

马铃薯蛋白激酶基因 *StPki* 的遗传转化及表达分析

杨煜¹, 郭晓¹, 郭宝太², 杨晓慧¹, 单伟伟¹, 金黎平³, 马伟清¹, 李广存¹

(1. 山东省农业科学院 蔬菜花卉研究所, 国家蔬菜改良中心山东分中心, 山东省设施蔬菜生物学重点实验室, 山东 济南 250100; 2. 青岛农业大学 生命科学院, 山东 青岛 266109; 3. 中国农业科学院 蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

摘要:以高抗青枯病二倍体马铃薯基因型 ED13 为材料, 克隆了蛋白激酶基因 *StPki*。以 *StPki* 基因特异区段为靶标, 成功构建了该基因的 RNA 干扰植物表达载体 pCHF1-*StPki*。利用重组农杆菌株 LBA4404 (pCHF1-*StPki*) 感染转化 ED13 茎段外植体, 获得了抗庆大霉素的再生植株。利用 CaMV35S 启动子特异引物对再生植株进行 PCR 检测, 结果表明获得了转基因植株。利用 *StPki* 基因的特异引物对转基因植株进行半定量 RT-PCR 分析, 结果显示该基因的转录受到了抑制。马铃薯抗病基因型 ED13 已被成功转化, 且表现出了对 *StPki* 基因的 RNA 干扰活性。

关键词: 马铃薯; 二倍体; 蛋白激酶基因; 遗传转化; 表达抑制

中图分类号: Q78 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2014)01-0073-05

Genetic Transformation of Diploid Potato and Expression Suppression of Its Protein Kinase Gene *StPki*

YANG Yu¹, GUO Xiao¹, GUO Bao-tai², YANG Xiao-hui¹, SHAN Wei-wei¹,
JIN Li-ping³, MA Wei-qing¹, LI Guang-cun¹

(1. Institute of Vegetables and Flowers, Shandong Academy of Agriculture Sciences, National Improvement Center for Vegetable, Shandong Branch, Shandong Key Laboratory for Biology of Greenhouse Vegetables, Ji'nan 250100, China; 2. Life Science College, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China; 3. Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Protein kinase gene *StPki* was cloned from bacterial wilt-resistant diploid potato ED13, and its RNAi plant expression vector was constructed. The expression vector pCHF1-*StPki* was introduced into *Agrobacterium* strain LBA4404 and the recombinant strain LBA4404 (pCHF1-*StPki*) was used to transform ED13 stem segment. In the presence of CaMV35S promoter-specific primers, Gen-resistant regeneration plants were detected by PCR and transgenic potato plant producing 500 bp amplification product were obtained. Semi-quantitative RT-PCR analysis indicated that the transcription of *StPki* gene had been significantly restrained in the transgenic ED13 plant.

Key words: Potato; Diploid; Protein kinase gene; Genetic transformation; Expression suppression

蛋白激酶是一类催化蛋白质磷酸化的酶类, 最初对于蛋白激酶的了解主要来源于动物和酵母^[1], 随着研究的进展, 动物中绝大多数种类的蛋白激酶基因已在植物中被发现。蛋白激酶具有典型的激酶结构域, 广泛参与植物新陈代谢、生长发育、抗病防御、信号转导、生物和非生物胁迫应答反应等生命活动^[2-3]。Pto 基因^[4]和 Xa21 基因^[5]是较早发现的植物蛋白激酶基因, 在番茄抗丁香假单孢杆菌和水

稻抗白叶枯病菌的防御反应中具有重要作用, 其中 Pto 成为一个研究热点, 该基因编码的蛋白激酶可特异识别假单胞菌无毒基因 *Avrpto* 产物, 产生非亲和性互作, 使植物抗病。一系列与抗病相关的新蛋白激酶基因陆续被报道, 如大豆 *GmPtiI* 基因^[6]和拟南芥 *PtiI-2* 基因等^[7]。近年来王亚琴等^[8]将番茄蛋白激酶基因 *Pti4* 转化到花椰菜中, 发现 26 株转基因植株对黑腐病菌和软腐病菌均具有一定抗性。

收稿日期: 2013-10-26

基金项目: 国家“863”项目 (2013AA102603-4); 国家科技支撑计划项目 (2012BAD02B05-10); 山东省自然科学基金项目 (Y2007D24); 山东省良种工程农业生物资源创新利用项目 (PTBR2013)

作者简介: 杨煜 (1977-), 男, 山东诸城人, 副研究员, 主要从事马铃薯种质创新研究。杨煜、郭晓为同等贡献作者。

通讯作者: 马伟清 (1962-), 女, 山东济南人, 高级农艺师, 主要从事马铃薯育种、组培研究。

马铃薯蛋白激酶在马铃薯的抗病过程中也发挥着重要作用。吴田^[9]从马铃薯水平抗性材料(剔除 *RI-RII*)中克隆了一个新的蛋白激酶基因 *StPKI*, 半定量 RT-PCR 结果表明, 转基因植株接种晚疫病病原菌 1 h 后该基因开始表达, 而且可以持续表达 36 h, 与未转基因株系相比, 干涉株系更抗病, 而超量表达株系更感病, 说明 *StPKI* 基因为马铃薯抗病反应中的负调控因子。马铃薯野生种种质资源丰富, 且含有多种抗性基因。因此, 发掘野生马铃薯资源中的抗病基因并进行有效利用对于培育马铃薯抗病品种(系)尤为重要。

RNA 干扰技术(RNAi)是快速、高效进行基因功能验证的途径之一, 并已取得大量进展^[10-11]。自 1998 年 Fire^[12]发现双链 RNA(dsRNA)能够沉默与其高度同源的基因的表达后, RNAi 技术在动物、植物和真菌基因的功能验证中发挥了重要作用, 如在对拟南芥(*Arabidopsis suecica*)的研究中, 使用 RNAi 的方法证实了通过合理设计双链 RNA 可有效地同时沉默 1 个基因家族^[13]。

PtiI 基因是最早被发现的与 *Pto* 基因直接作用的下游基因之一, 编码丝氨酸/苏氨酸蛋白激酶, 可介导信号的级联放大反应, 并在信号传导过程中处

于核心地位, 参与抗病过程^[14]。山东省设施蔬菜生物学重点实验室前期以马铃薯高抗青枯病二倍体基因型 ED13 为材料, 利用 SSH 和 cDNA 宏阵列筛选相结合, 得到了与 *PtiI* 基因同源(一致性为 84%)的蛋白激酶基因 *StPki*^[15], 并推测 *StPki* 可能具有与 *PtiI* 基因相似的功能。本研究拟利用 *StPki* 基因的特异序列构建 RNAi 植物表达载体, 并利用农杆菌介导法转化高抗青枯病基因型材料 ED13, 以进行该基因的功能鉴定, 进而为进一步利用该基因提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

二倍体马铃薯抗青枯病基因型 ED13 由中国农业科学院蔬菜花卉研究所马铃薯室提供, 其遗传背景见文献[16]。生化试剂及 ZT、KT、6-BA、NAA、2,4-D 购自 Promega 公司。限制性内切酶、克隆载体购自 TaKaRa 公司。

1.2 引物

根据 *StPki*、*Actin* 和 CaMV35S 启动子基因的核苷酸序列, 分别利用 Primer 5 软件设计这 3 个基因的特异 PCR 引物, 并由上海生工生物工程有限公司合成, 引物序列及相应的 PCR 扩增产物大小见表 1。

表 1 特异 PCR 扩增引物
Tab. 1 PCR specific primers

引物名称 Primer name	序列(5'-3') Sequence	退火温度/℃ Annealing temperature	产物大小/bp Product size
<i>StPki</i> -F	ACACAGTAACCAAGCAACTC	55	260
<i>StPki</i> -R	CCTGCGTTGTCTTTGGATG	56	
35S-F	AGAGAGGCTTACGCAGCAGG	61	500
35S-R	GATAGCTGGGCAATGGAATCC	58	
<i>Actin</i> -F	GATGGTGTCTAGCCACAC	54	420
<i>Actin</i> -R	ATTCCAGCAGCTTCCATTCC	57	

1.3 *StPki* 基因 RNAi 植物表达载体的构建

以 CTAB 法提取的马铃薯 ED13 的基因组 DNA 为模板, 利用 *StPki* 基因的特异引物 *StPki*-F 和 *StPki*-R(表 1)进行 PCR 扩增, 参照琼脂糖凝胶回收试剂盒说明书回收 PCR 扩增产物, 并连接到 pMD18-T 克隆载体上, 获得重组质粒 pMD18-*StPki*。

用 *Bam*H I 和 *Sal* I 双酶切 pMD18-*StPki*, 回收用于 RNA 干扰的 260 bp 基因片段, 中间载体 pUC-CRNaI 进行同样的双酶切并回收大片段, 2 个片段的连接产物转化大肠杆菌 DH5 α 感受态细胞后的阳性克隆, 其重组质粒命名为 pUC-1-*StPki*。

用 *Xho* I 和 *Bgl* II 双酶切重组质粒 pUC-1-*StPki*, 回收大片段, pMD18-*StPki* 也进行同样的双酶切, 回收用于 RNA 干扰的 260 bp 基因片段, 回收片段

连接获得重组质粒 pUC-2-*StPki*。

重组质粒 pUC-2-*StPki* 用 *Pst* I 酶切后, 回收 720 bp 的目的片段与同样经 *Pst* I 消化且去磷酸化的 pCHF1 载体连接, 产物转化感受态细胞后筛选出阳性克隆, 其重组质粒命名为 pCHF1-*StPki*, 该重组质粒就是构建的 RNAi 植物表达载体。用 pCHF1-*StPki* 转化农杆菌 LBA4404 后获得重组农杆菌株。

1.4 马铃薯外植体的遗传转化

采用农杆菌介导的固体、液体培养基双层看护培养方法^[17]进行马铃薯外植体的转化。具体方法为: 取培养 25~30 d 的健壮马铃薯试管苗, 单节切段后置于固体培养基 MS + 2.0 mg/L 的 NAA + 2.0 mg/L 的 6-BA + 滤纸 + 液体 MS 培养基 + 2.5 mg/L 的 2,4-D + 0.5 mg/L 的 KT, (25 \pm 1) $^{\circ}$ C、16 h/8 h 光

暗交替条件下培养,光照强度为 2 000 ~ 3 000 lx, 预培养 2 d。同时活化重组农杆菌 LBA4404 (pCHF1-*StPki*), 以 OD₆₀₀ 为 0.5 的菌液侵染茎段 10 min, 暗培养 2 d 后将 ED13 的茎段外植体转到含有 150 mg/L 特美汀 (Tim) 和 1.0 mg/L 玉米素 (ZT) 的 MS 培养基上培养 14 d, 再转到新的含有 50 mg/L 庆大霉素 (Gen) 的筛选培养基上进行初步筛选, 选取生根的植株进行 PCR 检测。

1.5 转基因植株的 PCR 鉴定

用 CTAB 法从庆大霉素抗性植株与非转基因 ED13 植株的叶片提取基因组总 DNA 作模板, 利用 CaMV35S 启动子特异引物 35S-F 和 35S-R (表 1) 进行 PCR 扩增。反应条件: 94 °C 3 min; 94 °C 30 s, 61 °C 45 s, 72 °C 1 min, 30 个循环; 72 °C 5 min; 4 °C 终止保存。扩增片段约 500 bp, 根据特异性 PCR 扩增产物的有无来判断是否为转基因植株。

1.6 *StPki* 基因的 RT-PCR 分析

以转基因植株及对照 ED13 为材料, 取 50 ~ 100 mg 的叶片液氮研碎后 Trizol 法提取总 RNA, 用引物 *StPki*-F 和 *StPki*-R (表 1) 预扩增, 无 DNA 污染、无扩增条带的 RNA 符合要求。参照 Fementas 试剂盒的说明书合成 cDNA。用 *Actin* 引物 (表 1) 对合成的 cDNA 第一链进行 PCR 扩增, 根据其 PCR 扩增产物量的不同调整起始 cDNA 第一链的浓度, 直至转基因再生植株与 ED13 的 PCR 产物亮度一致, 再用 *StPki* 基因特异性引物进行扩增分析。其次在进行 PCR 扩增时, 扩增循环数停止于指数增长期, 使其 PCR 扩增为不饱和扩增, 以保持所分析基因的起始差异。

2 结果与分析

2.1 蛋白激酶 (*StPki*) 基因 RNAi 载体的构建

以 pMD18-T 为克隆载体, pUCCRNAi 为中间克隆载体, 克隆 *StPki* 基因片段, 进而利用同尾酶酶切并回收; 将回收的 *StPki* 基因 RNAi 片段反向插入到 pUCCRNAi 载体上, 以 pCHF1 为植物表达载体, 将反向插入到 pUCCRNAi 的 RNAi 片段切下回收, 并连接到 pCHF1 载体上, 构建了具有 *StPki* 基因和转录表达活性的 RNAi 载体 pCHF1-*StPki* (图 1)。将该植物表达载体转化农杆菌 LBA4404 感受态细胞, 获得阳性重组子。

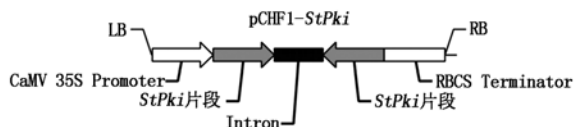
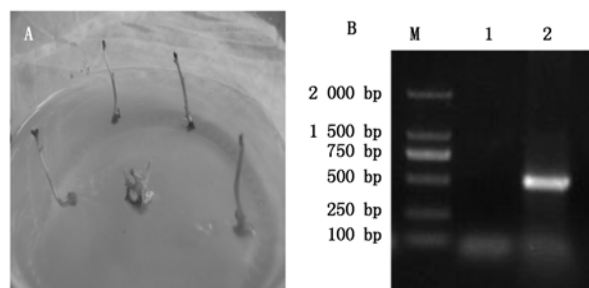


图 1 pCHF1-*StPki* 载体结构

Fig. 1 Structure map of pCHF1-*StPki* vector

2.2 蛋白激酶 (*StPki*) 基因 RNAi 载体的遗传转化

利用含有 pCHF1-*StPki* 的农杆菌 LBA4404 侵染高抗青枯病的马铃薯基因型 ED13 的茎段外植体, 经 50 mg/L 的庆大霉素初步筛选后, 成功获得了抗性植株 (图 2-A)。以 ED13 基因组 DNA 为对照, 利用 CaMV35S 启动子特异引物 35S-R 和 35S-F (表 1) 对生根的抗性植株叶片的基因组 DNA 进行 PCR 鉴定, 结果表明: 对照 ED13 未扩增出特异条带, 而转基因再生植株扩增出了约 500 bp 的特异片段, 和预期结果一致 (图 2-B), 初步证明外源基因已被转入到受体基因型 ED13 中。



1. 对照 ED13; 2. 转基因植株。

1. ED13 control; 2. Transformed plants.

图 2 转基因植株再生苗 (A) 和转基因植株 PCR 鉴定 (B)

Fig. 2 Transgenic regeneration buds (A) and PCR identification of transformed plants (B)

2.3 RT-PCR 分析

为进一步验证所获得的再生植株确为转基因植株及 CaMV35S 启动子引导 *StPki* 的 RNAi 活性, 本研究首先用看家基因 *Actin* 的特异引物调节转基因再生植株的 cDNA 量, 使其与对照 ED13 的 cDNA 量趋于一致 (图 3)。以 ED13 为对照, 利用 *StPki* 基因的特异引物 PCR 扩增经平衡调节后的转基因再生植株的 cDNA, 结果表明: 转基因植株 (L362) 的 RT-PCR 的扩增带亮度明显低于对照 (图 3), 说明 *StPki* 基因在转基因再生植株中的表达受到了抑制, 同时也进一步证明了该再生植株确为转基因植株。

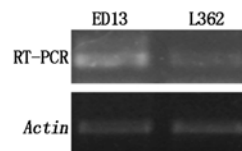


图 3 再生植株的 RT-PCR 鉴定

Fig. 3 RT-PCR analysis of transformed plants

3 讨论

蛋白激酶基因几乎参与植物所有的发育过程, 在植物中起调节作用, 并参与抗病等生命活动过程^[18], 迄今已有多个蛋白激酶类基因被克隆并用于转基因植物抗病生产中。蛋白激酶类基因在不同生物体中

的调控作用是不同的,如水稻的 *Pti1a* 基因负调控 RAA-1 介导的防御反应^[19],马铃薯蛋白激酶 *StPKI* 基因负调控马铃薯抗晚疫病反应^[9],玉米花粉特异性表达的蛋白激酶基因 *ZmPti1a* 可促进授粉时雄配子的竞争力;与 *ZmPti1a* 蛋白同源性达 70% 的 *ZmPti1-1* 响应生物和非生物胁迫的诱导,在水杨酸 (Salicylic acid, SA)、甘露醇、氯化钠、脱落酸 (Abscisic acid, ABA) 和 4 °C 低温的诱导下在玉米幼苗叶片中的表达量明显上调^[20-21],在拟南芥中过量表达玉米 *ZmPti1* 基因,转基因株系抗盐性得到了明显的提高,并且在高盐胁迫下转基因植株的生长状态也得到了改善;相对生物量、经济产量都得到了提高^[22-23]。

山东省设施蔬菜生物学重点实验室通过前期研究从二倍体马铃薯抗病基因型 ED13 中获得了蛋白激酶基因 *StPki*^[15],该基因与 *Pti1* 基因高度同源(一致性为 84%),Northern 印迹和半定量 RT-PCR 分析结果表明;*StPki* 基因不仅受青枯病菌的快速诱导,在 6~12 h 启动表达,24 h 内达到最高表达水平,然后回到其自然低水平;而且在抗病基因型中也受茉莉酸 (Jasmonic acid, JA) 的诱导,上调表达,并于 6~12 h 内达到最高,而后又逐渐降低,与利用青枯病菌处理后其诱导表达模式相似,但 JA 诱导后该基因上调表达明显提前,而其维持高表达水平的时间也明显缩短^[15],因此推测该基因在马铃薯抗病反应中具有重要作用。为鉴定 *StPki* 基因的功能,本研究通过构建 RNAi 植物表达载体,利用农杆菌转化将 *StPki* 基因转入高抗青枯病基因型材料 ED13 中,RT-PCR 分析结果显示,*StPki* 基因在转基因再生植株中的表达受到了抑制。

内源信号分子在植物抗病信号传导途径中起着重要作用。研究表明,水杨酸可作为信号系统传递分子,并在蛋白质磷酸化/去磷酸化机制调节下,实现信号级联放大与传递,启动相关防卫基因表达^[24]。研究 *StPki* 是否受水杨酸调控,有助于进一步确定其作用机制。目前报导的植物蛋白激酶研究多为序列报导,在功能方面研究较少,后续试验我们将构建 *StPki* 基因的正义超量表达载体,通过病毒介导的基因沉默 (Virus-induced gene silencing, VIGS),结合农杆菌介导的瞬时超量表达技术,对比在沉默株系、对照、超量表达株系中的表现,明确该基因在马铃薯抗病中的作用。

参考文献:

[1] Ferreira P C G. The *Arabidopsis* functional homolog of the P34cdc2 protein kinase Plant [J]. Cell, 1991, 3: 531 -

540.

- [2] Oksana K B, Hagit E F. Peptides targeting protein kinases: strategies and implications [J]. Physiology, 2006, 21: 411 - 418.
- [3] Manna P R, Jo Y, Stocco D M. Regulation of leydig cell steroidogenesis by extracellular signal-regulated kinase 1/2; role of protein kinase A and protein kinase C signaling [J]. J Endocrinol, 2007, 193 (1): 53 - 63.
- [4] Martin G B, Brommonschenkel S H, Chunwongse J, et al. Map-based cloning of a protein kinase gene conferring disease resistance in tomato [J]. Science, 1993, 262 (5138): 1432 - 1436.
- [5] Song W Y, Wang G L, Chen L L, et al. A receptor kinase-like protein encoded by the rice disease resistance gene, *Xa21* [J]. Science, 1995, 270 (5243): 1804 - 1806.
- [6] Tian A G, Luo G Z, Wang Y J, et al. Isolation and characterization of a *Pti1* homologue from soybean [J]. Journal of Experimental Botany, 2004, 55 (396): 535 - 537.
- [7] Anthony R G, Khan S, Costa J, et al. The *Arabidopsis* protein kinase *PTII-2* is activated by convergent phosphatidic acid and oxidative stress signaling pathways downstream of *PDK1* and *OXII* [J]. Journal of Biological Chemistry, 2006, 281: 37536 - 37546.
- [8] 王亚琴, 陈春峰, 朱燕彩, 等. 抗病转录因子基因 *Pti4* 转化花椰菜的初步研究 [J]. 园艺学报, 2010, 37 (11): 1843 - 1850.
- [9] 吴田. 马铃薯晚疫病水平抗性相关基因 *StPKI*、*StLR-PKI*、*Star* 的克隆和功能分析 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2009.
- [10] Papon N, Vansin A, Gantet P. Histidine-containing phosphotransfer domain extinction by RNA interference turns off a cytokinin signaling circuitry in *Cathanthus roseus* suspension cells [J]. FEBS Lett, 2004, 558 (1 - 3): 85 - 88.
- [11] Koga A, Ishibashi T, Kimura S. Characterization of T-DNA insertion mutants and RNAi silenced plants of *Arabidopsis thaliana* UV-damaged DNA binding protein 2 (AtUV-DDB2) [J]. Plant Molecular Biology, 2006 (4): 227 - 240.
- [12] Fire A, Xu S, Montgomery M K, et al. Potent and specific genetic interference by double-stranded RNA in *Caenorhabditis elegans* [J]. Nature, 1998, 391 (6669): 806 - 811.
- [13] Frankish H. Consortium uses RNAi to uncover genes function [J]. Lancet, 2003, 361: 584 - 584.
- [14] Zhou J, Loh Y T, Bressan R A, et al. The tomato gene *Pti1* encodes a serine/threonine kinase that is phosphorylated by *Pto* and is involved in the hypersensitive response [J]. Cell, 1995, 83 (6): 925 - 935.
- [15] Li G C, Jin L P, Wang X W, et al. Gene transcription a-

- nalysys during interaction between potato and *Ralstonia solanacearum* [J]. Russian Journal of Plant Physiology, 2010, 57(5): 685–695.
- [16] Qu D Y. Use of unreduced gametes of potato (*Solanum tuberosum* L.) for true potato seed production through 4x-2x crosses [M]. Wageningen: Plant Breeding, 1996, 104: 38–46.
- [17] 晁祥健, 杨 煜, 金黎平, 等. 二倍体马铃薯高效再生体系的建立 [J]. 园艺学报, 2009, 36(1): 109–114.
- [18] Shiu S H, Karlowksi W M, Pan R, et al. Comparative analysis of the receptor-like kinase family in *Arabidopsis* and rice [J]. Plant Cell, 2004, 16(5): 1220–1234.
- [19] Takahashi A, Agrawal G K, Yamazaki M, et al. Rice *Pti1a* negatively regulates *RARI*-dependent defense responses [J]. Plant Cell, 2007, 19(9): 2940–2951.
- [20] Herrmann M M, Pinto S, Kluth J, et al. The *PTII*-like kinase *ZmPti1a* from maize (*Zea mays* L.) co-localizes with callose at the plasma membrane of pollen and facilitates a competitive advantage to the male gametophyte [J]. BMC Plant Biol, 2006, 6: 1–22.
- [21] 边鸣镝, 吴忠义, 张秀海, 等. 玉米蛋白激酶基因 *ZmPti1-1* 的 cDNA 克隆及其表达特性 [J]. 华北农学报, 2008, 23(6): 36–40.
- [22] 邹华文. 玉米盐诱导蛋白激酶基因 *ZmPti1*、*ZmSPK1* 和 *ZmASK1* 的克隆及功能分析 [D]. 南京: 南京农业大学, 2006.
- [23] 张兆沛, 王志伟, 张慧蓉. 植物类受体蛋白激酶研究概况 [J]. 山西农业科学, 2009, 37(8): 75–78.
- [24] Li J, Brader G, Palva E T. The WRKY70 transcription factor: a node of convergence for jasmonate-mediated and salicylate-mediated signals in plant defense [J]. Plant Cell, 2004, 16(2): 319–331.

《华北农学报》征订启事

《华北农学报》1986 年创刊, 由河北、北京、天津、河南、山西、内蒙古六省市农科院、农学会联合主办, 为全国首家跨省、市、区多单位联办的农业学术刊物。本刊立足华北, 面向全国和全世界。主要刊载农业基础学科学术论文、研究报告及科研简报, 报道农业学术动态。主要服务于农业高等院校师生和农业科研机构的研究人员。

《华北农学报》为中国科学引文数据库核心期刊 (CSCD 核心库)、中文核心期刊、中国科技核心期刊、RCCSE 中国权威学术期刊 (A+) 和中国农业核心期刊。在 2011 年版《中文核心期刊要目总览》综合性农业科学类核心期刊中排名第 2 位; 2012 年《华北农学报》影响因子达到 2.086, 被引频次 4682 次, 学科排名全国第 1 位, 成为我国有影响力的农业学术刊物。《华北农学报》多次荣获国家级及省级奖励: 全国优秀科技期刊评比三等奖、全国优秀农业期刊学术类一等奖、首届华北优秀期刊、首届北方十佳期刊、中国北方优秀期刊、河北省荣誉期刊、河北省十佳期刊及河北省优秀期刊等奖项; 2011 年被评为“中国精品科技期刊”。

《华北农学报》国内外公开发行, 国内统一刊号: CN13–1101/S, 国际刊号 ISSN 1000–7091。双月刊, 双月 28 日出版, 国际标准大 16 开本, 240 页, 每期定价 12 元, 全年 72.00 元。邮发代号: 18–10, 国外发行代号: 5918。全国各地邮局均可订阅。可随时汇款到编辑部订阅, 请注明刊名、份数、姓名、地址、邮编及电话。

欢迎订阅、欢迎投稿。

通讯地址: 河北省石家庄市和平西路 598 号 《华北农学报》编辑部

邮 编: 050051

电 话: 0311–87652166

E-mail: hbnxb@163.com

网 址: <http://www.hbnxb.net/>