



张涵玉, 范欣茹, 袁乐珠, 周睿哲, 李杨璞, 孙会军. 基于专利分析的小麦育种领域态势及创新发展[J]. 中国农业大学学报, 2025, 30(09): 51-63.
ZHANG Hanyu, FAN Xinru, YUAN Lezhu, ZHOU Ruizhe, LI Yangpu, SUN Huijun. Trend and innovation development in the research field of wheat breeding based on patent analysis[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2025, 30(09): 51-63.
DOI: 10.11841/j.issn.1007-4333.2025.09.05

基于专利分析的小麦育种领域态势及创新发展

张涵玉¹ 范欣茹¹ 袁乐珠² 周睿哲¹ 李杨璞¹ 孙会军^{1,3*}

(1. 中国农业大学 图书馆, 北京 100193;

2. 中国农业大学 农学院, 北京 100193;

3. 中国农业大学 知识产权信息服务中心, 北京 100193)

摘要 为系统揭示全球小麦育种领域的技术创新动态与发展趋势, 基于1939—2024年全球小麦育种专利数据, 综合运用专利计量与聚类分析, 探讨了申请趋势、地域布局、机构竞争、关键技术布局及创新发展方向。结果表明: 1) 在申请趋势方面, 小麦育种技术经历了“早期萌芽—快速发展—波动调整—稳步发展”的四阶段演进, 反映出技术创新由集中式突破转向平台化演进; 2) 在地域与机构层面, 中国专利技术拥有量大, 但在国际布局与高价值专利方面仍相对滞后, 企业参与度不足; 3) 在关键技术层面, 突变或基因工程以及非植物学分类法特征的被子植物为关键技术领域, 我国在种子技术、酶及其组合物以及未分化的人类、动物或植物细胞相关技术缺乏竞争力; 4) 分子检测的高效与精准设计、优质高产抗逆性状的协同改良、智能设计体系与AI育种、知识产权布局与保护策略为未来创新发展方向; 5) 在产业化方面, “农大753”通过全产业链合作与灵活推广模式成功实现市场渗透, 凸显技术创新与产业协同的重要性。未来应进一步完善“专利+品种权”双轨保护机制, 推动“企业主导+科研支撑”模式, 融合“AI+多育种”路径, 推进小麦种质资源创新与品种产业化, 提升我国在全球种业科技创新中的核心竞争力。

关键词 小麦育种; 专利分析; 创新发展; 智能设计育种; 产业化

中图分类号 Q943;G306

文章编号 1007-4333(2025)09-0051-13

文献标志码 A

Trend and innovation development in the research field of wheat breeding based on patent analysis

ZHANG Hanyu¹, FAN Xinru¹, YUAN Lezhu², ZHOU Ruizhe¹, LI Yangpu¹, SUN Huijun^{1,3*}

(1. China Agricultural University Library, Beijing 100193, China;

2. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

3. Intellectual Property Information Service Center, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract To systematically reveal the technological innovation dynamics and development trend in the research field of wheat breeding, based on wheat breeding patent data in global from 1939 to 2024, patentometrics and cluster analysis were used to explore the application trend, regional layout, institutional competition, key technology layout, and innovation development direction. The results showed that: 1) In terms of application trend, wheat breeding technology has experienced four-stage evolution (early germination, rapid development, fluctuating adjustment, steady development) reflecting a shift from centralized breakthrough to platform-based evolution in technological innovation. 2) In terms of regions and institutions, China has a large number of patents, but it remains relatively lagging in international layout and high-value patents, with insufficient corporate

收稿日期: 2025-02-13

基金项目: 北京高校知识产权信息公共服务能力提升项目(BJIP2023130501076)

第一作者: 张涵玉(ORCID:0009-0003-2115-9440), 硕士研究生, E-mail: 19510175328@163.com

通讯作者: 孙会军(ORCID:0000-0001-8427-599X), 副研究馆员, 主要从事知识产权与情报研究, E-mail: rubyshj@sina.com

participation. 3) In the key technology areas, mutation or genetic engineering and angiosperms characterised otherwise than by their botanic taxonomy are critical technological fields. China lacks competitiveness in seeds technology, enzymes and their compositions, as well as in undifferentiated human, animal or plant cells technology. 4) The efficient and precise design of molecular detection, the collaborative improvement of high-quality, high-yield and stress-resistant traits, the smart design systems and AI-powered breeding, and the intellectual property layout and protection strategy are the future directions for innovation development. 5) In terms of industrialization, 'ND753' has successfully penetrated the market through full industry-chain cooperation and flexible promotion models, highlighting the importance of technological innovation and industrial collaboration. In the future, the dual protection mechanism of "patent plus variety rights" should be further improved, the "enterprise-led plus scientific research support" model should be promoted, and the "AI plus multi-breeding" approach should be integrated to advance wheat germplasm innovation and variety industrialization, thus enhancing China's core competitiveness in global seed industry technology innovation.

Keywords wheat breeding; patent analysis; innovation development; intelligent design breeding; industrialization

在全球粮食危机日益加剧、国际形势日益复杂的当下,小麦作为全球三大主要粮食作物之一,其育种技术的创新发展不仅关乎全人类的营养与健康,更是世界大国科技博弈的“主战场”。

育种的本质是对自然界中的优良基因变异进行聚合^[1]。随着科技的进步,小麦育种经历了从驯化育种、传统育种、分子育种到智能设计育种的转变^[2],全基因组关联分析(Genome-wide Association Study, GWAS)^[3]、基因编辑技术(CRISPR/Cas9及其衍生工具)^[4]、高通量表型技术(High-Throughput Phenotyping, HTP)^[5]、人工智能与生物大数据的深度融合^[6-7]加速了小麦复杂性状的遗传解析与精准改良进程。然而,由于小麦为异源六倍体作物,其基因组结构复杂,导致分子育种与基因组学技术在小麦中的应用依然面临诸多挑战^[8]。因此,突破小麦育种关键核心技术瓶颈、培育优质高产的小麦种质资源成为守好粮食安全底线的重要举措。

已有学者围绕小麦育种态势开展探索。在科学文献计量方面,Giraldo等^[9]对小麦和大麦的全球研究趋势进行了比较分析,指出小麦研究更多关注人类食物和健康,而大麦研究更多聚焦于动物饲料和酿造;郑倩^[10]基于2013—2024年小麦育种论文开展了计量分析,发现产量、数量性状位点、全基因组关联分析、干旱胁迫、基因表达、单核苷酸多态性为研究热点。在专利计量方面,吴海燕等^[11]对小麦分子育种专利态势进行了分析,建议加大对作物基因定点编辑技术的科研支持;孟静等^[12]对全球小麦遗传育种专利进行了分析,提出抗病性基因、耐除草剂和杀虫剂、分子标记辅助育种、转基因小麦等是

当前的热点技术。近年来,随着人工智能的迅猛发展,智能精准设计育种(Intelligent precision design breeding, IPDB)走在世界前列^[6],已有研究利用最新论文数据对小麦育种态势进行了分析,而专利计量仅停留在2022年之前。专利作为技术创新的晴雨表,更能够代表领域的技术变革与创新,近年来小麦育种专利数量不断增长,反映出小麦育种领域的蓬勃活力和巨大潜力。因此,对小麦育种专利的最新动态及热点技术进行研究,对于把握小麦产业的未来发展具有重要参考价值。

基于此,本研究拟利用IncoPat平台检索并筛选全球小麦育种领域的专利数据,运用3D专利沙盘分析工具,结合Excel软件对小麦育种专利的变化趋势进行可视化呈现,旨在揭示小麦育种领域全球申请趋势、地域布局、申请机构及综合实力、关键技术布局情况,挖掘热点技术并对未来创新发展方向进行研判,为政府管理部门相关政策的制定、高校和科研院所的技术研发与成果转化以及相关企业的技术布局与发展方向的调整提供参考依据。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

小麦育种专利数据来源于IncoPat平台。为保证查全率和查准率,采用中、英文检索词混合检索策略,并使用国际专利分类(IPC分类)进行技术领域的限定,经人工去噪及申请号合并去除重复数据后,最终获取到20 869件专利,时间跨度为1939—2024年。由于专利从申请、审查到公布存在一定的时滞,因此2022—2024年的专利数量少于实际申请

量。结合作物育种学相关知识^[13]和专家咨询,对检索所得专利的 IPC 分类号进行归类,进而直观展现小麦育种专利类型及相关 IPC 分类号(表 1),为后续研究做理论铺垫。

表 1 小麦育种专利类型及 IPC 分类号
Table 1 Patent types and IPC code of wheat breeding

一级技术分类 First-level technology classification	二级技术分类 Second-level technology classification	专利技术及 IPC 分类号 Patent technology and IPC code
传统育种 Conventional breeding	选择育种	改良基因型的方法(A01H1),杂交(A01H1/02),选择的方法(A01H1/04),诱变(A01H1/06),被子植物(A01H5、A01H6),种子(A01H5/10),生物控制剂(A01N63、A01N65),杀菌剂(A01P3),杀昆虫剂(A01P7/04),植物生长调节剂(A01P21)
	杂交育种	
	回交育种	
	诱变育种	
	倍性育种	
分子育种 Molecular breeding	细胞工程育种	突变或基因工程(C12N15),肽及其衍生物(C07K14),酶及其组合物(C12N9),酶、核酸或微生物的测定或检验方法(C12Q1),核酸(C07H21),肽或蛋白质(C12P21、G01N33/68),微生物的繁殖、维持或保藏(C12N1、C12R1),未分化的人类、动物或植物细胞(C12N5),组织培养(A01H4)
	分子标记辅助选择育种	
	基因工程育种	
	分子设计育种	

1.2 研究方法

主要采用以下 3 种研究方法：

1)描述性统计分析。对小麦育种专利的申请趋势、地域布局、申请机构及综合实力、关键技术布局情况进行描述性统计分析和可视化呈现,揭示小麦育种领域态势。

2)3D 专利沙盘可视化分析。利用 3D 专利沙盘工具对 2020—2024 年高价值专利进行聚类,直观展示热点技术分布,预测未来创新发展方向。

3)合享价值度评价指标分析。合享价值度是 IncoPat 平台提供的专利价值评价指标,基于大数据分析 with 数据挖掘技术,综合考虑专利的法律稳定性、技术先进性、市场潜力、研发投入、行业影响力及引证频次等因素,该指标区间为 1~10,越接近 10,代表专利核心价值度越高。本研究以合享价值度为指标,分析全球小麦育种专利统计特征和创新发展方向。

2 全球小麦育种专利统计特征

2.1 申请趋势

2.1.1 年度专利申请量

1939—2024 年全球小麦育种专利申请量年度变化趋势如图 1 所示。全球第 1 件专利于 1939 年由德国冯·吕特豪森&里贝塞尔种子培育公司(von

Lüttichau Riebesel Saatzuchgesellschaft)申请,涉及小麦与黑麦杂交及其新品种的育成方法(公开号:DE1013108B)^[14]。全球小麦育种专利申请大致分为以下 4 个阶段：

1)早期萌芽阶段(1939—1984 年)。该阶段小麦育种技术处于初步探索时期,整体专利申请量维持在较低水平,无明显波动变化。

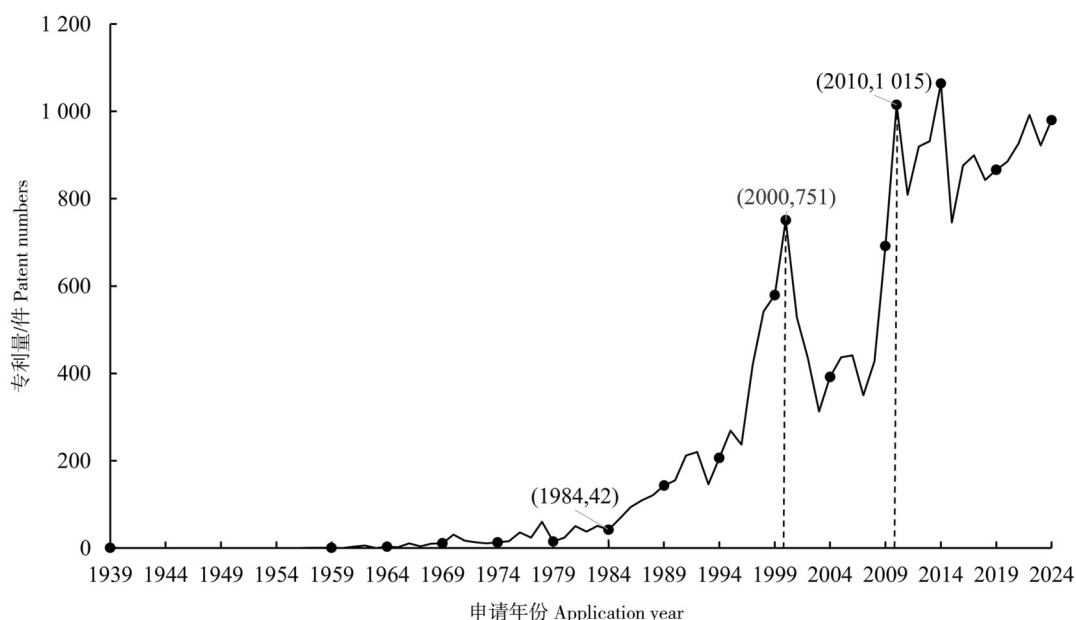
2)快速发展阶段(1985—2000 年)。该阶段全球专利申请量为 3 429 件,其中美国占比 39%。1995 年《与贸易有关的知识产权协议》(TRIPS Agreement)^[15]正式生效,显著推动了全球农业知识产权保护意识的提升,引发了专利申请量的快速增长。

3)U 型发展阶段(2001—2010 年)。该阶段全球专利申请量为 4 743 件,其中价值度为 10 的专利为 2 076 件,占比高达 43.77%。该阶段授权了大量小麦新品种专利,如 25R62^[16]、MSU 品系 E0028^[17]等。回溯至 2000 年前,小麦育种经历了一个相对密集的创新期,随着技术逐渐趋于成熟,新的突破和创新可能减少,导致 2000—2003 年全球专利申请量有所下降。然而,2007 年之后,随着小麦基因组测序技术的突破性进展,专利申请量出现了显著回升。

4)稳定发展阶段(2011—2024 年)。该阶段全

球专利申请量为11 525件,价值度为10的专利仅占比19.99%,反映出该阶段高价值专利比例明显下降。整体申请趋势较为平稳,年均申请量约为850件。尽管2014—2015年专利申请量有所下降,

但随着CRISPR-Cas9技术在小麦基因组编辑中的广泛应用^[18]、对气候适应性品种的需求上升以及精准育种技术与人工智能的深度融合,自2015年起,全球专利申请量呈现出稳中有升的发展态势。



图中括号内数字前者代表年份,后者代表专利申请量。

In the figure, the former number in parentheses indicates the year, while the latter represents the number of patent applications.

图1 1939—2024年全球小麦育种专利申请趋势

Fig. 1 Patent application trend of wheat breeding in global from 1939 to 2024

1988—2024年中国小麦育种专利申请量年度变化趋势如图2所示。我国第1件专利申请于1988年,是由封玉印^[19]申请的“杂交小麦育种方法”(公开号:CN1035933A),包括小麦雄性不育系A的培育、保持和恢复方法。梳理我国小麦育种发展历程,21世纪以前,可分为以下3个阶段^[20]:以提高抗病稳产为主的育种阶段(1950—1960年)、以矮化与高产为主的育种阶段(1970—1980年)以及高产和优质育种并进阶段(1990年到21世纪初)。21世纪后则进入分子育种的应用阶段,出台了相关政策推动分子育种的发展。例如,《中华人民共和国植物新品种保护条例》(2017年修订)^[21]、《“十四五”推进农业农村现代化规划》^[22]等。我国现代育种技术虽起步较晚,但如今智能育种发展迅速,智能育种在加速育种进程、提高育种精确度、提供基于大数据的育种决策以及降低商业化育种运营管理成本4个方面产生变革^[1]。因此,21世纪以后,我国小麦育种专利申请量呈现出快速增长趋势。

2.1.2 申请量排名前10的国家

小麦育种专利申请量排名前10的国家申请趋势如图3所示,中国和美国为该领域专利产出的主要国家。我国自2003年起申请量开始上升,2008年后呈现爆发式增长,至2015年已超越美国,成为年专利申请量最多的国家。相比之下,美国专利申请量在1997—2002年显著增长,成为该阶段全球专利增长的主要驱动力。进一步分析发现,该阶段美国的大量高价值专利集中于转基因技术领域,其中以孟山都提交的多件专利最具代表性,涵盖小麦与草甘膦联合应用的转基因专利^[23-24]。草甘膦的广泛推广曾为孟山都带来巨大的商业回报,但其潜在的健康与环境风险亦引发了广泛争议,特别是围绕其致癌性和生态影响的司法诉讼频发。此类技术伦理与公共安全的质疑在一定程度上影响了美国相关技术的推进节奏,因此,2003—2008年美国专利申请量趋于平稳。自2009年起,美国专利数量再次出现回升,表明在经历技术争议与监管调整后,该国

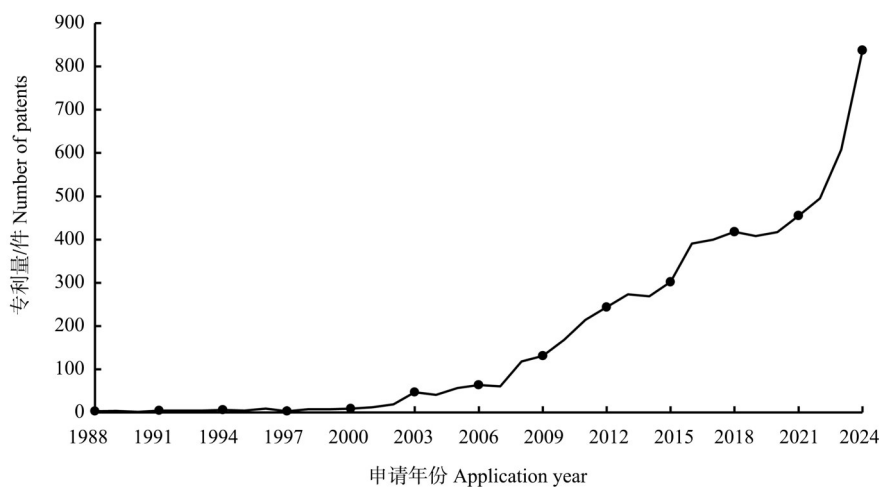
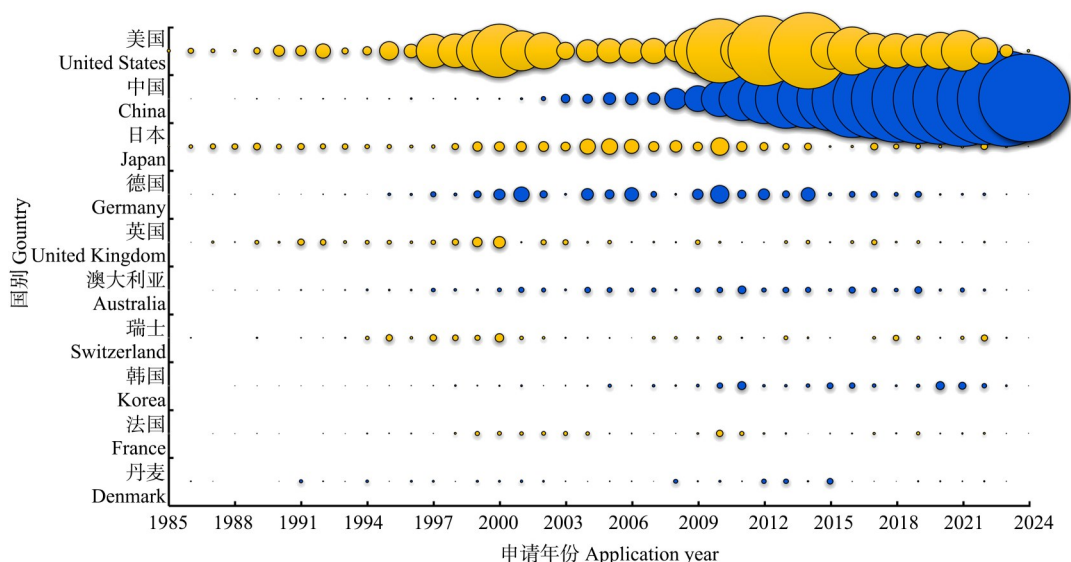


图2 1988—2024年中国小麦育种专利申请趋势

Fig. 2 Patent application trend of wheat breeding in China from 1988 to 2024



图中气泡越大,代表专利数量越多。

In the figure, the larger the bubble, the greater the number of patents.

图3 小麦育种专利申请量排名前10的国家专利申请趋势

Fig. 3 Patent application trend of top 10 countries of wheat breeding application numbers

相关创新活动逐步恢复活力。值得注意的是,近年来中国专利申请量持续增长,表明中国在推动全球小麦育种技术发展中的影响力日益增强。

2.2 地域布局

小麦育种专利申请量排名前5的国家专利布局情况如表2所示。专利申请量可以体现一个国家的技术拥有量,专利公开数量体现了该国在本土及国外的专利布局情况^[25]。小麦育种技术拥有量排名前5的国家依次为美国、中国、日本、德国和英国。

由表2可知,我国小麦育种技术拥有量接近美国,而国外专利布局占比仅为10.61%,进一步说明我国小麦育种专利严重缺乏国外布局,与发达国家专利保护水平有较大差距。美国专利申请量最多,但专利公开数量仅占比不到50%,这可能由于美国专利审查程序严格以及保密性要求等原因未公开。德国国外布局比例高达70%,说明德国具有极强的前瞻性布局思维和防御性保护策略。因此,我国可借鉴德国和美国经验,一是加强国际专利规则研究,

表 2 小麦育种专利申请量排名前 5 的国家专利布局
Table 2 Patent layout of top 5 countries of wheat breeding application numbers

国别 Country	申请数 量/件 No. of applications	公开数 量/件 No. of disclosures	在别国公开 数量/件 No. of disclosures in abroad	国外布局 比例/% Percentage of foreign layout	主要公开 国别 Main disclosure country	主要公开国别 的公开数量/件 No. of disclosures in main disclosure country
美国 United States	6 581	3 106	1 063	34.22	澳大利亚	659
					加拿大	471
					日本	321
					中国	309
					巴西	299
中国 China	6 365	6 539	694	10.61	美国	110
					加拿大	29
					巴西	27
					澳大利亚	25
					印度	17
日本 Japan	1 599	1 241	494	39.80	美国	164
					澳大利亚	68
					中国	68
					加拿大	57
					德国	52
德国 Germany	1 238	380	266	70.00	美国	163
					加拿大	114
					中国	93
					巴西	91
					墨西哥	56
英国 United Kingdom	772	93	51	54.84	美国	130
					澳大利亚	88
					日本	50
					加拿大	45
					西班牙	33

鼓励企业通过专利合作条约(Patent cooperation treaty,PCT)等途径拓展布局;二是在提升专利申请量的同时,优化专利公开策略,通过严格审查和延迟公开机制,避免过早暴露关键信息。

2.3 申请机构及综合实力

2.3.1 申请量排名前 10 的机构

通过对全球专利申请机构排名分析,可了解专利技术主要掌握在哪些机构中。小麦育种专利申

请量排名前 10 的机构如表 3 所示。其中,我国机构有 7 家,说明在机构数量上,我国占绝对优势,且技术创新主体以高校为主。除我国机构外,美国企业有 1 家,德国企业有 2 家,全球种业巨头企业均在列。表现最为突出的是科迪华农业科技(Corteva Agriscience,以下简称“科迪华”),其源自陶氏,杜邦,先锋的深厚历史,于 2019 年 6 月正式独立上市^[26],在专利数量上遥遥领先,且近 5 年专利申请量

表 3 小麦育种专利申请量排名前 10 的机构
Table 3 Top 10 institutions of wheat breeding application numbers

申请机构 Application institution	国别 Country	专利数 量/件 No. of patents	近 5 年专利 数量/件 No. of patents in recent 5 years	价值度为 8~10 的 专利占比/% Proportion of patents with value of 8 to 10
科迪华农业科技 Corteva Agriscience	美国	1 805	261	67.58
拜耳作物科学 Bayer Cropscience	德国	895	177	83.76
巴斯夫植物科学 BASF Plant Science	德国	883	56	74.82
中国化工集团 China National Chemical Corporation	中国	383	83	71.51
中国农业科学院作物科学研究所 Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences	中国	350	179	39.61
南京农业大学 Nanjing Agricultural University	中国	176	83	39.78
中国科学院遗传与发育生物学研究所 Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences	中国	172	64	51.16
西北农林科技大学 Northwest A&F University	中国	169	102	26.63
山东农业大学 Shandong Agricultural University	中国	165	102	42.42
四川农业大学 Sichuan Agricultural University	中国	153	114	41.83

稳居首位,反映出其在农业生物技术领域的深厚积累与持续创新能力。

德国的 2 家种业巨头企业拜耳作物科学(Bayer Cropscience, 以下简称“拜耳”)和巴斯夫植物科学(BASF Plant Science, 以下简称“巴斯夫”)专利申请量分别排第 2 和第 3 位,其中拜耳在 2018 年 6 月完成对美国孟山都的收购^[27]。2 家企业专利数量分别为 895 件和 883 件,超出排名第 4 的中国化工集团约 500 件,说明德国在小麦育种领域也拥有深厚的研发基础。从近 5 年专利申请量看,拜耳相较于巴斯夫在小麦育种专利研发领域更加活跃。

中国化工集团在 2017 年 6 月收购瑞士先正达^[28],自此,美国、欧盟和中国“三足鼎立”的全球农化行业格局形成。作为我国农业产业链条最长的企业,尽管其近 5 年专利申请量为 83 件,不及国外种业巨头企业活跃,但其业务遍及农业科技各个领域,尤其研发出了高产、稳产、抗病、抗倒伏及耐迟播的多个小麦品种,攻克了小麦茎基腐病的特效成分,为我国农业科技创新贡献了巨大力量。中国农业科学院作物科学研究所专利数量紧随其后,且近 5 年专利申请量超过拜耳,说明我国研发水平正与国际接轨。位列第 5~10 位的均为我国高校及科研

机构,专利数量为 150~180 件,且近 5 年专利申请量均值为 93 件,说明我国高校及科研机构对小麦育种领域专利研发和创新的高度重视。

价值度方面,国外机构优势明显。德国拜耳的高价值专利占比超八成,说明该企业在专利数量及质量组合上展现出强大的综合实力。中国化工集团在高价值专利占比上表现出色,为 71.51%,与巨头企业差距较小,代表我国在专利创新方面综合实力的增强。相比之下,我国高校及科研机构中,除中国科学院遗传与发育生物学研究所外,价值度均在 50% 以下,这进一步说明我国在机构数和专利数量上有一定优势,但高价值专利的比例仍有待提高。

2.3.2 申请量排名前 5 的机构专利技术构成

小麦育种专利申请量排名前 5 的机构专利技术构成如表 4 所示。用于植物细胞(C12N15/82)、被子植物(A01H5/00)、来自植物(C07K14/415)在排名前 5 机构的专利组合中均有涉及,这些分类号的共同特点在于它们均直接关联于植物自身的遗传特性。在布局方面,国外机构如科迪华、拜耳和巴斯夫在种子(A01H5/10)技术上均有专利布局,而我国在 DNA 重组技术(C12N15/09)和 DNA 或 RNA 片段(C12N15/11)技术上的专利活动较为突

表 4 小麦育种专利申请量排名前 5 的机构专利技术构成

Table 4 Patent technological composition of top5 institutions of wheat breeding application numbers

申请机构 Application institution	IPC 分类号 IPC code	IPC 分类号含义 Meaning of IPC code	专利数量/件 No. of patents
科迪华农业科技 Corteva Agriscience	C12N15/82	用于植物细胞	1 187
	A01H5/00	被子植物	513
	A01H5/10	种子	447
	C07K14/415	来自植物	360
	C12N5/10	经引入外来遗传物质而修饰的细胞	285
拜耳作物科学 Bayer Cropscience	C12N15/82	用于植物细胞	532
	A01H5/00	被子植物	277
	A01H5/10	种子	239
	C12N5/10	经引入外来遗传物质而修饰的细胞	136
	A01H1/00	改良基因型的方法	133
巴斯夫植物科学 BASF Plant Science	C12N15/82	用于植物细胞	588
	C07K14/415	来自植物	282
	A01H5/00	被子植物	276
	C12N15/29	编码植物蛋白质	157
	A01H5/10	种子	151
中国化工集团 China National Chemical Corporation	C12N15/82	用于植物细胞	238
	A01H5/00	被子植物	136
	C12N15/09	DNA 重组技术	108
	C12N5/10	经引入外来遗传物质而修饰的细胞	89
	C07K14/415	来自植物	79
中国农业科学院作物科学研究所 Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences	C12N15/11	DNA 或 RNA 片段	175
	A01H5/00	被子植物	135
	C12N15/29	编码植物蛋白质	132
	C12N15/82	用于植物细胞	124
	C07K14/415	来自植物	121

出,表明国外在种子领域的研发和创新上投入了大量资源,而我国则侧重于遗传工程和基因操作方面的研发。

2.4 小麦育种关键技术布局

统计 2010—2024 年专利申请量排名前 5 国家的技术构成,可反映出各国在小麦育种领域的关键技术布局,结果如表 5 所示。突变或基因工程(C12N15)与非植物学分类法特征的被子植物(A01H5)为排名前 5 国家共同关注的主要技术领

域,呈现出明显的关键技术特征。整体上,中美两国在技术领域已形成双头垄断态势,而德国、日本和韩国的专利总量相对较低。中美两国相比,中国在突变或基因工程(C12N15),包含酶、核酸或微生物的测定或检验方法(C12Q1),微生物及其组合物繁殖、维持或保藏(C12N1),植物学分类法特征的被子植物(A01H6),微生物(C12R1)技术上专利布局较多,反映出我国在遗传工程和微生物利用方面的研发活跃度较高。美国在酶及其组合物

表 5 2010—2024 年小麦育种专利申请量排名前 5 国家关键技术布局

Table 5 Key technology layout of top 5 countries of wheat breeding application numbers from 2010 to 2024

IPC 分类号 IPC code	IPC 分类号含义 Meaning of IPC code	专利数量/件 No. of patents				
		中国 China	美国 United States	德国 Germany	日本 Japan	韩国 Korea
C12N15	突变或基因工程	5 222	3 900	690	376	249
A01H5	非植物学分类法特征的被子植物	2 494	2 410	338	218	125
C07K14	肽及其衍生物	1 532	1 544	303	93	82
C12Q1	包含酶、核酸或微生物的测定或检验方法	2 614	513	88	139	82
A01H1	改良基因型的方法	1 270	1 109	161	187	62
C12N1	微生物及其组合物繁殖、维持或保藏	2 011	490	53	130	169
C12N9	酶及其组合物	800	860	151	55	85
A01H6	植物学分类法特征的被子植物	1 567	650	33	64	30
C12R1	微生物	1 883	160	19	31	89
C12N5	未分化的人类、动物或植物细胞	565	796	92	120	24

(C12N9)以及未分化的人类、动物或植物细胞(C12N5)相关技术方面的专利占比更高,显示其在细胞工程及基础生物技术方面的重点研发。

3 小麦育种热点技术挖掘与创新发展方向

为进一步探究小麦育种的创新发展方向,选取2020—2024 年价值度为 8~10 的专利进行聚类分析,结果见图 4。通过对热点技术的提炼,预测未来

的创新方向主要聚焦于以下 4 个方面:

1)分子检测的高效与精准设计。“试剂盒”“精准”等关键词的出现,反映出高效、精准检测技术需求持续上升。相关专利多聚焦于特异性引物对和配套试剂盒的开发,用于目标性状相关基因或标记的高灵敏度检测。高凤梅等^[29]开发了一套特异性引物组及试剂盒,用于粒重性状的高效检测;刘亚西等^[30]基于与小麦茎基腐病抗性 QTL 紧密连锁的



图中紫色小图例代表高价值专利。

The purple marks indicate the high-value patents.

图 4 2020—2024 年小麦育种高价值专利聚类

Fig. 4 Clustering of high-value patents of wheat breeding from 2020 to 2024

分子标记KASP97,构建了一套用于高抗性品种筛选的分子检测方法。此外,GWAS逐步成为核心育种工具之一,GWAS结合高密度分子标记与表型数据,能够高效定位复杂性状相关位点,加速候选基因的挖掘与功能验证。吴永振等^[31]基于GWAS技术,解析了与小麦穗茎长和旗叶长显著相关的新位点,并开发了相应的分子标记。精准定向的基因编辑技术也是未来的关键技术之一,张淑娟等^[32]通过特异性引导单链gRNA的设计,构建了可以敲除小麦PPO基因的表达载体,通过基因转化过程实现PPO基因在小麦胚乳中的特异性沉默,从而降低籽粒中多酚氧化酶含量,减少面粉褐变,提高面粉白度。

2)优质高产抗逆性状的协同改良。当前育种目标在保证产量基础上,更加注重籽粒品质、面包加工性能和蛋白组成等,还关注引入生物固氮方法促进植物生长。在抗逆方面,重点防控小麦赤霉病、条锈病。Wood等^[33]通过在植物细胞线粒体中表达固氮酶多肽的方法,利用MTP-Nif融合物和NifD-NifK、NifE-NifN融合物,解决了植物在氮素匮乏环境中的生长受限问题,减少了对化学氮肥的依赖,从而提高植物的固氮能力。Guo等^[34]提供了一种通过基因组编辑提高小麦赤霉病抗性的方法,利用CRISPR-Cas9基因编辑技术同时对小麦中TaCIPK14基因的3个等位基因进行编辑,成功获得了TaCIPK14基因敲除突变体植株,对植株接种赤霉病菌表现出抗性。张海琴等^[35]公开了一种分子标记XY25技术,该标记与抗条锈病基因位点YrXY显著相关,呈现紧密连锁特征,可用于鉴别小黑麦抗条锈病性状。

3)智能设计体系与AI育种。“智能”“设计”等词汇在专利地图中初步成型。当前人工智能作为新一代信息技术,将推动农业育种迈向一个全新智能育种(4.0)时代,智能育种的核心在于处理大量基因组数据和作物表型数据。中国科学院遗传与发育生物学研究所研发的“环境智能型高产—稳产作物育种新策略”(CROCS)^[36],通过精准敲入环境感应分子开关,培育了顺境高产逆境稳产的气候韧性作物。这一策略的核心在于利用人工智能技术进行大规模数据分析,筛选出能够响应环境变化的顺式调控元件,并通过机器学习算法预测和验证基因编辑的靶向位点,从而实现对作

物基因的精确改造。此外,人工智能技术还应用于种质的测产与性状评价,通过深度学习对作物的表型和产量进行预测评估,优化育种决策。具体到专利中,薛文侠等^[37]公开了一种快速聚合多个小麦抗病基因的方法,该方法利用抗赤材料NAURc001与现有抗源杂交,结合分子标记辅助聚合技术和人工智能温室加速生长等手段,进一步结合机器学习深入分析抗病基因间的互作关系,实现抗病基因的快速聚合。

4)知识产权布局与保护策略。“新品种”“选育”“育种系”聚类反映出小麦品种选育的技术热点。进一步解读发现,先锋和孟山都2家种业巨头每年均在小麦品种专利方面进行大量布局,竞争态势日趋激烈。其中,先锋布局较早,2002年便申请了“小麦品种25R78”^[38]专利;而孟山都则自2009年开始申请相关专利,并凭借转基因技术在抗病性、产量性状等方面形成差异化优势。相较之下,我国小麦品种主要通过申请植物新品种权进行保护,保护对象多为通过传统育种手段获得的材料。与美国《植物专利法》《植物品种保护法》《专利法》构建的多层次知识产权保护体系相比,我国在现代生物技术成果的法律保护机制方面尚待进一步完善。

4 结论与建议

4.1 结论

本研究基于IncoPat平台检索筛选出1939—2024年全球的小麦育种专利,利用3D专利沙盘分析工具、Excel软件对小麦育种专利的发展态势与热点技术进行分析,结论如下:

1)在申请趋势方面,自1939年至今,全球小麦育种领域的专利申请大致可分为4个阶段:早期萌芽阶段(1939—1985年)、快速发展阶段(1985—2000年)、U型发展阶段(2001—2010年)、稳定发展阶段(2011—2024年);在全球地域布局方面,我国技术拥有量大,但严重缺乏国外布局,与国外有较大差距;在机构方面,我国申请机构在数量上占据显著优势,技术创新主体以高校为主,企业主体参与度低;价值度方面,国外企业在高价值专利占比方面表现更为突出,尤其是拜耳,其高价值专利占比超过80%,展现出在技术积累和专利质量上的领先地位;在技术构成方面,国外种业巨头在种子

(A01H5/10)技术上均有专利布局,而我国在DNA重组技术(C12N15/09)和DNA或RNA片段(C12N15/11)上的专利活动较为突出;在关键技术布局方面,突变或基因工程(C12N15)与非植物学分类法特征的被子植物(A01H5)呈现出明显的关键技术特征;中美两国相比,我国在遗传工程和微生物利用方面的研发活跃度较高,美国侧重在细胞工程及基础生物技术方面的研发。

2)分子检测的高效与精准设计、优质高产抗逆性状的协同改良、智能设计体系与AI育种、知识产权布局与保护策略为未来创新发展方向。

4.2 建议

本研究结合小麦育种专利统计特征和热点技术挖掘,提出4点参考建议:

1)健全“专利+品种权”双轨保护体系,推进自主知识产权小麦品种的培育与产业化。当前我国小麦育种成果普遍存在“重研发、轻保护、弱转化”的结构性问题,亟需构建系统化、多元化的知识产权保护与科技成果转化机制。建议借鉴国际“专利+品种权”保护经验,推动专利制度与植物新品种权协同发展,实现育种成果在创新链与产业链中的全生命周期管理与风险防控。具体而言,对于精准基因编辑、目标基因定位与遗传多样性挖掘等关键核心技术,应优先通过发明专利进行保护,增强技术独占性与市场壁垒;而对于实际选育出的品种材料,则应强化植物新品种权的登记、确权与追溯,确保育种单位对品种推广与商业使用享有明确的法定权益,提升成果的市场转化效率。此外,应设立小麦品种转化绿色通道,构建涵盖“技术发现—知识产权确权—中试示范—商业化推广”的一体化转化路径,打通从科研产出到产业落地的“最后一公里”。当前农业科研人员在转化实践中仍受到学术评价体系的制约,导致产业化意识不足。推动成果转化的关键在于打破学术与市场之间的壁垒,鼓励科研人员主动参与产业链构建。以宿振起教授团队为例,其在‘农大753’小麦品种的培育与转化过程中,将品种选育与下游市场需求深度耦合,在选育阶段即以面包加工适性为导向,联合面粉企业制定目标性状;在商业化阶段,创新性提出“免费供种+订单回收”的推广模式,带动种业公司和面粉企业形成紧密协作的产业链条,有效提升了新品种的市场认可度与推广效率。该案例为科研成果实

现高质量转化提供了可复制的路径与典型范式。

2)推动“企业主导+科研支撑”模式,强化产学研协同育种体系。我国目前小麦育种创新仍以高校和科研院所为主导,缺乏国际同类企业如科迪华、拜耳等强企业支撑。建议培育3~5家具有全球竞争力的跨国种业集团,由龙头企业牵头,高校和科研院所参与,围绕新品种选育、性状定向改良、育种自动化平台构建等方向,形成分工明确、成果共享的协同创新机制,优化国际专利布局的同时增强全球种业话语权。

3)融合“AI+多育种”路径,推进小麦种质资源创新与杂种优势高效利用。小麦遗传改良正由传统表型选择向分子育种、智能设计育种协同推进,建议构建融合传统育种经验、分子生物技术与人工智能手段的多路径协同育种体系,系统挖掘与重组优异种质资源,提升复杂性状的精准改良效率。一方面,应充分发挥传统育种在表型鉴定和农艺性状评价中的优势,结合分子标记技术开展对产量性状、抗逆基因和品质因子的精准定位与聚合;另一方面,推动智能育种平台与杂种优势的深度融合,在大规模群体中通过算法建模优化亲本组合设计,加快杂种优势的预测、筛选与利用。通过3种育种范式的有机融合,实现从种质资源创新到优势性状重构的高效协同,推动小麦遗传改良能力整体跃升,为培育具有高产、优质、广适应性的小麦新品种提供系统支撑。

4)充分释放消费者“知情权+选择权”,构建社会共识长效机制。美国在转基因小麦育种发展中的经验表明,技术创新若缺乏对伦理风险与社会接受度的系统考量,可能引发广泛争议并抑制技术推广。草甘膦相关专利虽带来商业成功,但其环境与健康问题引发长期诉讼,影响了技术的持续发展。我国小麦产业从“跟跑”到“并跑”,已经实现了显著的技术突破。然而在迈向“领跑”的阶段,建议我国在推动小麦育种技术进步的同时,应强化伦理监管与风险评估,构建基于区块链的农食系统溯源机制,实现全流程信息透明化,提升消费者信任度。与此同时,应健全公众科普与认知引导机制,释放消费者充分的知情权与选择权,使其在了解技术实质与潜在影响的基础上自主决策,更有利于全人类生命健康和社会发展,这正是一个负责任、有实力的“农业强国”应践行的发展理念。

参考文献 References

- [1] 毛莉. 中国工程院院士孙其信:我国智能育种有望实现根本性突破[N]. 科技日报, 2024-11-13(5)
- Mao L. Sun Qixin, Membership of Chinese Academy of Engineering: China's intelligent breeding is expected to achieve a fundamental breakthrough[N]. Science and Technology Daily, 2024-11-13(5) (in Chinese)
- [2] Wallace J G, Rodgers-Melnick E, Buckler E S. On the road to breeding 4.0: Unraveling the good, the bad, and the boring of crop quantitative genomics [J]. *Annual Review of Genetics*, 2018, 52: 421-444
- [3] Lv Y X, Dong L S, Wang X T, Shen L H, Lu W B, Si F, Zhao Y Y, Zhu G J, Ding Y T, Cao S J, Cao J J, Lu J, Ma C X, Chang C, Zhang H P. Single- and multi-locus genome-wide association study reveals genomic regions of thirteen yield-related traits in common wheat [J]. *BMC Plant Biology*, 2024, 24(1): 1228
- [4] Elsharawy H, Refat M. CRISPR/Cas9 genome editing in wheat: Enhancing quality and productivity for global food security-a review[J]. *Functional & Integrative Genomics*, 2023, 23(3): 265
- [5] Gao J, Hu X, Gao C Y, Chen G, Feng H, Jia Z, Zhao P M, Yu H Y, Li H W, Geng Z D, Fu J B, Zhang J, Cheng Y K, Yang B, Pang Z H, Xiang D Q, Jia J Z, Su H D, Mao H L, Lan C X, Chen W, Yan W H, Gao L F, Yang W N, Li Q. Deciphering genetic basis of developmental and agronomic traits by integrating high-throughput optical phenotyping and genome-wide association studies in wheat[J]. *Plant Biotechnology Journal*, 2023, 21(10): 1966-1977
- [6] Zhu W C, Li W F, Zhang H W, Li L. Big data and artificial intelligence-aided crop breeding: Progress and prospects [J]. *Journal of Integrative Plant Biology*, 2025, 67(3): 722-739
- [7] 岳海旺, 卜俊周, 魏建伟, 刘朋程, 王延兵, 李媛. AMMI模型与BLUP方法相结合评价河北省冬小麦品种丰产性和稳定性[J]. 中国农业大学学报, 2024, 29(8): 50-61
- Yue H W, Bu J Z, Wei J W, Liu P C, Wang Y B, Li Y. High yield and stability evaluation of winter wheat varieties in Hebei Province by combining AMMI model and BLUP method [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2024, 29(8): 50-61 (in Chinese)
- [8] 袁国强, 陶军, 何员江, 罗江陶, 蒲宗君, 李生荣, 任勇. 杂交小麦研究进展与展望[J]. 四川农业大学学报, 2023, 41(6): 973-980
- Yuan G Q, Tao J, He Y J, Luo J T, Pu Z J, Li S R, Ren Y. Research progress and prospect on hybrid wheat [J]. *Journal of Sichuan Agricultural University*, 2023, 41(6): 973-980 (in Chinese)
- [9] Giraldo P, Benavente E, Manzano-Agugliaro F, Gimenez E. Worldwide research trends on wheat and barley: A bibliometric comparative analysis [J]. *Agronomy*, 2019, 9(7): 352
- [10] 郑倩. 基于文献计量学和机器学习的小麦生物育种文献分析[J]. 浙江农林大学学报, 2025, 42(1): 210-217
- Zheng Q. Literature analysis of Triticum aestivum bio-breeding based on bibliometrics and machine learning [J]. *Journal of Zhejiang A&F University*, 2025, 42(1): 210-217 (in Chinese)
- [11] 吴海燕, 吴涛. 小麦分子育种相关专利分析[J]. 中国发明与专利, 2020, 17(S2): 43-50
- Wu H Y, Wu T. Analysis of patents related to molecular breeding for wheat [J]. *China Invention & Patent*, 2020, 17(S2): 43-50 (in Chinese)
- [12] 孟静, 唐研. 全球小麦遗传育种专利技术分析与研究进展[J]. 农业图书情报学报, 2022, 34(6): 93-103
- Meng J, Tang Y. Analysis and research progress of global patent technology of wheat genetics and breeding [J]. *Journal of Library and Information Science in Agriculture*, 2022, 34(6): 93-103 (in Chinese)
- [13] 孙其信. 作物育种学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2019
- Sun Q X. *Principles of Crop Breeding* [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2019 (in Chinese)
- [14] Georg R. Method for breeding of the hybrid species and wheat rye seed subsequently bred. German, DE1013108B[P]. 1957-08-01
- [15] World Trade Organization. Agreement on trade-related aspects of intellectual property rights [EB/OL]. [2024-12-12]. https://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/27-trips.pdf
- [16] Laskar W J, Lively K J, Marshall G C. Wheat variety 25R62. United States, US20090265802A1[P]. 2009-10-22
- [17] Ward R W, Siler L F. Wheat variety msu line E0028. United States, US20100272876A1[P]. 2010-10-28
- [18] 殷文晶, 陈振概, 黄佳慧, 叶涵斐, 芦涛, 路梅, 饶玉春. 基于CRISPR-Cas9基因编辑技术在作物中的应用[J]. 生物工程学报, 2023, 39(2): 399-424
- Yin W J, Chen Z G, Huang J H, Ye H F, Lu T, Lu M, Rao Y C. Application of CRISPR-Cas9 gene editing technology in crop breeding [J]. *Chinese Journal of Biotechnology*, 2023, 39(2): 399-424 (in Chinese)
- [19] 封玉印. 杂交小麦育种方法. 中国, CN1035933A[P]. 1989-10-04
- Feng Y Y. Hybrid wheat breeding methods. China, CN1035933A[P]. 1989-10-04 (in Chinese)
- [20] 李振声. 我国小麦育种的发展历程[J]. 中国农村科技, 2010(2): 26-28
- Li Z S. Development course of wheat breeding in China [J]. *China Rural Science & Technology*, 2010(2): 26-28 (in Chinese)
- [21] 中华人民共和国农业农村部. 中华人民共和国植物新品种保护条例[EB/OL]. [2024-12-14]. http://www.zys.moa.gov.cn/flfg/201904/t20190428_6246963.htm
- Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Regulations of the People's Republic of China on the protection of new varieties of plants [EB/OL]. [2024-12-14]. http://www.zys.moa.gov.cn/flfg/201904/t20190428_6246963.htm (in Chinese)
- [22] 中华人民共和国中央人民政府. “十四五”推进农业农村现代化规划[EB/OL]. [2024-12-24]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2022-02/11/content_5673082.htm
- The State Council of the People's Republic of China. The 14th Five-Year Plan for the modernisation of agriculture and rural areas [EB/OL]. [2024-12-24]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2022-02/11/content_5673082.htm (in Chinese)
- [23] Chen G, Hironaka C M, Zhou H. Wheat plant 33391 tolerant to glyphosate and composition and methods for detecting thereof. United States, WO0227004A2[P]. 2003-08-13
- [24] Chen G, Hironaka C M, Zhou H. Glyphosate tolerant wheat plant 33391 and compositions and methods for detection thereof. United States, EP1322773A2 [P]. 2003-07-02
- [25] 陈奕颖, 罗予均, 史子玄, 孙会军. 无土栽培领域发展态势研究[J]. 中国瓜菜, 2023, 36(4): 139-148
- Chen Y Y, Luo Y J, Shi Z X, Sun H J. Research on the development trend of soilless cultivation [J]. *China Cucurbits and Vegetables*, 2023, 36(4): 139-148 (in Chinese)
- [26] Corteva Agriscience. 科迪华农业科技历史沿革[EB/OL]. [2024-12-15]. <https://www.corteva.cn/who-we-are/our-history.html>
- Corteva Agriscience. History of Cordova agro-tech [EB/OL]. [2024-12-15]. <https://www.corteva.cn/who-we-are/our-history.html> (in Chinese)
- [27] Bayer. 拜耳全球历史[EB/OL]. [2024-12-12]. <https://www.bayer.com.cn/zh-hans/history>
- Bayer. Bayer global history [EB/OL]. [2024-12-12]. <https://www.bayer.com.cn/zh-hans/history>

- com.cn/zh-hans/history (in Chinese)
- [28] 中国化工集团公司. 中国化工集团公司关于成功收购瑞士先正达的公告[EB/OL]. [2025-01-02]. https://www.shclearing.com.cn/xxpl/zdsxjqt/201706/t20170609_267683.html
- China National Chemical Corporation. Announcement of China National Chemical Corporation on the successful acquisition of Syngenta of Switzerland [EB/OL]. [2025-01-02]. https://www.shclearing.com.cn/xxpl/zdsxjqt/201706/t20170609_267683.html (in Chinese)
- [29] 高凤梅, 徐登安, 车京玉, 马勇, 张起昌, 董亚超, 董艳, 李铁, 李冬梅, 赵远玲, 孙铭隆, 刘宁涛, 田超. 一种小麦分子标记及其在鉴定小麦粒重性状中的应用. 中国, CN111394506A[P]. 2020-07-10
- Gao F M, Xu D A, Che J Y, Ma Y, Zhang Q C, Dong Y C, Dong Y, Li T, Li D M, Zhao Y L, Sun M L, Liu N T, Tian C. Wheat molecular mark and application thereof to identification of wheat grain weight character. China, CN111394506A[P]. 2020-07-10 (in Chinese)
- [30] 刘亚西, 林宇, 李超, 陈浩, 晏宁, 侯帅, 武方现, 王智强, 李彩霞. 与小麦茎基腐病抗性 QTL Qfcr. sicau. 2A 紧密连锁的分子标记及应用. 中国, CN116064904A[P]. 2023-05-05
- Liu Y X, Lin Y, Li C, Chen H, Yan N, Hou S, Wu F K, Wang Z Q, Li C X. Molecular marker closely linked with wheat basal stem rot resistance QTL Qfcr. sicau. 2A and application of molecular marker closely linked with wheat basal stem rot resistance QTL Qfcr. sicau. 2A. China, CN116064904A[P]. 2023-05-05 (in Chinese)
- [31] 吴永振, 徐慧渊, 王发祥, 王梓旭, 丁光硕, 蒋会娇, 孙晗, 秦冉, 赵春华, 崔法. 一种与小麦穗茎长和旗叶长相关的分子标记及其应用. 中国, CN117385095A[P]. 2024-01-12
- Wu Y Z, Xu H Y, Wang F X, Wang Z X, Ding G S, Jiang H J, Sun H, Qin R, Zhao C H, Cui F. Molecular marker related to wheat ear stem length and flag leaf length and application thereof. China, CN117385095A[P]. 2024-01-12 (in Chinese)
- [32] 张淑娟, 李根英, 李玉莲, 张荣志, 高洁, 宋国琦, 李玮, 陈明丽, 刘敏, 李吉虎. 一种利用基因编辑降低小麦籽粒多酚氧化酶含量的方法. 中国, CN111139261A[P]. 2020-05-12
- Zhang S J, Li G Y, Li Y L, Zhang R Z, Gao J, Song G Q, Li W, Chen M L, Liu M, Li J H. Method for reducing content of polyphenol oxidase in wheat grains through gene editing. China, CN111139261A[P]. 2020-05-12 (in Chinese)
- [33] Wood C C, Allen R S, Okada S, Warden A C, Tilbrook K T, Taylor M C. Expression of nitrogenase polypeptides in plant cells. United States, US20240360465A1[P]. 2024-10-31
- [34] Guo J, He F, Kang Z, Sun H, Bai X, Wang C, Wang Y. Method for improving fusarium head blight resistance by means of genome editing. China, WO2023241004A1[P]. 2023-12-21
- [35] 张海琴, 林宇, 杨娅涵, 黄良晔, 王益, 康厚扬, 吴丹丹, 程怡然, 沙莉娜, 凡星, 周永红. 一种与小黑麦抗条锈病基因 YrXY 紧密连锁的分子标记及其应用. 中国, CN117265171A[P]. 2023-12-22
- Zhang H Q, Lin Y, Yang Y H, Huang G X, Wang Y, Kang H Y, Wu D D, Cheng Y R, Sha L N, Fan X, Zhou Y H. Molecular marker closely linked with Triticale stripe rust resistance gene YrXY and application of molecular marker. China, CN117265171A[P]. 2023-12-22 (in Chinese)
- [36] Lou H C, Li S J, Shi Z H, Zou Y P, Zhang Y Q, Huang X Z, Yang D D, Yang Y F, Li Z Y, Xu C. Engineering source-sink relations by prime editing confers heat-stress resilience in tomato and rice[J]. *Cell*, 2025, 188(2): 530-549. e20
- [37] 薛文侠, 刘伟, 王怡, 金玉娇, 何水华, 冯凡, 陈松, 张真雨, 刘建国. 一种快速聚合多个小麦抗病基因的方法. 中国, CN118947533A[P]. 2024-11-15
- Xue W X, Liu W, Wang Y, Jin Y J, He S H, Feng F, Chen S, Zhang Z Y, Liu J G. Method for rapidly polymerizing multiple wheat disease-resistant genes. China, CN118947533A[P]. 2024-11-15 (in Chinese)
- [38] Clarkson R L, Laskar W J, Lively K J, Marshall G C. Wheat variety 25R78. United States, US6825404B1[P]. 2004-11-30

责任编辑: 申青苗



第一作者简介: 张涵玉, 硕士研究生, 现就读于中国农业大学信息资源管理专业。在《中国发明与专利》《重庆理工大学学报(社会科学版)》等期刊和EI会议上共发表论文3篇。攻读硕士期间在第十五届全国科学计量与科教评价研讨会(2024中国科协重点学术会议)上作专题报告。



通讯作者简介: 孙会军, 农学博士, 中国农业大学图书馆副研究馆员, 美国伊利诺伊大学访问学者, 情报学硕士生导师。主要从事信息计量与科学评价、知识产权情报研究与实践研究。主持北京市财政项目、教改项目等多项; 主持教材编写1部, 参编教材及著作4部; 共发表学术论文20余篇。