

# 服务类动物遗传育种国际态势分析

(彭皓 中国科学院国家科学图书馆)

服务类动物指能够为人类工作、生活提供各种服务的动物，主要分为工作类动物、伴侣动物、观赏性动物三大类。本报告分析中所列举的服务类动物主要有军犬、警犬、导盲犬、军马、军鸽、海豚等工作类动物；宠物犬、猫等伴侣动物；鹤、朱鹮等观赏鸟类；麋鹿、大熊猫、虎等观赏哺乳类动物以及金鱼、锦鲤、大鲵、水晶虾、海马、海龟等水生观赏动物 5 大类，同时本报告中将遗传育种技术归结为组学技术、遗传操作技术、选育技术、繁育技术和传统技术等五大类。

本报告所采用的数据来源为汤森路透公司的科学引文索引数据库 (Science Citation Index) 和世界专利索引数据库 (Derwent Innovation Index)。

## 一、服务类动物遗传育种基础研究分析

为检索出与“服务类动物遗传育种”相关的研究与综述论文，根据用户提供的检索词，构建检索策略，在 SCI 数据库中，共检索到 14,984 篇论文 (检索时间 2014 年 8 月)。其中，期刊论文 (Article) 14,495 篇、综述性论文 (Review) 489 篇。对检索出的数据采用美国汤森路通公司文献分析工具 Thomson data analyzer (简称 TDA) 和 Excel 进行分析。

**(一) 通过论文数量时间趋势分析，服务类动物遗传育种研究历史悠久，近 20 年呈现快速发展态势。**

全球关于服务类动物的遗传育种研究历史悠久，但是研究发展比较缓慢。自 1967 年期年发文量在 10 篇以上，进入上世纪 90 年代服务类动物的遗传育种研究有所突破，国内外有关该领域的研究论文，每年的发文量以 7% 左右的增长率增长。特别是近五年，国际上关于服务类动物遗传育种的研究已具备一定规模且发展迅速，该领域的年均发文量达到 1000 篇左右。

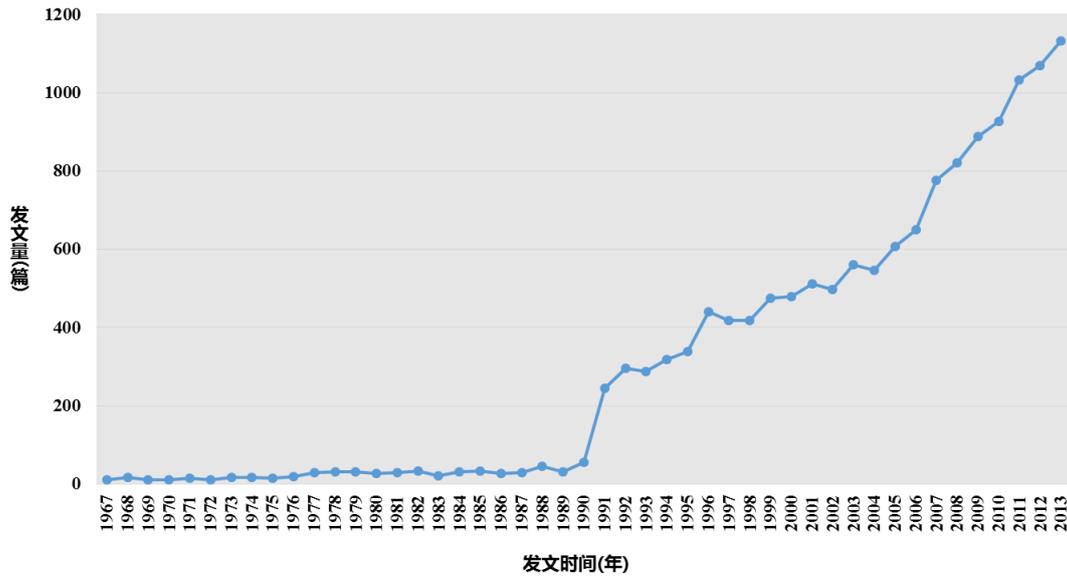


图1 服务类动物遗传育种 SCI 论文年代分布

(二) 通过研究力量国家(地区)分布分析, 服务类动物的遗传育种基础研究国家分布广泛, 其中美国基础研究实力最强, 中国排在第十位。

全球共有超过 140 个国家开展了关于服务类动物的遗传育种研究, 其前二十位的国家见下图(图 2), 其中美国在该领域研究优势明显, 发文量达到 4,954 篇。第二梯队的英国和德国在该领域的发文量均在 1,000 篇以上。发文量前十位的国家分别是美国、英国、德国、日本、巴西、法国、意大利、澳大利亚、加拿大和中国, 上述十个国家在服务类动物遗传育种主题中的发文量占总量的 75% 以上。其中美国在该主题的研究中占有绝对优势, 其发文量占全部论文的 33.06%; 中国在该领域的发文量排名第十位, 发文量占总量的 3.4%, 处于研究的起步阶段。从研究区域上看, 全球有关服务类动物遗传育种的研究主要在欧美国家展开, 欧洲在该研究领域有一定优势, 排名进入前二十位的欧洲国家有英国、德国、法国、意大利、波兰、瑞士、西班牙、瑞典、荷兰、比利时、土耳其和奥地利, 占发文量的 35.56%; 北美地区次之, 美国和加拿大的发文量占比 31.37%; 亚洲国家主要有日本、中国、韩国和印度 4 个国家, 占发文量的 10.48%。其他地区, 如大洋洲的澳大利亚, 南美洲的巴西也开展了服务类动物遗传育种的相关研究。

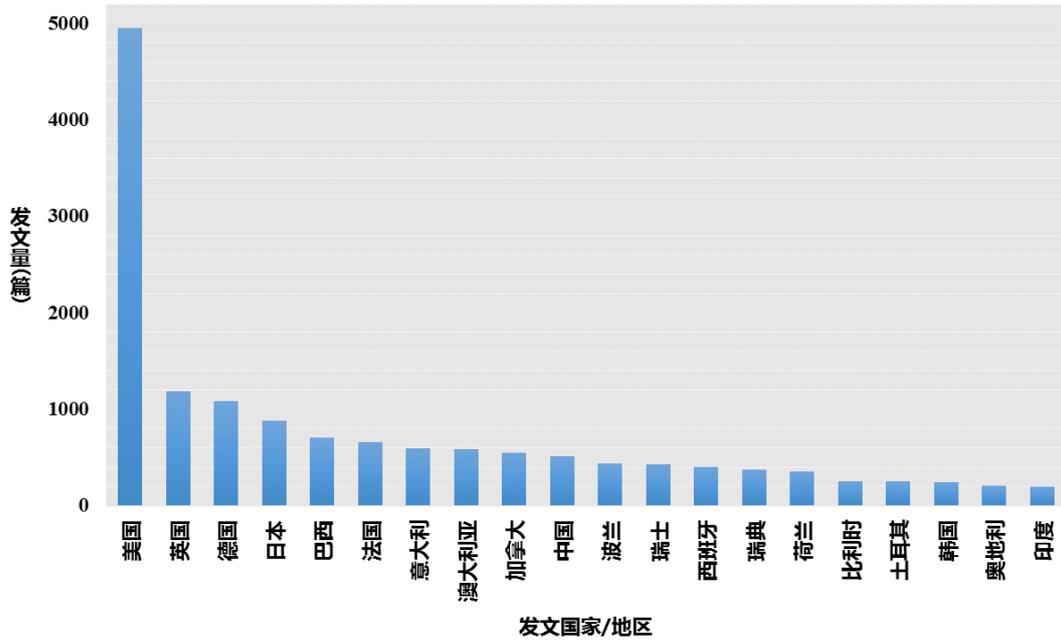


图2 服务类动物遗传育种 SCI 论文国家(地区)分布

(三) 通过不同物种研究比较, 伴侣类动物的遗传育种研究的发文量一直处于领先, 并且优势明显; 美国在各类动物的研究中的发文量始终保持领先, 中国在观赏鸟类、观赏哺乳类动物的遗传育种研究方面有所突破, 走在世界前列。

分析各类服务动物在 1984-2013 年间在遗传育种研究方面的发文变化发现(图3), 从 1984 年至今, 伴侣类动物的遗传育种研究的发文量一直处于领先, 并且优势明显; 其次是工作类动物; 观赏类动物的遗传育种研究在国内外开展范围相对较小, 研究关注度较弱。

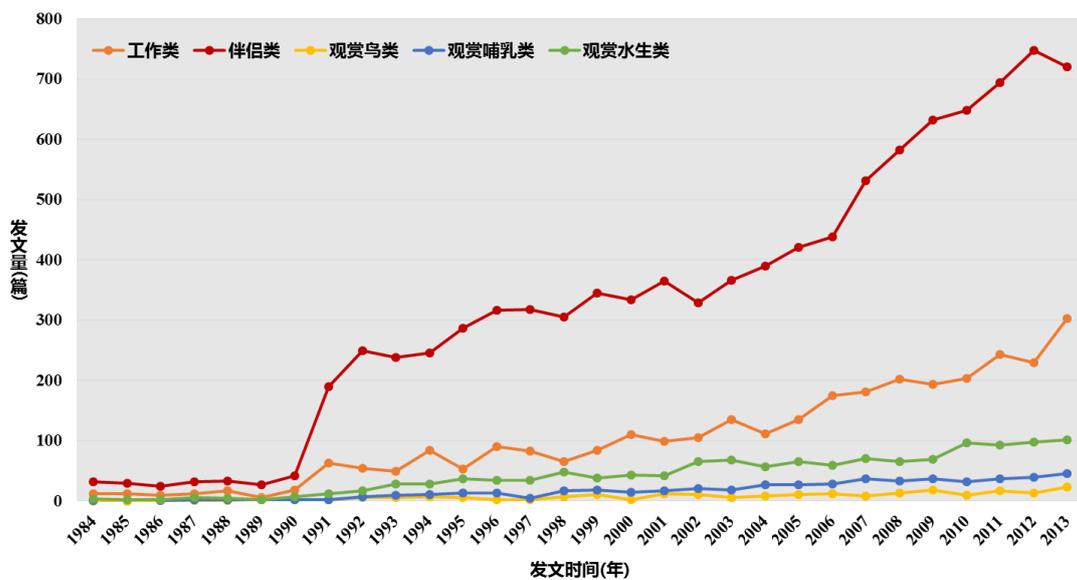


图3 各类服务类动物遗传育种 SCI 论文年代分布 (1984-2013 年)

具体分析每一类服务动物的研究发文情况，主要有以下特点：

- 美国在各类动物的研究中的发文量始终保持领先，在不同种类的动物研究领域，各国的研究侧重不尽相同。
- 工作类动物主要为军犬、警犬、军马、军鸽和海豚。其中，军警犬为主要动物类型。作为优良犬种的发源地，欧洲的国家在该研究领域研究实力突出，除排名第一的美国外，德国、英国、波兰和意大利对军警犬等工作类动物的遗传育种研究发文量均排在世界前列。
- 狗和猫作为人类的陪护动物，历史悠久。在发达国家中，已经形成了对狗、猫的繁育饲养及其训练、用品用具、医疗、贸易等一系列的产业链。在伴侣类动物遗传育种研究领域：美国排名第一，英国、德国、日本和巴西分列第二至五位。其中起步较晚的巴西，在近十五年间保持持续的增长。
- 鹤与朱鹮属较知名的观赏鸟类动物，日本和中国在该领域保持较高的关注度，发文量分列第二和第三位，其中，日本在该领域的研究集中在上世纪九十年末至本世纪初的 10 年，中国从 2000 年开始观赏鸟类遗传育种研究，并保持较高增长速度。
- 观赏哺乳类动物包括麋鹿、大熊猫、虎等珍稀保护动物。因为麋鹿和大熊猫为中国独有品种，故中国在该领域的研究排名仅次于美国，排名第二；另外，印度、泰国对虎种群的繁育研究较多排名第四和第五位。
- 对金鱼、锦鲤、大鲵、水晶虾、海马、海龟等水生观赏动物的遗传育种研究主要集中在美国、日本、加拿大和澳大利亚海域辽阔的国家，美国在该领域的研究近五年呈现快速增长的趋势；大鲵属中国特有物种，针对该物种的研究中国建有专门的研究机构，自 2000 年起，中国在水生观赏动物的遗传育种研究方面的发文量保持稳步增长。

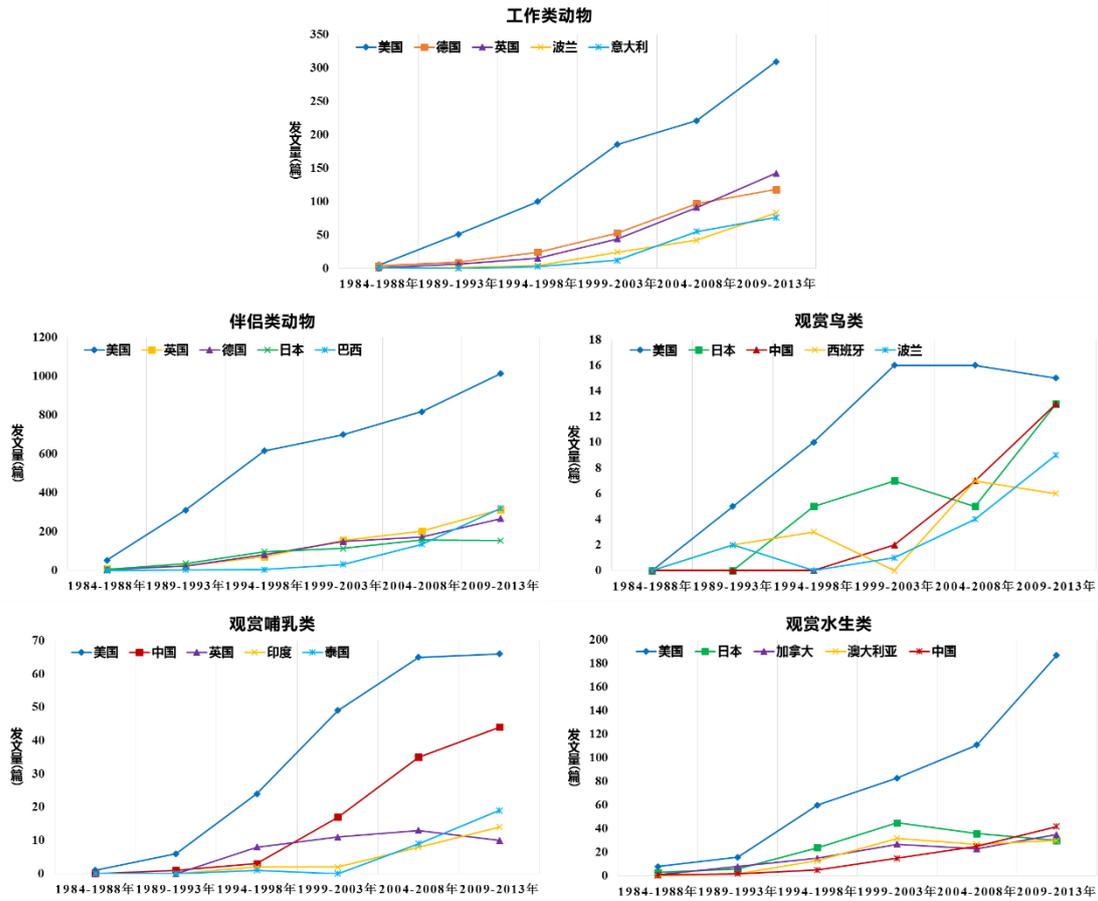


图 4 各类服务类动物遗传育种 SCI 论文前 5 位国家发文趋势（1984-2013 年）

（四）服务类动物遗传育种主要研究机构分布在欧美国家，其中美国在该领域研究优势明显，加州大学戴维斯分校、康奈尔大学、悉尼大学、德克萨斯农工大学和宾夕法尼亚大学成为该领域基础研究重要力量。

全球发表的关于服务类动物遗传育种的研究论文涉及的机构中前二十位机构见下表(表 1)，其中前二十位机构中美国有 11 家，瑞士有 2 家， 1 家机构的国家有澳大利亚、荷兰、瑞典、日本、巴西、德国和英国。发文量排名前十位的机构依次是美国加州大学戴维斯分校 (UNIV CALIF DAVIS)、美国康奈尔大学(CORNELL UNIV)、澳大利亚悉尼大学(Univ Sydney)、美国德克萨斯农工大学(TEXAS A&M UNIV)、美国宾夕法尼亚大学(UNIV PENN)、美国北卡罗莱纳州立大学(N Carolina State Univ)、荷兰乌特勒支大学(Univ Utrecht)、瑞典农业科技大学(Swedish Univ Agr Sci)、美国科罗拉多州立大学(COLORADO STATE UNIV)及瑞士苏黎世大学(UNIV ZURICH)。其中，排名前六位的加州大学戴维斯分校、康奈尔大学、悉尼大学、德克萨斯农工大学、宾夕法尼亚大学和北卡罗莱纳州立大学的发文量均在 200 篇以上，分别是 435 篇、266 篇、209 篇、208 篇、207 篇和 201 篇。美国的研究机构在全球开展服务类动

物遗传育种的研究中实力较突出，而中国在该领域尚处在起步阶段，各机构研究实力不强。

表 1 服务类动物遗传育种 SCI 论文研究机构分布情况

排序	作者机构	论文量/篇	国家(地区)
1	UNIV CALIF DAVIS 加州大学戴维斯分校	435	美国
2	CORNELL UNIV 康奈尔大学	266	美国
3	Univ Sydney 悉尼大学	209	澳大利亚
4	TEXAS A&M UNIV 德克萨斯农工大学	208	美国
5	UNIV PENN 宾夕法尼亚大学	207	美国
6	N Carolina State Univ 北卡罗莱纳州立大学	201	美国
7	Univ Utrecht 乌特勒支大学	199	荷兰
8	Swedish Univ Agr Sci 瑞典农业科技大学	186	瑞典
9	COLORADO STATE UNIV 科罗拉多州立大学	183	美国
10	UNIV ZURICH 苏黎世大学	179	瑞士
11	UNIV BERN 伯尔尼大学	176	瑞士
12	Univ Florida 佛罗里达大学	157	美国
13	UNIV MINNESOTA 明尼苏达大学	155	美国
14	MICHIGAN STATE UNIV 密歇根州立大学	141	美国
15	Univ Georgia 佐治亚大学	134	美国
16	UNIV TOKYO 东京大学	133	日本
17	Univ Sao Paulo 圣保罗大学	129	巴西
18	UNIV ILLINOIS 伊利诺伊大学	128	美国
19	UNIV MUNICH 慕尼黑大学	128	德国
20	Univ Liverpool 利物浦大学	123	英国

(五) 通过论文被引频次分析，美国、英国、德国、日本等的研究具有较大影响力，而中国的研究在影响力上明显落后于发文排位前 10 名的其它国家。

对全球发表的关于工作类动物遗传育种的研究论文的被引频次进行分析，以国家进行累积加和，并计算其篇均被引频次。总被引次数和篇均被引率的高低说明研究的影响力大小，以论文总被引频次和平均被引频次为数据源制作出国家总被引频次-篇均被引频次分析图(见图 5)，X 轴表示国家类型，Y 轴表示论文总被引频次，气泡大小表示篇均被引频次。

从被引总频次看，前 10 位依次是美国、英国、德国、日本、法国、加拿大、澳大利亚、意大利、巴西、中国。从篇均被引频次看，美国在篇均被引次数上同样领先于其它国家位列第一位，显示了强大的研究实力；英国、加拿大、法国和澳大利亚分列二至五名。综合比较，欧美国在该领域内拥有较强的研究实力。中国在服务类动物遗传育种领域中发表论文的总被引次数排名第十位，篇均被引次数排名第九，略领先于巴西。中国在该研究领域的整体影响力及被关注度均有待提高。

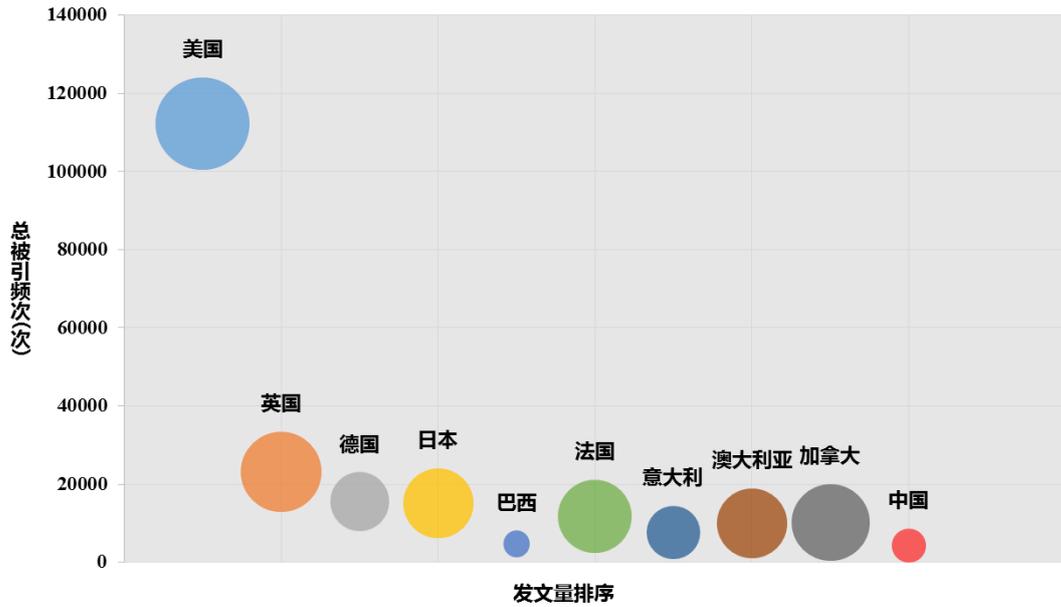


图 5 服务类动物遗传育种 SCI 论文前 10 位国家总被引频次-篇均被引频次分析<sup>1</sup>

## 二、服务类动物遗传育种专利技术分析

在 ISI Derwent Innovations Index (简称 DII) 数据库中, 共检索到 4590 项专利文献 (检索时间 2014 年 8 月)。对检索出的数据采用美国汤森路通公司文献分析工具 Thomson Innovation (简称 TI)、TDA 以及 Excel 等工具进行分析, 结果如下。

(一) 通过专利申请时间分布分析, 上世纪九十年代是服务类动物遗传育种技术快速发展时期, 进入 2000 年, 服务动物遗传育种的技术研发活动进展较为稳定。

从全球的服务类动物遗传育种专利申请来看 (见图 6), 服务类动物遗传育种的专利技术始于 1979 年。在 1994 年之前, 全球的服务类动物遗传育种专利申请不足在 50 件/年。随着基因技术的不断创新发展, 近二十年来, 全球关于服务类动物遗传育种的专利申请数量开始增长。但是受美国在专利申请数量上的影响, 在 2000 年至 2010 年间该技术研究领域的全球专利申请波动较大, 并在近几年呈现下降趋势。中国关于服务类动物遗传育种的专利申请最早始于二十世纪九十年代初, 在 2000 年后开始增长, 同国际变化趋势不同, 中国在服务类动物遗传育种方面的专利技术研发一直保持稳定的增长。

<sup>1</sup> 注: X 轴表示发文章量国家排序, Y 轴表示总被引频次, 气泡大小表示篇均被引频次。

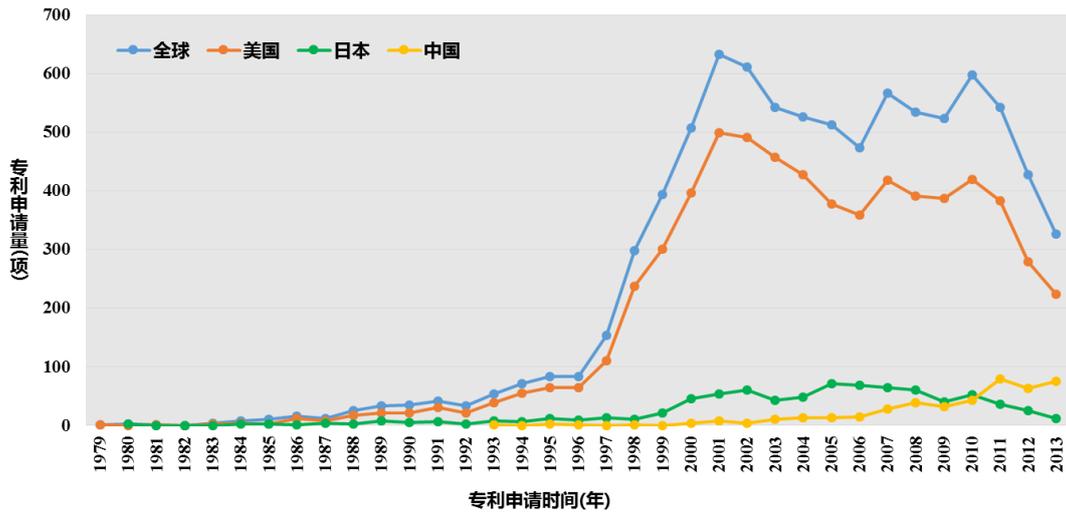


图6 服务类动物遗传育种国际专利申请时间演化图

(二) 通过专利技术区域分布分析, 美国专利数量最多, 其次是日本和加拿大。

从专利技术的国家(地区)来源来看, 美国专利技术最多, 占总数的47%, 其次是日本、加拿大和中国。从专利技术的市场分布来看, 专利主要分布于美国、欧洲、日本、澳大利亚、中国, 美国占总数的17%。从图7和图8可以看出, 美国是典型的技术输出国, 其技术来源比例高于市场应用的比例。加拿大也是基本的技术输出国。在亚洲, 日本、中国和韩国不仅是技术研发国同时也是重要的技术市场。

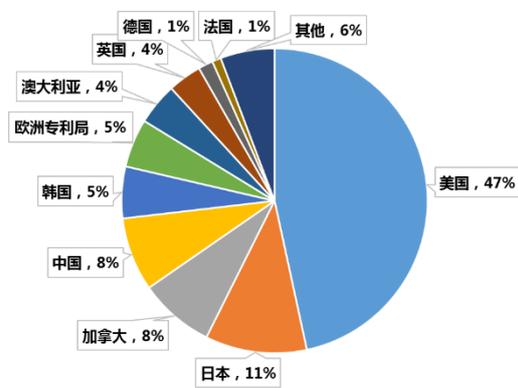


图7 专利技术来源国家(地区)分布

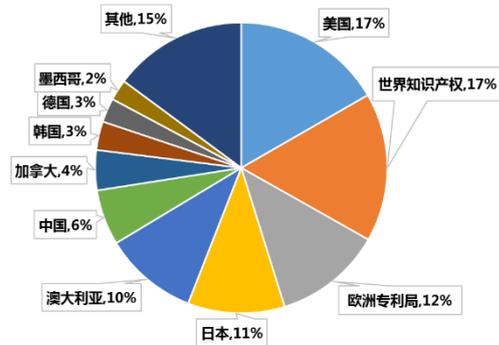


图8 专利技术市场国家(地区)分布

(三) 通过物种分析发现, 伴侣类动物和工作类动物为技术研发活跃的种群类型; 专利申请主要集中在美国、日本和中国三个国家, 其中美国保持着较高的技术研发实力。

国际上关于服务类动物遗传育种的研究主要集中在九十年代末, 进入2000年后该领域的技术创新研发活动进展缓慢, 各类动物的遗传育种技术发展保持平稳。其中, 伴侣类动物和工作类动物为技术研发活跃的种群类型。在不同类型的服务类动物遗传育种的技术研发中, 专利申请主要集中在美国、日本和中国三个国家, 其中美国保持着较高的技术研发

实力，专利申请数量在工作类动物、伴侣类动物、观赏哺乳类和观赏水生类 4 类动物的遗传育种技术中排名第一；日本在观赏鸟类的专利申请中排名第一；中国则在工作类动物、观赏鸟类、观赏哺乳类 3 类技术的专利申请上排名第二；另外，由于加拿大在猫和狗伴侣类动物遗传育种方面的大量技术研发，在该领域专利申请排名第三。

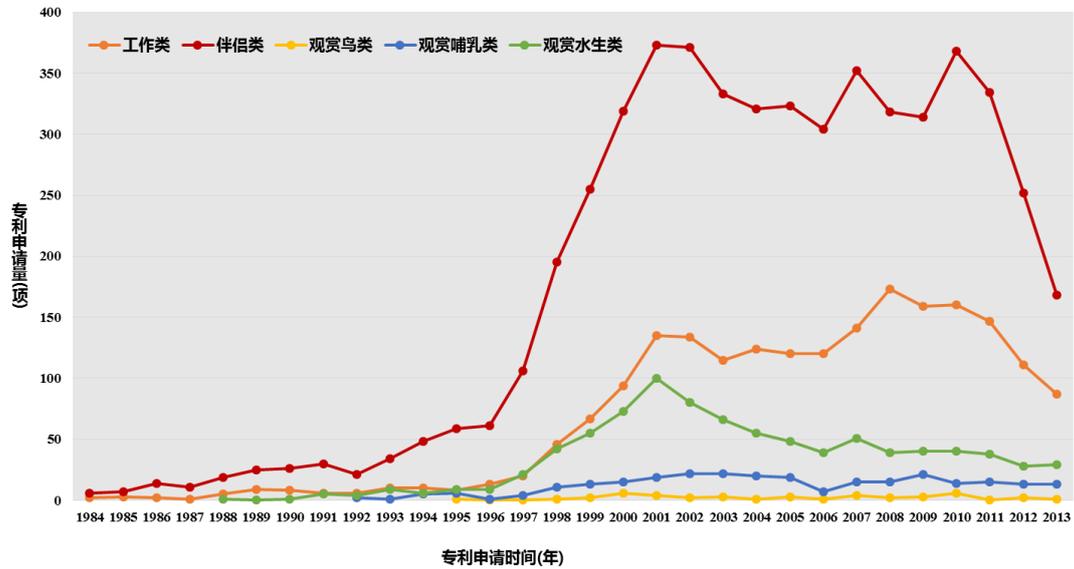


图 9 各类服务类动物遗传育种专利技术申请时间演化图 (1984-2013 年)

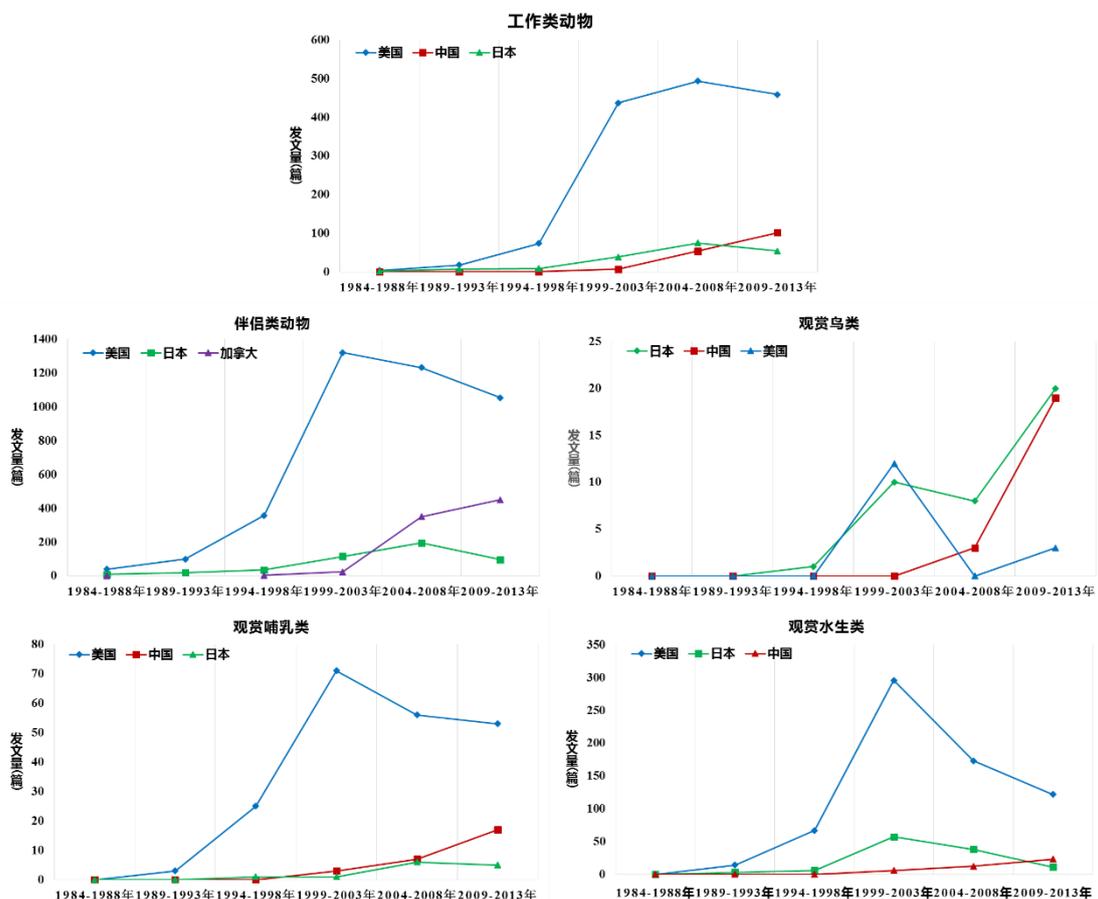


图 10 各类服务类动物遗传育种专利技术前 3 位国家/地区申请趋势（1984-2013 年）

**（四）从专利技术竞争对手分析，美国的科研机构与高校成为主要的专利权人。**

全球服务类动物遗传育种领域专利申请量超过 20 件的机构共有 19 家，其中申请专利最多的前 10 位专利权人（机构）分别是：美国加利福尼亚大学(UNIV CALIFORNIA)、美国健康与人类服务部(US DEPT HEALTH & HUMAN SERVICES)、美国康奈尔研究基金公司(CORNELL RES FOUND INC)、美国哥伦比亚大学(UNIV COLUMBIA NEW YORK)、美国惠氏公司(WYETH)、赫斯卡医疗(HESKA CORP)、瑞士诺华公司(NOVARTIS AG)、法国梅里亚集团(MERIAL LTD)、美国辉瑞公司(PFIZER PROD INC)和日本东丽集团(TORAY IND INC)，其中排名第一位的加利福尼亚大学的专利申请量为 96 项，第二位的美国健康与人类服务部专利申请为 46 项，康奈尔研究基金公司专利申请为 39 项，排名第三。

表 2 服务类动物遗传育种的主要专利权人

排序	专利申请人	国别	专利申请量（项）
1	UNIV CALIFORNIA 加利福尼亚大学	美国	96
2	US DEPT HEALTH & HUMAN SERVICES 美国健康与人类服务部	美国	46
3	CORNELL RES FOUND INC 康奈尔研究基金公司	美国	39
4	UNIV COLUMBIA NEW YORK 哥伦比亚大学	美国	37
4	WYETH 惠氏公司	美国	37
6	HESKA CORP 赫斯卡医疗	美国	33
6	NOVARTIS AG 诺华公司	瑞士	33
8	MERIAL LTD 梅里亚集团	法国	30
8	PFIZER PROD INC 辉瑞公司	美国	30
10	TORAY IND INC 东丽集团	日本	29
11	MERCK FROSST CANADA & CO MERCK FROSST 公司	加拿大	28
12	UNIV TEXAS SYSTEM 德克萨斯大学	美国	26
13	SCRIPPS RES INST 斯克里普斯研究所	德国	25
14	UNIV JOHNS HOPKINS 约翰·霍普金斯大学	美国	24
14	WISCONSIN ALUMNI RES FOUND 威斯康星校友研究基金	美国	24
16	BETH ISRAEL DEACONESS MEDICAL CENT 贝斯以色列女执事医疗中心	美国	23
17	JAPAN SCI&TECHNOLOGY AGENCY 日本科学技术振兴机构	日本	22
17	UNIV FLORIDA RES FOUND INC 佛罗里达大学公司	美国	22
19	MARS INC 玛氏食品	美国	21

**（五）服务类动物遗传育种技术主题分析**

1. 通过专利技术 IPC 分布，新型的遗传技术占主导地位，传统的养殖技术研发逐步放缓。

按照专利技术国际分类(8位), 服务类动物遗传育种技术专利申请所涉及的技术方向主要集中在遗传操作技术、精准育种技术以及动物养殖技术三大方面。上述三方面主要涉及的 IPC 分类所申请专利 3810 项, 占比达到 80% 以上(主要技术类型的专利申请及中文释义见表 3)。

表 3 服务类动物遗传育种相关专利主要技术类型 (国际专利分类)

排序	分类代码 (小组)	专利申请量/项	中文释义
1	C12Q-001/68	2023	包含核酸的测定或检验方法
2	C12N-015/09	1692	DNA 重组技术的突变或遗传工程
3	C12N-005/10	1224	分离、制备或纯化 DNA 或 RNA 的方法
4	C07H-021/04	1075	有脱氧核糖基作为糖化物基团的含有两个或多个单核苷酸单元的化合物, 具有以核苷基的糖化物基团连接的单独的磷酸酯基或多磷酸酯基
5	A01K-067/02	714	养殖脊椎动物

### 2、通过国家技术主题分布, 美国更关注遗传育种技术, 中国偏重传统养殖技术。

将专利申请的 IPC 技术分类, 按照专利申请前四位的国家进行 IPC 领域-国家分析。如图 11 所示, 美国在遗传操作技术、精准育种技术中的核酸的测定或检验方法、DNA 重组技术、分离、制备或纯化 DNA 或 RNA 等技术上优势明显。日本除在精准育种技术中的核酸测定、DNA 重组、分离、制备、纯化方面有一定的研究实力外, 在动物养殖技术方面显示出较强的研究实力。中国在核酸的测定或检验方法、分离、制备或纯化 DNA 或 RNA 及动物养殖技术上均开展了相关的研究。

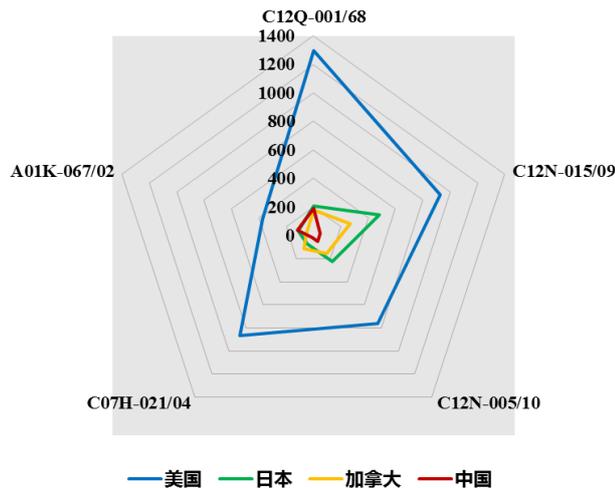


图 11 服务类动物遗传育种技术专利前 4 位国家-IPC 领域分析

3、通过机构技术主题分布, 校等科研机构关注遗传育种的基础研发, 企业的研发中心更关注技术的应用创新。

在研究机构与专利申请的 IPC 技术分类分析中(图 12)，高校等科研机构关注遗传育种的基础研发，企业的研发中心更关注技术的应用创新。如加利福尼亚大学在核酸的测定或检验方法技术上有较强的研究实力，专利申请超过 45 项；有关动物养殖技术的研究则在加利福尼亚大学和哥伦比亚大学开展；而康奈尔研究基金公司、惠氏公司、梅里亚集团以及东丽集团更偏重 DNA 重组技术的突变或遗传工程的技术应用方面的研发。

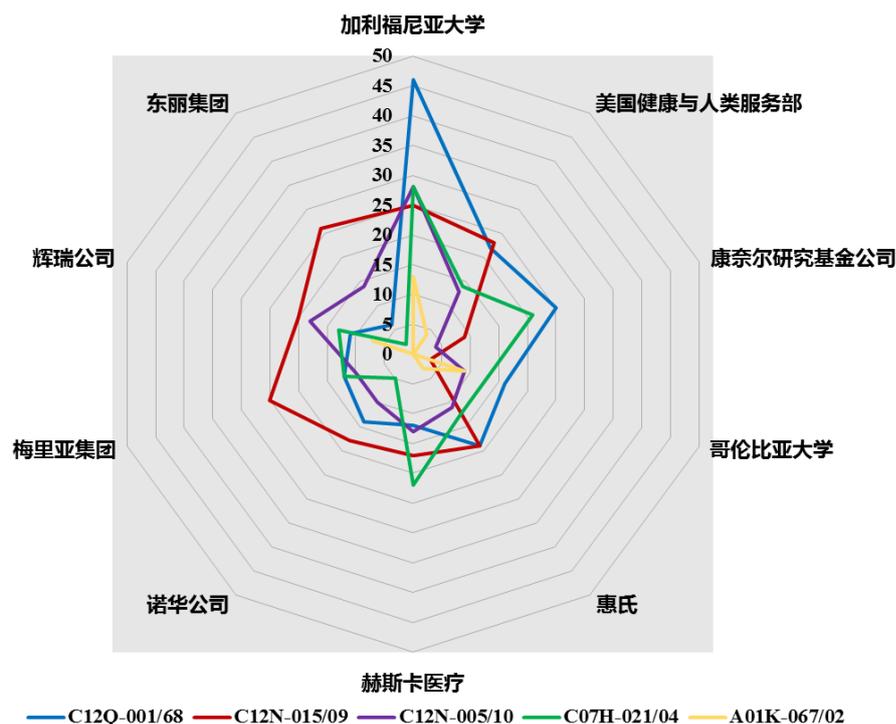


图 12 服务类动物遗传育种技术专利前 10 位机构-IPC 领域分析

附件:

### SCI检索式:

("German Shepherd Dog" OR Doberman OR Rottweiler OR "labrador retriever" OR "Belgian Malinois" OR "English Springer Spaniel" OR "Rough Collie" OR "Great Dane" OR "Deutsche Dogge" OR "st.hubertound" OR "st.hubert hound" OR hORse OR pigeon OR "columbaaplopeliabonaparte" OR dolphin OR delphinidae OR dog OR canine OR "canis lupus familiaris" OR cat OR felinae OR "feliscatus" OR nippon OR "crested Ibis" OR Crane OR gruidae OR StORk OR panda OR "ailuropodamelanoleuca" OR tiger OR "pantheratigrisaltaica" OR milu OR "david's deer" OR "davids deer" OR elaphurus OR elk OR "elaphurusdavidianus" OR Goldfish OR "cryprinuscarpiod" OR "ORnamental carp" OR "andriasdavidianus" OR "giant salamander" OR andrias OR "crystal shrimp" OR "sea hORse" OR Hippocampus OR "sea turtle" OR Chelonioidea OR snake OR serpents OR "dendroaspispolylepis" OR "python molurus" OR python OR boa) NEAR/3 ("genome sequence" OR Sanger OR "next generation sequencing" OR "whole genome sequenc\*" OR "roche 454" OR "illumine solexa" OR "ABI SOLiD" OR (sequence NEAR"de novo") OR "genome resequenc\*" OR RRLs OR "reduced-representation libraries" OR "RAD seq" OR "restriction-site-associated DNA sequencing" OR (sequenc\* NEAR "RAD tag\*") OR GWAS OR "genome-wide association study" OR "pan-genome" OR "gene chip\*" OR microarray\* OR "serial analysis of Gene expression" OR "massively parallel signature sequencing" OR MPSS OR "RNA-Seq" OR ("two-dimensional gel electrophOResis" OR hplc OR "capillary electrophOResis" OR "mass spectrometry") NEAR proteome) OR "MALDI-TOF/MS" OR "ESI-MS" OR "Electrospray ionization mass spectrometry" OR (methylation NEAR (dna OR pcr OR rna)) OR (histone NEAR modificat\*) OR ("non-coding" NEAR RNA) OR ((metabolit\* OR metabolom\*) NEAR ("Nuclear magnetic resonance spectroscopy" OR "NMR-spectrum" OR "Infrared Spectroscopy" OR "GC-MS" OR "lc-ms")) OR "Gene editing" OR "genom\* editing" OR "Zinc-finger

nucleases" OR ZFNs OR "Transcription activator like effector nucleases" OR TALENs OR "CRISPR Cas\*" OR (gene\* NEAR ("over express\*" OR overexpress\* OR knockin OR "knock in" OR knockout OR "knock out" OR "knock\* down" OR "qualit\* trait\*")) OR ((mutat\* OR mutagenes\*) NEAR (x-ray OR procarbazine OR enu)) OR "stem cell\*" OR "ES cell\*" OR "molecular assisted select\*" OR "Molecular marker\*" OR "marker assisted selection" OR (dna NEAR marker) OR "Quantitative trait locus" OR "Quantitative trait loci" OR QTL OR QTLs OR "genome wide" OR "molecular\* design\*" OR RFLP OR RFLPS OR "Restrict\* Fragment\* Length PolymORphism\*" OR RAPD OR RAPDS OR "Random Amplified PolymORphic\* DNA\*" OR AFLP OR AFLPS OR "Amplified Fragment\* Length PolymORhism\*" OR SSR OR "Simple Sequence Repeat\*" OR "Sequence Characterized Amplified Region\*" OR SCAR OR SCARs OR "Single StrandConFORmat\* PolymORphism\*" OR SSCP OR SSCPs OR CAPS OR "Single Nucleotide PolymORphism\*" OR SNP OR SNPs OR microsatellite OR minisatellite OR "genomic selection" OR moet OR ("multiple ovulation NEAR embryo transfer" )OR (sex NEAR (sORt\* OR control\* OR identif\* OR different\*)) OR (flow NEAR sORt\*) OR clone OR cloning OR PCR OR DNA OR RNA OR promoter\* OR breeding OR propagat\* OR reproduc\* OR cultivat\* OR hybrid\* OR crossing\* OR (artific\* NEAR inseminat\*))NOT (mouse OR rat OR mice)

## DII检索式:

TOPIC: ("German Shepherd Dog" OR Doberman OR Rottweiler OR "labrador retriever" OR "Belgian Malinois" OR "English Springer Spaniel" OR "Rough Collie" OR "Great Dane" OR "Deutsche Dogge" OR "Dänischer Hund" OR "st.hubert hound" OR "st.hubert hound" OR horse OR pigeon OR "columbaaplopeliabonaparte" OR dolphin OR delphinidae OR dog OR canine OR "canis lupus familiaris" OR cat OR felinae OR "feliscatus" OR nippon OR "crested Ibis" OR Crane OR gruidae OR Stork OR panda OR "ailuropodamelanoleuca" OR tiger OR "pantheratigrisaltaica" OR milu OR "david's deer" OR "davids deer" OR elaphurus OR elk OR "elaphurus davidianus" OR Goldfish OR "cryprinuscarpiod" OR "ornamental carp" OR "andrias davidianus" OR "giant salamander" OR andrias OR "crystal shrimp" OR "sea horse" OR Hippocampus OR "sea turtle" OR Chelonioidae OR snake OR serpents OR "dendroaspis polylepis" OR "python molurus" OR python OR boa) AND TOPIC: ("genome sequence" or Sanger or "next generation sequencing" or "whole genome sequenc\*" or "roche 454" or "illumine solexa" or "ABI SOLiD" or (sequence SAME"de novo") or "genome resequenc\*" or RRLs or "reduced-representation libraries" or "RAD seq" or "restriction-site-associated DNA sequencing" or (sequenc\* SAME "RAD tag\*") or GWAS or "genome-wide association study" or "pan-genome" or "gene chip\*" or microarray\* or "serial analysis of Gene expression" or "massively parallel signature sequencing" or MPSS or "RNA-Seq" or ("two-dimensional gel electrophoresis" or hplc or "capillary electrophoresis" or "mass spectrometry") SAME proteome or "MALDI-TOF/MS" or "ESI-MS" or "Electrospray ionization mass spectrometry" or (methylation SAME (dna or pcr or rna)) or (histone SAMEmodificat\*) or ("non-coding" SAME RNA) or ((metabolit\* or metabolom\*) SAME ("Nuclear magnetic resonance spectroscopy" or "NMR-spectrum" or "Infrared Spectroscopy" or "GC-MS" or "lc-ms")) OR "Gene editing" or "genom\* editing" or "Zinc-finger nucleases" or ZFNs OR "Transcription activator like effector nucleases" OR TALENs OR "CRISPR Cas\*" OR (gene\* SAME ("over express\*" OR overexpress\* OR knockin OR "knock in" OR knockout OR "knock out" OR "knock\* down" OR "qualit\* trait\*")) OR (mutat\* OR mutagenes\*) SAME (x-ray OR procarbazine OR enu) OR "stem cell\*" OR "ES cell\*" OR "molecular assisted select\*" OR "Molecular marker\*" OR "marker assisted selection" OR dnaSAME marker OR "Quantitative trait locus" OR "Quantitative trait loci" OR QTL OR QTLs OR "genome wide" OR "molecular\* design\*" OR RFLP OR RFLPS OR "Restrict\* Fragment\* Length Polymorphism\*" OR RAPD OR RAPDS OR "Random Amplified Polymorphic\* DNA\*" OR AFLP OR AFLPS OR "Amplified Fragment\* Length Polymorphism\*" OR SSR OR "Simple Sequence Repeat\*" OR "Sequence Characterized Amplified Region\*" OR SCAR OR SCARs OR "Single Strand Conformat\* Polymorphism\*" OR SSCP OR SSCPs OR CAPS OR "Single Nucleotide Polymorphism\*" OR SNP OR SNPs OR microsatellite OR minisatellite OR "genomic selection" OR moet OR "multiple ovulation SAME embryo transfer" OR (sex SAME (sort\* OR control\* OR identif\* OR different\*)) OR flow SAME sort\* OR clone OR cloning OR PCR OR DNA OR RNA OR promoter\* OR breeding OR propagat\* OR reproduc\* OR cultivat\* OR hybrid\* OR crossing\* OR artific\* SAME inseminat\*) AND IPC CODE: (A01K-067/02\* OR C12Q-001/68\* OR C12N-015/09\* OR C12N-015/85\* OR C12N-005/06\* OR C12N-005/07\* OR C12N-005/10\* OR C12M-003\* OR A61D-019\* OR A61K-035/52\* OR A61K-048\*)