

成果编号：

2025 齐鲁农业科技奖科技进步奖

推荐信

成果名称： 高效杀菌剂研制及其防治小麦赤霉病推广应用

申报单位： 青岛农业大学

推荐单位： 青岛农业大学

成果第一完成人： 黄金光

齐鲁农业科技奖奖励委员会办公室制

年 月 日填

一、成果基本情况

成果名称 (不超过 30 字)		高效杀菌剂研制及其防治小麦赤霉病推广应用				
主要完成人 (不超过 12 人)		黄金光、赵彦翔、刘瑞宾、王连刚、孙晓梅、姜茜、于金山				
主要完成单位 (不超过 5 个)		青岛农业大学、山东康乔生物科技有限公司、青岛市农业技术推广中心、昌邑市农业农村局				
推荐单位	青岛农业大学	申报单位联系人	姓名	黄毅		
			手机	13356876510		
			固定电话	0532-58957249		
			电子信箱	kjccgk@qau.edu.cn		
项目开始时间		2015-01-01	项目结束时间		2022-12-31	
二级学科分类		农药学		三级学科分类		
		植物病理学				
授权发明专利(件)		6	授权的其他知识产权(项)		1	
任务来源		国家科技计划		成果密级		非密
<p>具体计划、基金的名称和编号(不超过 300 字):</p> <p>国家重点研发计划, 高效靶标农药筛选、研发与施药技术集成研究示范黄金光, 2017YFD0201705</p> <p>国家自然科学基金, 禾谷镰刀菌 CYP51 蛋白抗药性分子机制, 31471735</p>						

二、推荐单位意见

推荐单位	青岛农业大学		
通讯地址	山东省青岛市城阳区长城路 700 号		
联系人	黄毅	联系手机	13356876510
电子邮箱	kjccgk@qau.edu.cn		
<p>推荐意见(不超过 600 字):</p> <p>本项目围绕小麦赤霉病的抗药性监测、分子机制解析及防治技术研究,形成了一套系统、创新、实用的技术方案,对推动小麦赤霉病防控和实现高效农业现代化具有重要意义。项目团队将作用机制互补的两种杀菌剂复配,研发了 38%唑醚·氟环唑悬浮剂(喜多金),有效增强药效、提高小麦产量及延缓病菌抗药性。团队攻克了低熔点原药悬浮剂制备的关键技术,构建了特定高分子聚合物与表面活性剂组成的复合助剂体系;研制的新型低温研磨装置实现了制剂粒径的显著降低,具有优越的稳定性,为飞防等应用提供了技术保障。项目团队利用同源建模、分子对接、分子遗传学和毒理测定等方法,阐明了唑类药物与其主要靶标蛋白 FgCYP51B 之间的相互作用及关键抗药性突变,为新型脱甲基酶抑制剂的筛选和生防菌株的发现提供了坚实的分子基础。项目成果累计获得 7 项知识产权、发表论文 12 篇、主编团体标准 1 部。该成果已在山东、河南等小麦主产区得到大规模推广应用,截至 2025 年 6 月,产品在青岛市累计应用面积约 50 万公顷,实现小麦增产 50 万吨,为农民增加收入 12.5 亿元,展现出卓越的经济效益和社会效益。我单位认真审阅了该成果推荐书及附件材料,确认全部材料真实有效,相关栏目内容均符合齐鲁农业科技奖奖励委员会办公室的填写要求。按照要求,我单位和成果完成单位都已对该成果的拟推荐情况进行了公示,公示期无异议。对照齐鲁农业科技奖授奖条件,推荐该成果申报 2025 年度齐鲁农业科技奖。</p>			
<p>声明: 本单位遵守《齐鲁农业科技奖奖励办法》的有关规定,承诺遵守评审工作纪律,承诺无条件接受评审结果,保证完成单位对获奖与否及奖项等级不提出异议,保证推荐材料真实有效,且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为,愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议,保证积极配合调查处理工作。</p>			
推荐单位主要负责人签字:		推荐单位(盖章)	
年 月 日		年 月 日	

三、成果简介

(不超过 1200 字)

小麦是我国最重要的粮食作物，占据了我国粮食总产量的三分之一。小麦赤霉病是目前黄淮海麦区最主要的小麦病害，不仅造成小麦产量的降低，其病原菌还会产生呕吐毒素等真菌毒素，导致小麦品质的降低，严重威胁人畜健康。由于生产上缺少抗病品种，化学防治是控制该病害的主要措施。为了减少产量损失，农户不合理使用农药，从而加速了有害生物抗药性的产生，并且产生了农药面源污染，破坏了生态环境。十三五期间，国家启动小麦减肥减药“双减”国家战略，本研究团队围绕小麦赤霉病开展了抗药性监测及分子机制研究，并基于此开展了防治小麦赤霉病高效杀菌剂的研制及推广应用工作，取得了以下成果：

1. 项目团队将具有不同作用机制的两种杀菌剂吡唑醚菌酯和氟环唑进行复配，研发了高效杀菌剂“喜多金”(38%吡唑·氟环唑悬浮剂)，并成功获得农药登记，实现了增强药效、增加小麦产量以及延缓病菌抗药性产生的效果。在研发过程中，项目团队突破低熔点原药悬浮剂制备技术，确定了由特定高分子聚合物和表面活性剂组成的复合助剂体系，该体系能有效抑制吡唑醚菌酯原药在制备和储存过程中发生结晶和团聚。项目团队研制了新型悬浮剂低温研磨装置，其制备的悬浮剂粒径显著减小($D_{50} \leq 440\text{nm}$)，仅为市面普通产品的1/5，且在极端条件下表现优异。一经54℃高温热贮14天和-10℃低温储存14天后，稳定性显著优于同类产品。该装置制备的制剂具有优异的混配性、分散性和叶片黏附性，显著提升药效，同时更适合飞防作业。此项技术成果已获得授权实用新型专利。
2. 研究团队综合运用同源建模、分子对接、分子遗传学、毒理测定等技术，揭示了唑类杀菌剂主要靶标蛋白FgCYP51B与唑类杀菌剂互作精细结构基础，从基因和蛋白水平上明晰了主要核苷酸/氨基酸突变是小麦赤霉病菌抗药性产生的主要机制。通过虚拟筛选等技术发掘了6个新型脱甲基酶抑制剂候选化合物；同时筛选出了山南链霉菌、耐盐芽孢杆菌等多株对禾谷镰刀菌有显著抑制作用的生防菌株。上述发现为后续新型绿色高效的化学杀菌剂和生物菌剂的研发奠定了基础。相关研究成果已发表学术论文12篇，并获授权国家发明专利5项。
3. 自产品上市推广以来，项目团队在山东、河南、四川、甘肃等小麦主产区累计推广“喜多金”应用面积达141.5万公顷，帮助农民避免了高达99.45万吨的粮食损失。截至2025年7月，该产品在青岛市推广面积约50万公顷，促进小麦增产50万吨，为农民增收12.5亿元。近两年间，第二完成单位直接由此新增利润957.4万元、税收143.61万元。同时，得益于“喜多金”复配制剂的推广及其增效作用，单位面积用药量有效降低，显著减轻了农药在壤和水体中的残留累积风险及对有益生物的危害，生态风险显著下降，并延缓了病原菌抗药性的产生。这为我国粮食安全作出了重要贡献，取得了显著的经济、社会和生态效益。

四、主要科技创新

1. 主要科技创新（不超过 5 页，请勿修改边框，要求字体使用宋体，字号小四号字，行距 18 磅，图表格式设置为上下型环绕）

针对目前小麦赤霉病菌对脱甲基酶抑制剂类（14 α -demethylase inhibitor, DMI）杀菌剂的抗药性越来越严重的现状，项目团队开展了小麦赤霉病菌抗药分子机制研究，在此基础上联合山东康乔生物科技有限公司等研制了防治小麦赤霉病的高效杀菌剂喜多金，2018 年获得农药登记并在我国小麦主产区进行了应用推广。期间，项目团队取得了以下 4 个方面的科技创新，为后续更深入的研究及开发工作奠定了基础，具有较高的科学及应用价值。

1. 研发了防控小麦赤霉病的高效杀菌剂 38 唑醚·氟环唑悬浮剂（喜多金），并在全国主要小麦产区进行推广。

所属学科：农药学（2106040）、有害生物综合防治（2106065）；**证明材料：**附件 1（主要知识产权及标准规范），附件 3（应用满 2 年佐证材料），附件 6（行政许可批准文件），附件 7（其他附件）

甾醇脱甲基酶抑制剂（DMI）类杀菌剂是目前防治小麦赤霉病等真菌病害主要杀菌剂之一。然而山东省周边小麦产区的监测数据表明，部分地区已出现了对 DMI 类杀菌剂产生抗性的菌株，抗药性风险日益严峻。针对这一现状，项目团队深入探究了抗药机制，并在此基础上开展了不同作用机制的杀菌剂的复配制剂的筛选，以期能实现了增效、增产以及延缓病原菌抗药性产生的效果。经过多年的配方筛选及多轮的田间生测，项目团队获得了多个抑菌效果优异的杀菌剂组合，并最终锁定配方：23.7%吡唑醚菌酯 + 14.3%氟环唑。基于此配方开发了产品 38% 唑醚·氟环唑悬浮剂（商品名：喜多金），于 2018 年成功获得农药登记。该配比展现出突出的协同增效作用。其中，吡唑醚菌酯属于甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂，杀菌广谱，兼具良好的保护和一定治疗作用，同时具有显著的植物保健功效，能够提高作物的抗逆性，抗早衰、提高产量。氟环唑是三唑类杀菌剂中活性最高的化合物，其内吸传导性特别强，速效性好，兼具优异的治疗与铲除作用。将两者复配可以将整体药效提升至更优水平，实现在作物未发病时保护，发病后治疗，可在作物的整个生育期，对病菌进行有效的防治。

自产品获准生产以来，项目团队在山东、河南、安徽、四川、甘肃等小麦主产区累积推广应用“喜多金”面积达 141.5 万公顷，为农民挽回粮食损失约 99.45 万吨，有效降低了经济损失。截至 2025 年 7 月，该产品在青岛市累计应用面积约 50 万公顷，实现小麦增产 50 万吨，助力农民增收约 12.5 亿元。



图 1 38%唑醚·氟环唑悬浮剂（喜多金）产品

2. 研发了的悬浮剂低温研磨装置，有效增强了制剂的药效，且更适于飞防。

所属学科：农药学（2106040）、有害生物综合防治（2106065）；**证明材料：**附件 1（主要知识产权及标准规范）、附件 7（其他证明）

在“喜多金”产品研发过程中，项目团队针对纳米悬浮剂生产中粒径不均、高温膏化、稳定性差等行业共性难题，研发并成功投用了全国唯一的悬浮剂低温研磨装置（图 2），该装置已获国家授权专利（附件 1）。创新性装置使喜多金悬浮剂的粒径 D50 大幅度缩小至 ≤ 440 nm，仅为市面上普通产品的 1/5，显著提升了产品性能。

该装置装置采用“剪切预处理-梯级研磨-低温控温”一体化工艺，核心创新点包括：（1）梯级研磨细化技术。串联 5 台研磨机，研磨珠梯级配置，每一个研磨机错珠的大小不一样，保证了粒径更细更均匀，使药剂稳定性更强。（2）低温冷链防膏化系统。针对多机研磨中的摩擦升温问题（吡唑类原药 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 易膏化失活），装置集成闭环低温冷却系统，全程维持低温研磨环境，彻底规避原药膏化风险，确保纳米粒径的有效保留与制剂稳定性。为匹配纳米装置的高精度要求，团队同步构建“优质原料-装备工艺”协同体系。在原材料选择上采用纯度 $\geq 98\%$ 、IV 号晶型占比 $\geq 99\%$ 的高品质吡唑原药，2022 年通过欧盟等同性认证，与国际主流原药质量一致。分散介质使用医药级纯水作为溶剂，大幅降低杂质对制剂稳定性的干扰，提升产品货架期。

得益于此创新研磨技术，喜多金悬浮剂具备卓越性能。纳米颗粒可紧密包裹叶片表面，对叶片和病菌的吸附能力极强，耐雨水冲刷，覆盖率更高，吸收快，药效更突出，持效期更久，可减少施药次数 1 次，更好地保护作物。制剂分散性优异，雾滴粒径匹配飞防要求，沉降率提高 35%，飘移损失低，更适宜大规模飞防作业。



图 2 悬浮剂低温研磨装置

3. 解析了小麦赤霉病主要病原菌禾谷镰刀菌重要靶标蛋白 FgCYP51B 三维结构，明晰了靶标蛋白氨基酸突变是小麦赤霉病菌抗药性产生的主要机制，系统深入研究了小麦赤霉病菌 DMI 抗性调控机制，为深入挖掘禾谷镰刀菌中新的杀菌剂作用靶标，开发防治小麦赤霉病的新型杀菌剂奠定基础。

所属学科：农药学（2106040）、植物病理学（2106020）；**证明材料：**附件 1（主要知识产权及标准规范），附件 7（其他附件）

项目团队在阐释小麦赤霉病菌（禾谷镰刀菌）对 DMI 类杀菌剂抗性机制上取得了系列突破。首先，团队成功解析了核心靶标蛋白 FgCYP51B 的原子级三维结构（图 3），精确定位了其于三唑类杀菌剂的关键结合口袋，该口袋由 Val136、Tyr137、Ala308、Ser312、Ile374 和 Phe511 六个氨基酸残基构成。这项基础性工作于 2018 年在《Pest Management Science》期刊发表（附件 7），为后续深入研究奠定了结构生物学基础。

在此基础上，团队通过基因和蛋白分子层面的深入分析，揭示了靶标蛋白 B 的氨基酸突变是小麦赤霉病菌产生 DMI 抗性的主要机制。研究发现，不同三唑类杀菌剂由于分子结构差异，与 FgCYP51B 相互作用的具体氨基酸位点和亲和力存在显著差异，进而影响杀菌剂的敏感性。例如，FgCYP51B 第 137 位酪氨酸突变为组氨酸（Y137H）后，其与戊唑醇的结合能显著增加，亲和力降低，导致菌株对戊唑醇的敏感性下降（图 3，附件 7）。而第 123 位酪氨酸突变为组氨酸（Y123H）则导致菌株对咪鲜胺的敏感性降低，但对戊唑醇和三唑酮敏感性无显著影响（图 4，附件 7）。值得注意的是，这两种突变体菌株不仅表现出药剂抗性，还伴随分生孢子产量降低和子囊孢子发育异常等表型缺陷，这充分说明 FgCYP51B 的第 123 位和第 137 位酪氨酸在抗药性及生物学功能上均扮演着举足轻重的角色。

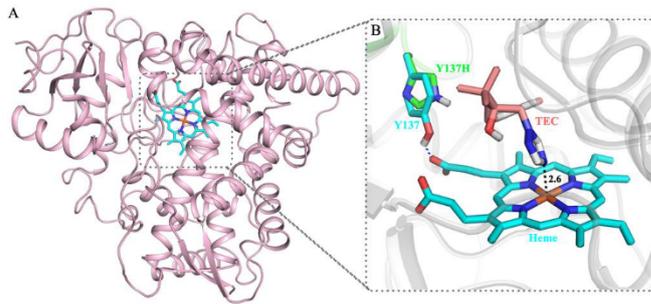


图 3 FgCYP51B/Y137H 蛋白与戊唑醇互作分析
 (引自 Qian et al., PMS, 2018, DOI:10.1002/ps.4837)

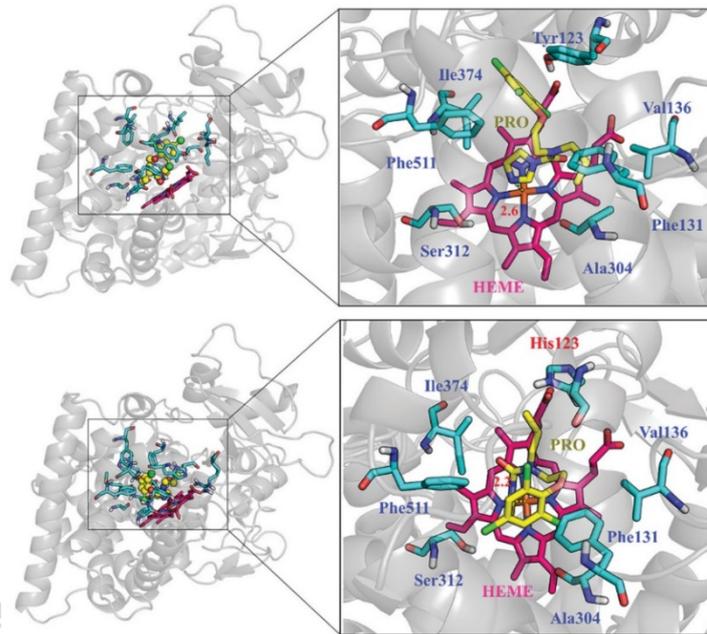


图 4 FgCYP51B 及 FgCYP51B/Y123H 蛋白与咪鲜胺互作分析
 (引自 Zhao et al., Phytopathology, 2021, DOI: 10.1094/phyto-09-20-0431-r)

此外，团队还对小麦赤霉病菌 DMI 抗性调控机制进行了系统深入的分析。研究发现，转录因子 FgAtrR 在调控菌株对唑类药剂的敏感性中发挥关键作用，其通过调控 DMI 药剂靶标 FgCYP51 以及药剂外排泵 ABC 转运蛋白的表达来实现。FgAtrR 缺失突变体不仅产孢量减少、无法形成子囊壳和致病力减弱，而且对咪鲜胺和丙环唑的敏感性显著升高（附件 7）。同时，通过定量蛋白质组学分析，项目团队发现戊唑醇处理后会显著改变禾谷镰刀菌体内的 2-羟基异丁酰化修饰情况，表明该翻译后修饰可能在禾谷镰刀菌对 DMI 类杀菌剂的响应过程中发挥重要的作用（附件 7）。这些研究成果为深入发掘禾谷镰刀菌新的杀菌剂作用靶标，以及开发防治小麦赤霉病的新型高效杀菌剂奠定了坚实的理论和技術基础，具有重要的科学意义和应用潜力。

4. 筛选到抑制小麦赤霉病菌禾谷镰刀菌生长的 DMI 类候选化合物 6 种及多株生防微生物，为开发新型绿色高效杀菌剂提供了参考。

所属学科：农药学（2106040）、植物病理学（2106020）；**证明材料：**附件 1（主要知识产权及标准规范），附件 7（其他附件）

由于当前常用的 DMI 类杀菌剂面临较大的抗药性风险，项目团队以靶标蛋白 FgCYP51B 的三维结构为基础，进行了 DMI 候选化合物的筛选，共筛选到候选化合物 6 种，其中两种新型小分子化合物，包括((1R,5S)-3-((3-苯基-1,2,4-噁二唑-5-基)甲基)-3,4,5,6-四氢-1H-1,5-甲撑吡啶并[1,2-a][1,5]二氮环辛-8(2H)-酮盐酸盐，经证实对禾谷镰刀菌等多种病原真菌表现出显著的抑制活性，为未来研发新型、高效、低毒的绿色杀菌剂提供了重要的化合物基础。相关创新成果已获授权国家发明专利 2 项（附件 1）。

同时，为响应绿色防控的国家战略，项目团队并行开展了针对禾谷镰刀菌等常见农作物病原菌的生物防治因子筛选工作。成功分离并获得多株具有突出抑菌效果的益生菌株，其中山南链霉菌、耐盐芽孢杆菌以及黄柄曲霉菌等已获国家授权专利。这些生物防治资源为开发环境友好型的生物菌剂提供了宝贵的微生物材料，有望在小麦赤霉病等重大农作物病害的生物防治中发挥关键作用。该部分研究成果已获授权国家发明专利 3 项（附件 1，附件 7）。

2. 科技局限性（不超过 1 页）

（1）抗药性问题

抗药性是高效低毒杀菌剂面临的主要问题之一。长期使用单一杀菌剂容易导致病原菌产生抗药性。吡唑氟环唑虽然具有高效性，但长期单一使用可能导致病原菌对其产生抗性。例如，小麦叶锈病菌对三唑类杀菌剂已经出现抗性。因此，需要合理轮换使用不同作用机理的杀菌剂，以延缓抗药性的产生。

（2）应用技术限制

吡唑氟环唑的应用技术也存在一定的限制。其在植物体内的传导活性较强，但叶部向顶、向基传输及熏蒸作用较小。此外，吡唑醚菌酯和氟环唑的复配剂在实际应用中需要根据作物和病害的具体情况调整施药剂量和频率。这些技术限制要求农民和施药人员具备一定的专业知识和技能。

五、客观评价

1. 曾获科技奖励情况（不超过 10 项）

成果名称	获奖时间	奖项名称	奖励等级	所有获奖人（本成果完成人姓名后加“*”）	授奖单位	获奖类别
小麦主要有害生物抗药性监测及分子机制研	2020-12-01	2020 年度山东省高等学校科学技术奖	本科高校 二类 奖	黄金光※、李凌绪、赵彦翔、范银君、高希武、王金信、杜娟、孙晓梅、刘晓岚	山东省教育厅	科学技术奖

2. 省级及省级以上社会组织出具的科技成果评价

3. 国家法定查新机构出具的查新报告

4. 国家相关部门检测报告

5. 其他

2023年度文登市农业科技进步奖

六、推广应用情况、经济效益和社会效益

1. 推广应用情况（不超过 15 项）

应用单位名称	应用技术	应用开始时间	应用结束时间	应用单位联系人	电话	经济、社会效益（万元）
青岛市农技推广中心	“喜多金”（38%唑醚·氟环唑悬浮剂）	2018-05-01	2024-06-30	王连刚	18661883827	120000
烟台市农业技术推广中心	“喜多金”（38%唑醚·氟环唑悬浮剂）	2018-05-01	2024-06-30	邹宗峰	0535-6220112	100000
昌邑市农业农村局	“喜多金”（38%唑醚·氟环唑悬浮剂）	2018-05-01	2024-06-30	于金山	13964657539	11500
青岛德地得农业科技服务有限公司	“喜多金”（38%唑醚·氟环唑悬浮剂）	2018-05-01	2024-06-30	胡德刚	15866881888	100000

2. 近 2 年经济效益

单位：万元人民币

年 份	新增销售额	新增利润	新增税收
2023	3240	432	64.80
2024	4189	525.40	78.81

经济效益的有关说明及各栏目的计算依据（不超过 400 字）

新增销售额

2023 年产量 108 吨，销售价格 30 万元/吨，销售额：30 万元/吨×108 吨=3240 万元

2024 年产量 142 吨，销售价格 29.5 万元/吨，销售额：29.5 万元/吨×142 吨=4189 万元

新增利润：

2023 年：3240 万元-108 吨×26 万元/吨=432.0 万元

2024 年：4189 万元-142 吨×25.8 万元/吨=525.4 万元

新增税收：

2023 年：432.0 万元×15%=64.80 万元

2024 年：525.4 万元×15%=78.81 万元

3. 社会效益（不超过 600 字）

项目产品“喜多金”（38%唑醚·氟环唑悬浮剂）采用吡唑醚菌酯（甲氧基丙烯酸酯类，作用于病原菌呼吸作用）和氟环唑（三唑类，抑制病菌麦角甾醇合成）两种作用机制截然不同的杀菌剂复配而成，其生态环境效益显著。首先，这种双靶点作用机制显著降低了对病原菌的单一选择压力，有效延缓了抗性菌株的形成。其次，由于两种成分存在协同增效作用，该复配剂的单位面积用药量可比单剂使用减少约 20%-30%，从而显著降低了土壤和水体中的农药残留积累风险。用药量的减少，同时意味着对农田有益生物（如天敌昆虫、土壤微生物等）的危害风险减小，整体生态风险显著降低。

项目产品“喜多金”高效的病害防控能力显著降低了小麦等农作物病害的流行风险，保障了农业生产稳定，有力支持了国家粮食安全战略。该产品为复配制剂，有效成分总用量低于两种单剂叠加，直接减少了农民在施药过程中的化学品接触风险，有助于实现农民的健康安全用药。产品自上市以来，已帮助农民大幅减少了因赤霉病等造成的小麦损失，累计高达 94.65 万吨，相当于为农民挽回了 24.4 亿元的经济损失。预计在未来的推广应用中，每年还将继续为农民减轻约 2600 万元的损失。此外，本项目在完成过程中，共培养本科生 30 人，硕士研究生 16 人。因此，本项目具有良好的经济效益和社会效益。

七、主要知识产权和标准规范等目录（不超过 10 件）

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
发明专利	以靶标蛋白甾醇 14 α -脱甲基酶三维结构筛选的小分子化合物及其在制备杀菌剂中的应用	中国	CN 10899 7344 B	2019-09-17	第 3530817 号	青岛农业大学	黄金光、迟梦宇、赵彦翔、郝双红、杜鹃	有效
发明专利	以靶标蛋白甾醇 14 α -脱甲基酶三维结构筛选的化合物及其在制备杀菌剂中的应用	中国	CN 10902 0873 B	2020-04-28	第 3776974 号	青岛农业大学	黄金光、迟梦宇、赵彦翔、郝双红、杜鹃	有效
实用新型专利	吡唑醚菌酯悬浮剂低温研磨装置	中国	CN 21212 0208 U	2020-12-11	第 1210719 7 号	山东康乔生物科技有限公司	刘瑞宾、孙攀攀、牛家杰、盛国柱、项效忠	有效
发明专利	一株具有抑制植物病原菌作用的耐盐芽孢杆菌 BW9 及其应用	中国	CN 11081 9565 B	2021-04-13	第 4357446 号	青岛农业大学	黄金光、陈晶、赵彦翔、孙晓梅、赵川德	有效
标准规范	吡唑醚菌酯·氟环唑悬浮剂	中国	T/CCPIA 088-20 21	2021-04-30	中国药工业协会	山东康乔生物科技有限公司、江苏东宝农化	刘志会、王大霞、蔡明、于迟、宋钰、徐开云	有效

						股份公 司、贵州 健安德 科技有 限公司		
论文	The binding mechanism between azoles and FgCYP51 B,	中国	10.1002/ps.4667	2018-01-01	Pest Management Science	青岛农业大学	Qian Hengwei; Duan Meilin; Sun Xiaomei; Chi Mengyu	有效
论文	The Y137H mutation in the cytochrome P450 FgCYP51 B	中国	10.1002/ps.4837	2018-07-01	Pest Management Science	青岛农业大学	Qian Hengwei; Du Juan; Chi Mengyu; Sun Xiaomei; Li	有效
论文	The FgCYP51 B Y123H mutation confers reduced sensit	中国	10.1094/PHYTO-09-20-0431-R	2021-11-10	Phytopathology	青岛农业大学、中国农业大学	Zhao Yanxiang ; Chi Mengyu; Sun Huilin; Qian Hengwe	有效
论文	The transcription factor FgAtrR regulates asexual	中国	10.3390/biology11020326	2022-02-18	Biology	青岛农业大学	Zhao Yanxiang ; Sun Huilin; Li Jingwen; Ju Chao; Hu	有效
论文	Quantitative multiplexed proteomics analysis	中国	10.1186/s12864-022-08372-4	2022-02-18	BMC Genomics	青岛农业大学、鲁东大学	Zhao Yanxiang ; Zhang Limin; Ju Chao; Zhang Xiaoyan	有效

	revea							
--	-------	--	--	--	--	--	--	--

承诺: 上述知识产权用于推荐齐鲁农业科技奖的情况，已征得未列入成果主要完成人的权利人（发明专利指发明人）的同意，并填写同意知情函。

第一完成人签字:

2023年度齐鲁农业科技奖科技奖证书