 苏国富 | 孙君社 |
| 孙明 | 孙志浩 | 孙忠富 | 谭华荣 | 唐国敏 | 唐宏 | 田杰生 | 涂长春 | 汪洪刚 | 王敖全 |
| 王东 | 王金生 | 王惠莲 | 王平 | 王以光 | 王用楫 | 王有智 | 王正祥 | 吴克刚 | 吴润 |
| 夏春谷 | 夏桂先 | 向华 | 肖天 | 谢红 | 邢来君 | 徐冲 | 徐德强 | 徐冠珠 | 徐虹 |
| 徐建国 | 许建和 | 许周善 | 杨海花 | 杨建民 | 杨玠婉 | 杨寿钧 | 杨苏声 | 杨蕴刘 | 姚斌 |
| 于嘉林 | 余泽华 | 喻子牛 | 袁生 | 袁正宏 | 袁志明 | 袁中一 | 张博润 | 张楚瑜 | 张惠展 |
| 张建中 | 张杰 | 张素琴 | 张小青 | 张渝英 | 张正 | 章克昌 | 郑平 | 赵大健 | 赵乃昕 |
| 郑天凌 | 钟耀明 | 周俊初 | 周培瑾 | 周雪平 | 邹国林 | 朱宝泉 | 朱关福 | 朱厚础 | 朱圣庚 |
| 朱玉贤 | 庄玉辉 | 诸葛健 | | | | | | | |