

李楠. 转基因植物基因漂移及生态风险研究的文献计量学分析[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(12): 62–67.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.12.018

转基因植物基因漂移及生态风险研究的文献计量学分析

李楠

(中国农业科学院农业信息研究所, 北京 100081)

摘要:基于 Web of Science 数据库,检索了 1995—2013 年转基因植物环境生物安全领域相关文献,对发文量全球排名前 10 名的国家、研究机构、作者、载文期刊、学科以及高被引论文进行文献计量学统计分析。结果检索了全球 509 篇文献,文章的数量呈现持续且稳定增长的趋势;美国在发文量、被引频次、发文机构数量、高被引论文数量等统计指标显示,均居全球首位;中国发文数量位居全球第二,但文献的影响力较落后。文献内容分析表明,有关转基因植物生物安全研究仍然不断深入,转基因作物大规模商业化种植是其发展的推动力。中国在该领域的发文量较高,有关作物基因漂移研究仍然持续开展。

关键词:转基因植物;基因漂移;文献计量分析;Web of Science

中图分类号: Q785 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)12-0062-06

中国是人口大国,由于人口数量的不断增长,耕地面积的减少,大量农村劳动力的不断外流,以及全球气候变化等诸多因素影响,我国的粮食安全面临严峻的挑战。转基因生物技术的问世,解决了很多传统农业生产中不能解决的问题,例如,大幅度地提高了作物产量,改善作物品质,减少了农田生态系统中化肥及农药的施用,保护生物多样性等。至 2014 年,全球已经有 28 个国家种植转基因作物,转基因作物累计种植面积接近 1.81 亿 hm^2 ,较 1996 年的 170 万 hm^2 增加了 100 倍;转基因作物的种植面积持续增加^[1]。目前,中国已经有 7 种转基因植物获得了生产应用安全证书,转基因棉花种植面积占全国棉花种植总面积的 80%,给社会带来了巨大的经济效益和社会效益^[2-3],但是,随着转基因植物大面积的商业化种植,转基因植物生物安全问题也随之而来,产生的争议日益明显。

转基因生物安全不仅包括转基因生物对人类的健康以及相关食品的安全问题,还包括环境安全、社会经济和伦理问题、转基因产品的监测以及生物安全的评价体系等研究领域^[4]。转基因植物的种植对环境产生的潜在威胁主要体现在以下方面:(1)转基因向非转基因植物品种及其野生近缘种逃逸并由此产生的生态风险;(2)抗虫或抗病转基因对环境中的非靶标生物的影响;(3)转基因植物对农业生态系统中生物多样性的影响;(4)抗虫和抗病转基因植物的长期种植导致靶标生物对转基因的抗性进化;(5)转基因植物长期和大规模种植对土壤生物(包括微生物)群落的影响^[5]。在研

究上述问题时,科研人员需要查阅文献了解最新进展,然而面对海量的科研文献,如何掌握学科发展态势,如何甄选影响力较高的文献,文献计量学分析便是较为科学严谨的重要方法。文献计量学是基于文献事实,借助于文献的各种特征数量,定量测度基础科学活动、学科布局以及学科发展动态的重要方法之一^[6-8]。本研究采用文献计量学的原理和方法,分析全球转基因植物基因漂移及生态风险研究趋势、涉及的国家、机构、核心作者以及相关的学术期刊等,旨在为相关的科研工作者和决策者提供数据参考,有助于把握研究前沿和科研动向,促进该领域的研究发展。

1 数据来源与方法

利用美国汤森路透公司(Thomson Reuters)Web of ScienceTM核心合集,数据采集范围是 1995—2013 年,数据检索时间是 2014 年 9 月 20 日。采用普遍检索方式,用“transgene escape”“environmental biosafety”“gene flow”“ecological risks”作为主题词,以“OR”关系进行检索,并以“transgene * plant *”为主题词在结果中进行二次检索,获取相关文献,通过科学计量指标,对论文进行量化关系分析。核心期刊分析使用美国科学情报研究所(The Institute for Scientific Information, ISI)出版的期刊引证报告 JCR 2013 版(Journal Citation Reports),以及 Excel 软件进行相关数据分析。

2 结果与分析

2.1 表征指标的计量统计分析

2.1.1 文献产出量的整体趋势 科研文献产出量反映了科研活动在某一阶段的绝对产出量,衡量了科学研究的活跃程度,是反映科学成果的重要因素^[8]。根据检索结果,全球关于转基因植物基因漂移及生态风险研究的文献共 509 篇文章。从图 1 可以看出,该领域研究的发展趋势大体可以分为 3 个阶段:1995—1997 年间,全球范围内该研究领域的发文量

收稿日期:2015-06-29

基金项目:中国农业科学院科技创新工程(编号:CAAS-ASTIP-2015-AII-02)。

作者简介:李楠(1983—),女,河北唐山人,硕士,助理研究员,主要从事学术期刊编辑出版、文献研究。Tel:(010)82109903; E-mail:linan@caas.cn。

较少,平均每年只有 8 篇文章发表;1998—2004 年间,论文发表量处于快速上升阶段,仅 2004 年就有 37 篇文章发表;2005 年至今,该学科每年的文献产出量基本保持稳定,平均每年有 35 篇左右文献量产出;2011 年达到顶峰,年发表量达 43 篇。从全球发文量的趋势来看,该研究领域在未来几年仍然是研究热点。

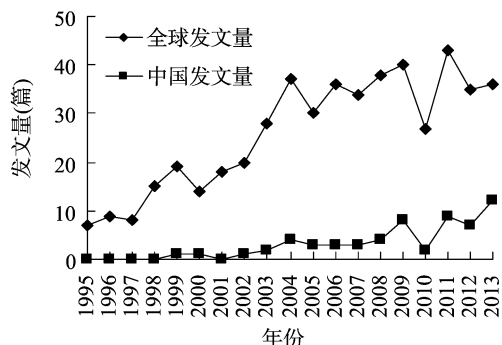


图1 转基因植物基因漂移及生态风险研究发文量统计结果(1995—2013)

相对于全球发文量的总体趋势,中国在此领域的研究趋势与国际发展趋势大致相同。1999 年前没有被 SCI 收录来自中国的相关文献,1999 年、2000 年分别有 1 篇,之后每年有相关文章发表;2003 年后,中国在该领域的文献处于快速增长期,仅 2013 年就有 12 篇文章发表,并且发展趋势较为平稳,表明转基因植物基因漂移及生态风险研究在中国也是持续的研究热点。文章发表量的趋势反映出随着转基因技术的不断发展和应用,由其带来的环境安全问题受到越来越多的关注。文献量趋势与学科发展趋势是基本一致的。

在检索范围内,相关文章最早于 1995 年出现,当年共有 7 篇文章发表,其中发表最早的是 Timmons 等发表的油菜基因漂移的论文,报道了转基因油菜花粉会受风力的影响而发生生长距离的基因漂移^[9],该论文发表于 1995 年《Euphytica》第 85 期,迄今已被引 85 次。中国首篇论文是于 1999 年中国科学院的 Wei 等发表于《Acta Botanica Sinica》,被引 6 次,该论文提到物理隔离或雄性不育品种的应用可能阻止转基因向非转基因的基因漂移^[10]。

2.1.2 文献产出国家 转基因植物环境生物安全研究涉及的国家共有 49 个,发文量排名前 10 位的国家见表 1。发文量最多的前 5 位国家包括美国、中国、法国、加拿大、英国。其中,美国的发文量 185 篇,占全球总发文量的 36%,发文数量是中国的 2.7 倍。中国的发文量位居第二,发文量为 67 篇,占国际发文总量的 13%。而文献的被引情况显示,美国文献总被引频次、篇均被引频次等指标仍位居世界第一,法国、加拿大、英国仅居其后;而中国文献的总被引频次、篇均被引频次等指标排名明显落后于法国、加拿大、英国。

2.1.3 文献产出机构 在统计范围内,发文量全球排名前 10 位的机构见表 2。这 10 个研究机构发文量共计 169 篇,占全球发文的 33%。发文量最高的机构是法国国家农业研究院(National Institute for Agronomic Research, INRA),共计 26 篇,占法国总发文量的 53%;其次是美国的田纳西大学、中国的复旦大学、美国俄亥俄州立大学、加拿大农业与食品部,这 4 所机构发文量相近,平均发文在 20 篇左右。在统计的前 10

表 1 转基因植物基因漂移及生态风险研究发文量前 10 位国家

排名	国家	发文量 (篇)	占全部文 献的比例 (%)	总被 引数 (次)	篇均 被引数 (次)	被引超过 50 次的 篇数(篇)	被引超过 30 次的 篇数(篇)
1	美国	185	36	5 306	29	34	57
2	中国	67	13	629	9	2	6
3	法国	49	9	870	18	4	13
4	加拿大	41	8	852	21	3	12
5	英国	35	6	695	20	6	10
6	德国	31	6	442	14	2	4
7	日本	27	5	263	10	0	2
8	荷兰	20	3	404	20	1	3
9	西班牙	19	3	359	19	2	4
10	瑞士	18	3	266	15	1	2

位机构中,中国科学院的发文量机构排名第 10,发文量共 11 篇。

被引频次分析结果显示,累积被引频次最高的机构是美国俄亥俄州立大学,达到 754 次,篇均被引频次为 38,美国的俄勒冈州立大学的篇均被引频次 39,表明这 2 所机构所发文献的学术质量高,影响力大。排名前 10 名的机构中有 5 个是来自美国,5 个机构累计发文 80 篇,发文量占美国总发文量的 43%,占全球发文量的 15%,彰显出美国超强的科研实力。同时,美国涉及的研究机构较多,反映了针对该领域的研究在美国开展得比较广泛。发文量全球排名前 10 位的机构中,来自中国的机构有 2 所,分别为复旦大学和中国科学院,复旦大学发文量排名第 3,总被引排名第 8,篇均被引排名第 9;中国科学院发文量排名第 10,总被引数及篇均总被引数排名第 10,表明转基因植物环境生物安全研究在中国的研究水平与国际先进水平还有一段距离,核心力量主要集中在复旦大学和中国科学院,这 2 所机构的整体科研实力体现了中国在该领域的最高水平;但是该结果并未充分体现中国国内在该领域内的普遍水平,因为大部分中文文献未被 SCI 收录,因此相应的数据未在统计范围内。

表 2 转基因植物基因漂移及生态风险研究发文前 10 位机构

排名	研究机构	机构 国别	发文 量 (篇)	占全部 文献的 比例(%)	总被 引数 (次)	篇均被 引数 (次)
1	法国国家农业研究院	法国	26	5.1	446	17
2	田纳西大学	美国	22	4.3	384	17
3	复旦大学	中国	21	4.1	305	15
4	俄亥俄州立大学	美国	20	3.9	754	38
5	加拿大农业与食品部	加拿大	18	3.5	568	32
6	俄勒冈州立大学	美国	14	2.7	544	39
7	美国农业部	美国	13	2.5	309	24
8	魏茨曼科学研究所	以色列	12	2.4	207	17
9	加州大学河滨分校	美国	12	2.4	483	40
10	中国科学院	中国	11	2.2	41	4

2.1.4 核心作者 统计范围内发文量最多的前 10 位作者见表 3。这 10 位作者累计发文量达 111 篇,占有作者发文总量的 21%。其中,来自美国田纳西大学的作者 Stewart 发文量 30 篇,发文量排名第 1,来自中国复旦大学的 Lu BR(卢宝荣)发文总量为 20 篇,排名第 2,明显高于其他作者发文量。

统计这些作者发表文章的总被引情况,文章被引频次排

名前三甲的分别是来自美国俄亥俄州立大学的 Snow,美国田纳西大学的 Stewart,加拿大农业与食品部的 Warwick;美国作者的文章总被引数较其他国家的作者也占有绝对的优势。中国作者发文量高,但整体情况是总被引数排名较落后,复旦大学的卢宝荣相对于其他中国作者被引数较高。

此外还统计了 H 指数。H 指数表示至多有 H 篇论文,被引了至少 H 次,H 指数越高,表明论文的影响力越大。从表 3 可以看出,H 指数最大的 4 位作者分别是 Stewart、Snow、Warwick、Lu B R,与发文数量排名基本一致,表明发文质量高的作者与发文数量大的作者是基本一致的,表明统计的有效性。

根据普赖斯定律^[11],发文数 4 篇以上的作者为核心作者,即高产活跃作者。统计本研究的核心作者数为 54,其中

美国作者 20 名,中国作者 16 名;核心作者发表的文章数共计 363 篇,占论文总数的 71%,达到了普赖斯的推论——核心作者的论文数应占总论文数的 50%;高产活跃作者的学术影响力比较大。依据文献发表量列举了排名前 30 的核心作者(表 3),可以发现其中有 7 位核心作者来自复旦大学卢宝荣团队,但每位作者的累积总被引数较国际高影响力的学术论文还有一定的差距。在发文量排名前 30 位的核心作者中,加拿大科研人员发表文献总数较美国和中国明显少,但文章的总被引数高,表明该国文章的学术质量高。丹麦科学家 Jorgensen 也是高影响力作者,从发表文献的合作机构来看,该作者与该领域内国际知名科学家,如 Stewart 等有较多合作。

表 3 转基因植物基因漂移及生态风险文献发文量排名前 30 名的核心作者

排名	作者	国籍	机构	发文量 (篇)	累积总被引数 (次)	篇均被引数 (次)	H 指数
1	Stewart C N	美国	田纳西大学	30	697	23	13
2	Lu B R	中国	复旦大学	20	299	15	9
3	Snow A A	美国	俄亥俄州立大学	16	724	45	12
4	Warwick S I	加拿大	加拿大农业与食品部	13	490	38	10
5	Ellstrand N C	美国	加州大学河滨分校	12	449	37	7
6	Jorgensen R B	丹麦	丹麦科技大学	11	356	32	8
7	Gressel J	以色列	魏茨曼科学研究所	11	200	18	7
8	Darmency H	法国	法国国家农业研究院	11	108	10	6
9	Wang F	中国	复旦大学	9	100	11	6
10	Wei W	中国	中国科学院	8	35	4	4
11	Al - Ahmad H	以色列	魏茨曼科学研究所	8	144	18	7
12	Rong J	中国	复旦大学	8	91	11	5
13	Song Z P	中国	复旦大学	8	190	23	5
14	Strauss S H	美国	俄勒冈州立大学	8	168	21	6
15	Moon H S	美国	田纳西大学	7	112	16	6
16	Xia H	中国	复旦大学	7	111	15	6
17	Brunner A M	美国	俄勒冈州立大学	6	154	25	2
18	Halfhill M D	美国	北卡罗莱纳大学	6	194	32	6
19	Lee E H	美国	阿肯色大学		117	19	5
20	Ma K P	中国	中国科学院	6	31	5	4
21	Su J	中国	复旦大学	6	66	11	4
22	Watrud L S	美国	美国国家环境保护局	6	117	19	5
23	Yang X	中国	复旦大学	6	56	9	5
24	Beckie H J	加拿大	加拿大农业与食品部	5	282	56	4
25	Chevre A M	法国	法国国家农业研究院	5	92	18	3
26	Difazio S P	美国	俄勒冈州立大学	5	98	19	3
27	Jia S R	中国	中国农业科学院	8	25	5	3
28	Lecomte J	法国	巴黎第十一大学	5	53	10	3
29	Legere A	加拿大	加拿大农业与食品部	5	270	54	4
30	Londo J P	美国	美国农业部	5	30	6	3

2.1.5 载文期刊 本研究所筛选出的 509 篇文献的类型主要有研究论文、综述、会议论文、编者按等,主要为学术期刊。发文较多的 10 种期刊见表 4。这 10 种期刊累计载文量为 143 篇,占国际总发文量的 28%;10 种期刊平均影响因子为 4.345。载文量最多的期刊是《Theoretical and Applied Genetics》,影响因子 3.759,累计的总被引数及篇均被引数都显著高于其他期刊,表明其发表的文章学术影响力较高,但该刊的影响因子却低于平均值,表明不能以期刊影响因子高低来评价文章的学术价值。

2.1.6 涉及的主要学科领域 对转基因植物环境安全研究涉及的学科分布情况分析,结果见表 5。该领域所涉及 33 个研究方向,学科范围广泛,其中植物科学、农学、环境科学、生物技术、应用微生物学这几个学科的发文量大,来自植物科学的文献占总文献量的 50% 以上,该结果与文献所涉及的期刊学科范围基本一致。

2.2 文献内容分析

2.2.1 国际高被引文献内容分析 高被引论文一般学术质量高、影响力大,通常能反映出研究领域的经典理论或是重要

表 4 转基因植物基因漂移及生态风险文献发文量前 10 位期刊

排名	期刊	出版国	涉及学科	发文数量 (篇)	影响 因子	累积被引频次 (次)	篇均被引数 (次)
1	Theoretical and Applied Genetics	德国	植物科学	23	3.759	918	39.9
2	Plant Cell Reports	德国	植物科学	22	2.833	399	18.1
3	Molecular Ecology	英格兰	生物化学与分子生物学	21	6.543	773	36.8
4	Transgenic Research	荷兰	生物化学研究方法;分子生物学	12	2.298	291	24.3
5	New Phytologist	英格兰	植物科学	12	7.371	260	21.6
6	Plos One	美国	多学科	11	4.015	40	3.6
7	Molecular Breeding	荷兰	农学、植物科学	11	2.588	288	26.1
8	Journal of Applied Ecology	英格兰	生态学	11	5.864	219	19.9
9	Plant Science	爱尔兰	生物化学与分子生物学、植物科学	10	3.785	151	15.1
10	Plant Biotechnology Journal	英格兰	生物化学、应用微生物;植物科学	10	5.913	209	20.9

表 5 转基因植物基因漂移及生态风险文献
发文量前 10 位的研究领域

学科	文章数(篇)	比例(%)
植物科学	236	46.365
农业科学	136	26.719
环境科学	95	18.664
生物技术与应用微生物	84	16.503
生物化学与分子生物学	77	15.128
遗传学	62	12.181
环境生物学	45	8.841
科学技术领域其他学科	24	4.715
生命科学与生物医学	16	3.143
昆虫学	13	2.554

的研究成果,在一定程度上能体现学科热点。总被引频次排名前 10 位的文献见表 6。这些文献的总被引数均超过 100 次,所承载的研究成果代表了本领域有影响力、有开拓性的研究成果,对后来研究者有较好的引导性和参考性。

统计本研究 10 篇高被引论文,其中有 8 篇来自美国作者,另外 2 篇分别来自新西兰和加拿大的作者,表明美国在该项研究中处于绝对的国际领先地位。这 10 篇文献包括综述文章 5 篇,研究报告 5 篇。从发表时间看,7 篇文章发表于 1998—2004 年,2003 年文章数居多,3 篇发表于 2006 年,而 1998—2006 年这一时期正是该领域研究处于快速发展的早

期阶段。这 10 篇文献的第 1 作者 Ellstrand N C、Snow A A、Warwick S I、Stewart C N 在发文量、总被引频次、篇均被引频次的统计结果中均位居前列,因此,这几位科学家既是论文高产作者,也是论文高影响力作者,在该研究领域是代表性科学家,其科研成果应该受到重点关注。

被引频次最高的 2 篇文献均是美国科学家 Daniell H 的文章,2 篇文章先后发表在同一期刊《Nature Biotechnology》,该刊的影响因子高达 35.620。第 1 篇是发表于 1998 年的研究论文,也是这 10 篇高被引文章中发表最早的 1 篇,至今被引 233 次;该研究把外源抗草甘膦基因通过基因工程技术整合到烟草的叶绿体,从而使转基因植物对除草剂具有显著抗性^[12]。区别于其他抗除草剂转基因作物研究,该研究是把抗除草剂基因转移到叶绿体中而非核基因组转化,可避免花粉传播产生的基因漂移,从而引发环境安全问题。Daniell H 另外 1 篇高被引文献是发表于 2002 年的综述性文章^[13],至今被引 248 次。文章提出随着转基因作物环境安全问题越来越受到关注,需要探索和应用各种基因限控措施降低基因漂移产生的生态风险,这些限控措施主要包括母性遗传、细胞质雄性不育、孤雌生殖、闭花受粉、配子不亲和性、外源基因去除技术等,作者提出还没有一种通用的方法适用于所有的转基因环境安全控制,在未来转基因植物的种植中必须是多种方式相结合,即要有针对性地解决转基因植物带来的潜在环境问题。

表 6 转基因植物基因漂移及生态风险文献高被引论文前 10 位作者

第 1 作者	被引次数 (次)	年均被引数 (次)	文章 类型	期刊影响因子	来源期刊	出版 年份	参考 文献
Daniell H(美国)	233	13.71	论文	35.620	Nature Biotechnology	1998	[12]
Daniell H(美国)	248	19.08	综述	35.620	Nature Biotechnology	2002	[13]
Ellstrand N C(美国)	131	10.92	综述	7.960	Philosophical Transactions of the Royal Society B - Biological Sciences	2003	[14]
Conner A J(新西兰)	226	18.83	综述	7.535	Plant Journal	2003	[15]
Andow D A(美国)	125	13.89	综述	17.794	Ecology Letters	2006	[16]
Snow A A(美国)	145	12.08	论文	5.150	Ecological Applications	2003	[17]
Cerdeira A L(美国)	137	15.22	综述	2.694	Journal of Environmental Quality	2006	[18]
Warwick S I(加拿大)	117	9.75	论文	3.759	Theoretical and Applied Genetics	2003	[19]
Ellstrand N C(美国)	114	8.14	论文	7.908	Plant Physiology	2006	[20]
Andow D A(美国)	108	9.82	论文	6.727	Bioscience	2004	[21]

被引频次排名于 Daniell H 之后,发表时间于 2003 年的

文献美国科学家 Ellstrand 在综述中提出基因漂移发生的概率

是很大的,并且会远距离发生,这与传统观认为基因漂移罕见且无较大意义不同,同时还论述了基因漂移的特点以及可能产生的影响^[14]。同年,新西兰科学家 Conner 也提出了转基因作物可能产生生态风险是高度跨学科、且复杂,关键问题是选择一个合适的参考。在许多情况下,假定的转基因作物的影响与传统育种方式产生新变种的影响类似^[15]。在随后 2006 年,来自明尼苏达大学的 Andow D A 在其综述中提出,在 20 世纪 80 年代末,大多数科学家认为转基因植物存在风险,并且风险评价需要建立在个案的基础上,需要考虑转基因本身及其受体等因素,但是从 20 世纪 90 年代开始,转基因作物的环境风险评价研究更加倾向于非靶标作物、生物多样性、基因流、抗性进化等问题^[16]。同时基因流的发生被认为是高频率的,一系列管理措施被研发用以降低基因流的发生概率。随着生物转基因作物的研究不断深入,未来转基因作物风险评价将面临着巨大的挑战。最终作者提出,当前科学理解影响环境风险的因素显得十分有限,需要环境科学家们参与环境风险评价的研究中来。

综合这些高被引文章,在大多数文章中均提到了转基因植物可能对自然生态环境和野生型作物等带来风险,随着科学研究的深入与拓展,科学家对此问题的认知也是有所改变。这些经典文章对于该领域的深入研究奠定了基础。

2.2.2 来自中国的文献内容分析 本研究中,来自中国科学家的高被引论文最前排名第 30,是来自复旦大学的卢宝荣团队,题目“Gene flow from cultivated rice to the wild species *Oryza rufipogon* under experimental field conditions”,2003 年发表于《New Phytologist》,迄今总被引频次 7^[22]。结合以上分析结果,中国在该项研究中发文量以及总被引数最高的集中在复旦大学的卢宝荣团队,他们在该项研究发文量在全球作者排名居第 2 位,学术影响力在国内处于领军水平,因此,其研究成果特别是针对中国的科研人员具有较高的参考价值。卢宝荣教授曾提出由花粉介导的外源基因向野生种及杂草逃逸的频率非常低,如果采取一定的措施,如水稻空间隔离 5 m 左右,就可以降低转基因漂移的频率^[2,23];针对转基因植物对农业生态系统以生物多样性的影响,提出如果转基因作物与非转基因作物对照无显著差异,就可以认为转基因作物是安全的^[16,24]。

基于 SCI 收录的来自中国的最新文献,可了解中国在该领域的最新研究进展,内容主要包括在田间试验对于基因漂移进行有效地控制,以及应用生物学手段在分子层面有效降低基因漂移对环境造成的不良影响。例如,南京信息工程大学胡凝等以高斯烟羽扩散模型(Gaussian plume diffusion model)为基础,以气象数据为输入值,建立了适用于我国东北春玉米区的基因漂移模型,可以准确计算该地区的最大基因漂移阈值距离,该项研究发表在 2014 年的《Transgenic Research》^[25]。中国农业科学院植物保护所彭德良研究团队在 2014 年 Acta Physiologiae Plantarum 发表的文章中报道了抗草甘膦大豆基因漂移的模式特征,在种植转基因大豆时,必须与野生型大豆在种植空间和时间上有严格的间隔;并且在花期应有效控制昆虫传粉,因为异花传粉频率与花期及传粉昆虫有显著相关性^[26]。中国农业科学院生物技术研究所贾士荣和裴新梧研究团队,对我国水稻基因漂移及风险控制策略进

行了历时 13 年的系统研究,阐明了水稻基因漂移的基本规律,揭示了影响水稻基因漂移的生物学和气象学主控因子,建立了以气象资料为参数的水稻基因漂移普适模型,计算和预测了我国南方稻区 993 个水稻种植县的最大基因漂移阈值距离,研究结果将为转基因水稻的商业化种植提供重要参考;该论文发表在 2014 年《Plant Biotechnol J》^[27]。鉴于以上的研究成果,对于不同作者田间试验,控制基因漂移将具有较好的参考价值。由于作物品种、地区、气候条件的限制,研究结果也有较大的差异性,各种试验模型也为未来深入研究提供思路。对于生物技术手段,研究者也认为每一种方法都可能有一定的适用范围,各种方法可以相互补充,随着越来越多方法的成功,将有可能从根本上控制基因漂移^[28]。

3 讨论

Web of Science 数据库收录了全球近 12 000 余种高影响力的学术期刊,是获取全球学术信息重要的数据库。该数据库具有很强的统计与分析功能,能够协助科研人员分析研究领域的发展态势,及时跟踪国际最新发展动向。但是,被该数据库收录的期刊以英文为主,无法检索非英文文献,还不能反映出国内研究的普遍水平,因此,后续可以结合国内主要数据库,例如 CNKI 等进行中文文献的统计分析,可以更加全面具体地了解中国普遍研究现状。

从统计数据来看,转基因植物生物安全研究仍然处于发展阶段^[29-30],在未来一段时间内仍然是国际研究热点,主要原因是转基因植物的研究以及大规模商业化种植是生物安全研究的推动力;另外,转基因植物的生物安全研究需要对转基因植物的种植产生的效应进行长期观察和记录,通过科学方法进行论证和评价才能不断总结经验,为转基因风险评估作出合理的预警,及时提出相应的对策是一个长效过程。通过分析国际核心作者近几年的文献内容不难发现,基因漂移/基因渗入研究依旧是转基因植物环境安全领域的热点。例如,2013 年,Ellstrand 等领衔撰写的年度综述,在该综述中指出等位基因渗入将会进行深入研究,更多的新技术与方法将推动该领域的进一步发展,因为作物等位基因渗入在转基因风险评估和网状进化研究中具有重要作用^[31]。2013 年, Lu 在综述中继续强调了这一重点,转基因作物等位基因发生的渗入将会对作物野生型保持其物种多样性产生影响^[32]。2014 年, Ellstrand 发表综述再次强调了更多的植物学家也越来越认识到基因漂移在植物进化研究中的重要作用,并且更新的大规模测序技术能够更好地辅助科学家们进行更深入地研究^[33]。

从期刊的统计结果来看,高影响力的学术论文主要集中在英美国家出版的期刊,由中国科研机构主办出版的有影响力的期刊较少。主要原因是国内学术期刊办刊分散,欠缺专业出版集团的整合推广,整体水平不高,在国内科研评价体制的影响下,大部分创新性强、试验设计完整高质量的学术论文争先在国内外高影响力的主流学术期刊上发表;导致了大多数国内主办的期刊(包括中文和英文期刊)优质稿源不足,国际影响力较小。学术期刊作为研究成果重要传播平台,在一定程度上体现了当今科学研究的发展现状,但是国内期刊发展水平与科学研究水平相比滞后较多,在本研究结果中亦验证

了这一结论。

参考文献:

- [1] James C. Global status of commercialized biotech/GM crops:2013 [J]. China Biotechnology, 2014, 34(1): 1-8.
- [2] 康乐, 陈明. 我国转基因作物安全管理体系介绍、发展建议及生物技术舆论导向[J]. 植物生理学报, 2013, 49(7): 637-644.
- [3] 刘清松, 李云河, 陈秀萍, 等. 转基因抗虫植物-植食性昆虫-天敌间化学通讯的研究进展[J]. 应用生态学报, 2014, 25(8): 2431-2439.
- [4] 崔荣荣. 抗草铵膦转基因水稻杂草化以及向杂草稻基因漂移的潜在风险评估[D]. 南京: 南京农业大学, 2012.
- [5] 卢宝荣, 夏辉. 转基因植物的环境生物安全: 转基因逃逸及其潜在生态风险的研究和评价[J]. 生命科学, 2011, 23(2): 186-194.
- [6] 毛萍, 黄东晓, 王芋华, 等. 基于 Web of Science 的浮萍研究态势分析[J]. 中国农业科技导报, 2014, 16(3): 177-184.
- [7] 赵庆龄, 路文如. 中美土壤重金属污染超富集植物文献计量分析——以印度芥菜为例[J]. 中国农学通报, 2011, 27(4): 370-375.
- [8] 张娟, 王宁, 张以民, 等. 基于 Web of Science 的国际柑橘黄龙病文献计量分析[J]. 果树学报, 2014, 31(6): 1139-1146.
- [9] Timmons A M, Obrien B T, Charters Y M, et al. Assessing the risks of wind pollination from fields of genetically - modified *Brassica napus* ssp. *oleifera* [J]. Euphytica, 1995, 85: 417-423.
- [10] Wei W, Qian Y Q, Ma K P. Gene flow between transgenic crops and their wild related species [J]. Acta Botanica Sinica, 1999, 41(4): 343-348.
- [11] 刘婧. 文献作者分布规律研究——对近十五年来国内洛特卡定律、普赖斯定律研究成果综述[J]. 情报科学, 2004, 22(1): 123-128.
- [12] Daniell H, Datta R, Varma S, et al. Containment of herbicide resistance through genetic engineering of the chloroplast genome [J]. Nature Biotechnology, 1998, 16(4): 345-348.
- [13] Daniell H. Molecular strategies for gene containment in transgenic crops [J]. Nature Biotechnology, 2002, 20(6): 581-586.
- [14] Ellstrand N C. Current knowledge of gene flow in plants: implications for transgene flow [J]. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 2003, 358(1434): 1163-1170.
- [15] Conner A J, Glare T R, Nap J P. The release of genetically modified crops into the environment. Part II. Overview of ecological risk assessment [J]. Plant Journal, 2003, 33(1): 19-46.
- [16] Andow D A, Zwahlen C. Assessing environmental risks of transgenic plants [J]. Ecology Letters, 2006, 9(2): 196-214.
- [17] Snow A A, Pilson D, Rieseberg L H, et al. A Bt transgene reduces herbivory and enhances fecundity in wild sunflowers [J]. Ecological Applications, 2003, 13(2): 279-286.
- [18] Cerdeira A L, Duke S O. The current status and environmental impacts of glyphosate - resistant crops: a review [J]. Journal of Environmental Quality, 2006, 35(5): 1633-1658.
- [19] Warwick S I, Simard M J, Légère A, et al. Hybridization between transgenic *Brassica napus* L. and its wild relatives: *Brassica rapa* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Sinapis arvensis* L., and *Erucastrum gallicum* (Willd.) O. E. Schulz [J]. Theoretical and Applied Genetics, 2003, 107(3): 528-539.
- [20] Ellstrand N C. When transgenes wander, should we worry? [J]. Plant Physiology, 2001, 125(4): 1543-1545.
- [21] Andow D A, Hilbeck A. Science - based risk assessment for nontarget effects of transgenic crops [J]. Bioscience, 2004, 54(7): 637-649.
- [22] Song Z P, Lu B R, Zhu Y G, et al. Gene flow from cultivated rice to the wild species *Oryza rufipogon* under experimental field conditions [J]. New Phytologist, 2003, 157(3): 657-665.
- [23] 卢宝荣, 傅强, 沈志成. 我国转基因水稻商品化应用的潜在环境生物安全问题 [J]. 生物多样性, 2008, 16(5): 426-436.
- [24] 卢宝荣. 我国转基因水稻的环境生物安全评价及其关键问题分析 [J]. 农业生物技术学报, 2008, 16(4): 547-554.
- [25] Hu N, Hu J C, Jiang X D, et al. Establishment and optimization of a regionally applicable maize gene - flow model [J]. Transgenic Research, 2014, 23(5): 795-807.
- [26] Huang W K, Peng H, Wang G F, et al. Assessment of gene flow from glyphosate - resistant transgenic soybean to conventional soybean in China [J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2014, 36(7): 1637-1647.
- [27] Jia S R, Yuan Q H, Pei X W, et al. Rice transgene flow: its patterns, model and risk management [J]. Plant Biotechnology Journal, 2014, 12(9): 1259-1270.
- [28] 贾士荣, 袁潜华, 王丰, 等. 转基因水稻基因飘流研究十年回顾 [J]. 中国农业科学, 2014, 47(1): 1-10.
- [29] 周雪, 王冀宁. 转基因食品安全监管的演化博弈分析 [J]. 江苏农业科学, 2014, 42(10): 463-466.
- [30] 王宇, 沈文星. 国内外转基因作物发展状况比较分析 [J]. 江苏农业科学, 2014, 42(6): 6-9.
- [31] Ellstrand N C, Meirmans P, Rong J. Introgression of crop alleles into wild or weedy populations [J]. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics, 2013, 44: 325-345.
- [32] Lu B R. Introgression of transgenic crop alleles: Its evolutionary impacts on conserving genetic diversity of crop wild relatives [J]. Journal of Systematics and Evolution, 2013, 51(3): 245-262.
- [33] Ellstrand N C. Is gene flow the most important evolutionary force in plants? [J]. American Journal of Botany, 2014, 101(5): 737-753.