

我国生物技术区域合作模式研究

——基于文献计量和 SNA 方法

陈子凤

(西安邮电大学 经济管理学院, 西安 710061)

摘要: 生物技术高度依赖于创新网络,成功的生物创新需要整合产学研的知识、人才、资金和市场等各种资源。利用中国知网论文数据,结合文献计量和社会网络分析方法,分别从作者、机构和区域等多个层面和角度对我国生物技术的合作特征展开深入研究。研究显示,96%以上的生物论文为合作产物,且来自同一机构的群作者和多作者合作为主,当发生机构间合作时更倾向于选择区域外机构作为合作对象。

关键词: 生物技术;合作模式;文献计量;社会网络分析

中图分类号: F062.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2014)03-0001-05

自1973年基因重组技术问世至今,生物技术已发展近40年。由于其在工业生产、环保、健康、农业等方面广泛而重大的应用潜力,已成为各国技术竞争的新兴领域。作为新一轮世界经济长波的基础技术,生物技术为我国这样的新兴国家提供了与老牌发达国家在新经济下的竞争机遇,因此受到从中央到地方各级政府的高度重视。《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》、《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》和《生物产业发展“十二五”规划》等多个宏观政策规划均明确提出,到2020年我国要将生物产业培育成国民经济支柱产业^[1]。通过对我国生物技术创新网络展开研究,有助于提高科研决策与管理水平,有助于将具体科学技术与国家发展目标相结合,有助于制定合理的国家科技发展政策。

1 生物技术创新特点

在知识经济时代,技术创新呈现出投入高、知识交叉性强、知识结构复杂、市场要求反应速度快等特点,这些特征在生物这一类和科学联系紧密的产业表现尤为明显^[2]。通过和其他创新主体进行交互,从外界获取技术创新所需的知识、人才、市场、资金等各种资源,对生物产业的创新活动至关重要^[3]。加入创新网络,从其他创新主体处获取外部知识,可以使其自身创新的时间、人力和财力成本得到缩减,对生物产业的创新具有重要意义。

生物技术产业高度依赖于高校的科学知识、市场上的风险投资、国际医药企业的生产能力和大量小而灵活的初创企业,网络对其至关重要。生物行业具有较强的双重市场结构,即该领域由少数非常大的医药企业和数量庞大的规模小、专业化的小生物企业构成^[4]。这些生物企业处于基础科学到商业运用这一产业链的中间位置,在上游与高校合作获取生物产品研发所需的科学知识,在下游与制造企业合作,获取产品商业化所需的资金、生产能力和市场资源,在中游则与其他生物企业合作,共享技术,并分担风险^[5-7]。

生物技术的知识溢出受距离的影响,但随着时间的推移,距离对溢出的影响在逐渐减弱,因为大部分生物技术知识为非默会知识,溢出受距离影响较弱,且生物技术大部分产生于通信发达时期,远距离交流方便、成本低^[8]。Hennemann等人利用国际SCI数据库分析我国生物创新网络,发现省内合作高于省际合作^[9]。Glänzel和Zhou关于生物出版物的国际比较研究发现,包括中国在内的新兴国家的国际合作比例较低,国际合作增长速度低于论文增速,但其国际合作的引用次数普遍更大,尤其是对于中国和俄罗斯而言^[10]。韩宝龙和李琳利用空间计量模型测度了我国生物制药产业创新产出的集聚度,证明邻近区域对区域创新产出具有正的外部性^[11]。

收稿日期:2014-01-22

基金项目:教育部人文社科青年基金(No. 12YJCZH226)

作者简介:陈子凤(1984—),女,湖北随州人,西安邮电大学,讲师,管理学博士,研究方向:创新管理、复杂网络。

本文将基于生物论文合作信息,构建我国生物创新网络,利用文献计量学和社会网络分析方法,重点从区域层面对我国生物创新网络中的知识交流模式展开研究,旨在揭示我国生物创新的合作模式,我国各区域在生物知识创造和知识流动中的表现和特征,进而识别出我国生物创新中的发达地区和落后地区。

2 数据和方法

本文以中国知网数据库中43种生物类核心期刊在2006—2011年发表的论文为研究对象,按期刊名和出版年份进行检索,人工剔除包括书评、征文、通知、简讯、讣告等类型的非研究类文章,检索每篇研究类论文的作者、机构名称和出版年份。共检索得到48 279篇研究类论文和63 635条原始机构记录,剔除掉非机构名称的地址及邮编记录后,共得到21 127条机构记录。由于同一机构可能出现多种形式的机构署名,我们人工对机构名称进行调整,同一高校不同院系、研究所、实验室统一调整为高校名称,对进行过更名的高校,统一调整为更名后的名称,经调整后,共识别出7 009家不同机构。对每家机构,人工识别其所处地理区域。

在论文数量和合作次数认定上,若同一篇论文中包含 n 家不同的A区域机构,算一篇A区域论文;若同一篇论文中包含 m 家A区域机构和 n 家B区域机构,算一次A区域和B区域的论文合作。为比较我国生物论文区域合作模式的演化,将研究期分为2006—2008年和2009—2011年两个时段。在研究方法上,我们首先利用文献计量学方法分别从作者、机构和区域层面对我国生物论文的合作特征展开分析,之后结合社会网络分析方法,重点对我国生物论文的区域间合作展开研究。

在数据处理中,我们用到自编程序和MySQL数据库,在网络分析过程中,用到社会网络工具Pajek和网络可视化工具Netdraw。

3 我国生物论文的合作模式

3.1 论文产出的区域分布

图1给出了2006—2011年间我国生物论文的数量,6年间共发表生物论文48 279篇,2006—2009年间数量逐年增加,在2009年达到最高值8 734篇,之后两年数量略有下降。2010年后论文数下降可能源于近年来国内对SCI论文的要求促使国内稿源更多地流向国外期刊,也可能是近年来的生物热下降导致生物学科作为当彩学科的褪色。

根据各大陆区域论文产出数量的高低,将其分为高产出区、较高产出区、中等产出区、较低产出区和低

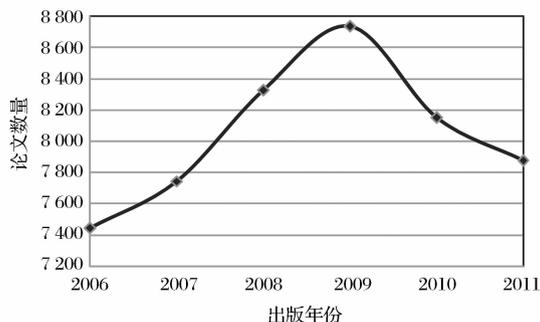


图1 我国2006—2011年生物论文数量

产出区五类,具体如图2所示。北京的生物论文产出远高于其他地区,25.7%的论文有北京机构的参与,将其划分为“高产出区”;江苏和广东为“较高产出区”,分别有9.89%和9.37%的论文有这两个区域的机构参与;上海、山东、陕西、湖北、浙江、四川、辽宁、云南和黑龙江9省市为“中等产出区”,分别有4%~6%的参与度;湖南、河南、甘肃、福建、重庆、新疆、安徽、广西、河北、吉林和天津11省市为“较低产出区”,分别有2%~4%的参与度;其余8省份为“低产出区”,参与度低于2%。

各区域在2006—2008年和2009—2011年两个时段表现较为稳定,陕西和湖北在第二时段下滑三个排名,浙江上升了五个排名。

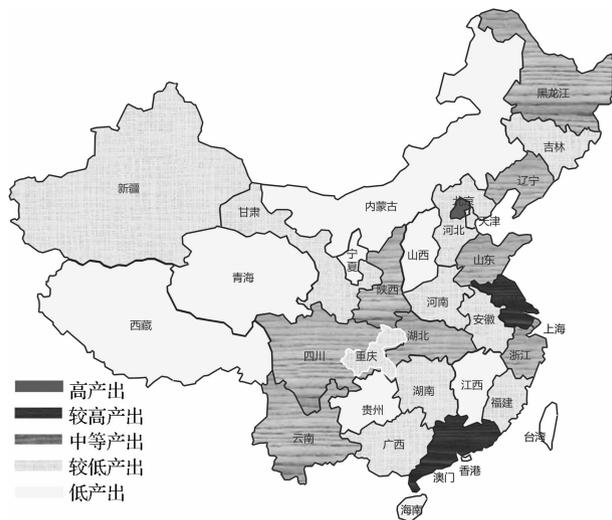


图2 我国生物论文区域分布图

3.2 论文合作的作者、机构和区域构成

表1给出了各时段我国生物论文中包含的作者数,从表中可知,单作者论文数不足4%,96%以上的论文存在研究人员间的合作,其中又以多作者和群作者为主。在第二时段中,双作者及多作者论文比例下降,群作者论文数上升,篇均作者数由第一时段的

4.15 上升至 4.44,表明生物领域倾向于多作者和群作者合作。

表 1 我国生物论文作者构成

作者数	2006—2008 年	2009—2011 年	2006—2011 年
单作者(1)	890 (3.78%)	872 (3.52%)	1 762 (3.65%)
双作者(2)	3 419 (14.54%)	2 879 (11.63%)	6 298 (13.05%)
多作者(3—4)	9 961 (42.36%)	9 550 (38.56%)	19 511 (40.41%)
群作者(>4)	9 245 (39.32%)	11 463 (46.29%)	20 708 (42.89%)
篇均作者	4.15	4.44	4.3
合计	23 515	24 764	48 279

表 2 给出了各时段我国生物论文的机构构成,平均每篇论文由 1.7 家机构合作完成。从机构数量分布上看,参与机构最多的论文由 13 家机构合作完成。约 50%的论文由来自同一机构的作者完成,另 50%的论文由不同机构合作完成,其中又以双机构合

作为主,群机构合作论文比例不到 1%。结合论文作者数量分布可知,在研究人员层面我国生物论文以多人和群体合作为主,在机构层面则以单机构内部合作为主,其次为双机构之间的合作,再次为多机构之间的合作,群机构论文合作比例最低。

表 2 我国生物论文的机构构成

机构数	论文数		
	2006—2008 年	2009—2011 年	2006—2011 年
单机构(1)	11 807 (50.21%)	12 164 (49.12%)	23 971 (49.65%)
双机构(2)	8 210 (34.91%)	8 771 (35.42%)	16 981 (35.17%)
多机构(3—4)	3 366 (14.31%)	3 648 (14.73%)	7 014 (14.53%)
群机构(>4)	132 (0.56%)	181 (0.73%)	313 (0.65%)
篇均机构数	1.68	1.71	1.70
合计	23 515	24 764	48 279

表 3 给出了我国生物论文涉及的区域和国家数,平均每篇论文涉及到 1.36 个区域/国家。在两个时段里,作者来自同一区域/国家的论文均占 69%以上,作者来自两个不同区域/国家的论文占 25%以

上,由五个及以上区域共同合作的论文比例不足 0.1%。第二时段里,双区域、多区域和群区域论文比有微幅上升。

表 3 我国生物论文区域构成

区域数*	论文数		
	2006—2008 年	2009—2011 年	2006—2011 年
单区域(1)	16 399 (69.74%)	17 127 (69.16%)	33 526 (69.44%)
双区域(2)	6 037 (25.67%)	6 385 (25.78%)	12 422 (25.73%)
多区域(3—4)	1 065 (4.53%)	1 235 (4.99%)	2 300 (4.76%)
群区域(>5)	14 (0.06%)	17 (0.07%)	31 (0.06%)
篇均区域数	1.35	1.37	1.36
合计	23 515	24 764	48 279

注: * 区域数包括我国省市数和国际合作涉及的其他国家数量。

48 279 篇论文共产生 45 746 次机构间合作关系,其中 425 次合作发生在海外机构之间,不属于本文研究范围,予以剔除。其余 45 321 次机构间合作关系,其区域分布情况如表 4 所示。我国生物论文机构间合作以区域间合作最为常见,之后是区域内合

作,国际间合作比例为 5.86%。在第二时段,区域内合作和区域间合作,即大陆内合作论文比例小幅下降,国际间合作论文比例从第一时段的 5.52% 上升至 6.17%。

表4 机构间合作的区域分布

机构间合作的区域分布	合作次数		
	2006—2008年	2009—2011年	2006—2011年
区域内	8 958 (41.90%)	9 963 (41.62%)	18 921 (41.75%)
区域间	11 244 (52.59%)	12 498 (52.21%)	23 742 (52.39%)
国际间	1 180 (5.52%)	1 478 (6.17%)	2 658 (5.86%)
合计	21 382	23 939	45 321

注:区域间合作包含大陆31省份之间的合作关系,大陆31省份与香港、澳门及台湾之间的合作关系视为国际间合作。在计算合作时不包含国外机构与国外机构之间的合作。

通过对我国生物论文的作者、机构和区域构成进行分析,可以得知,我国生物论文的合作来自同一机构内或双机构间的多作者和群作者合作为主,当发生机构间合作时,更倾向于选择区域外的机构作为合作对象。总体而言,生物学科在作者、机构和区域层面都呈现出较强的合作特征。

3.3 区域间论文合作

表5给出了两个时段区域间合作次数排名前12位的区域。我国生物论文在两个时段分别有11 244次和12 498次区域间合作,涨幅为11.2%。论文产出量最高的三个区域同时也是区域间合作次数最多的区域。合作次数位列4—12位的9个区域中,除湖南取代黑龙江外,其他8个区域均为论文中等产出区域。各区域的区域间合作次数与其论文产出数量相关性较高。从两时段的变化来看,浙江区域间合作次数的增幅最大,高达55.4%,其次为云南和广东。陕西降幅较大,其论文产量亦从第4位降至第7位。相对于论文数排名而言,吉林、辽宁、湖北和云南的区域间合作排名相对较高,重庆和陕西的区域间合作排名相对较低。

表5 各区域区域间合作次数

排名	区域	2006—2008	2009—2011	增幅
1	北京	5 400	6 209	15.0%
2	广东	1 409	1 702	20.8%
3	江苏	1 471	1 399	-4.9%
4	湖北	917	1 080	17.8%
5	辽宁	1 046	937	-10.4%
6	山东	893	991	11.0%
7	上海	904	966	6.9%
8	云南	809	1 010	24.8%
9	浙江	662	1 029	55.4%
10	陕西	881	676	-23.3%
11	四川	792	754	-4.8%
12	湖南	584	685	17.3%
全部区域		11 244	12 498	11.2%

在不考虑合作次数时,两个时段分别有89.46%和91.61%的区域间存在合作关系,力度最大的双边合作关系分别发生在北京和辽宁,北京和广东之间,合作次数分别为490次和573次。当设定合作次数阈值,过滤掉合作次数较低的关系时,网络密度迅速下降。从图3可知,当阈值为10时,两个时段的网络密度分别为45.16%和48.39%,表明超过一半的区域间合作关系频次低于10次;当阈值为55时,两个时段的网络密度降至10%左右;当阈值为350时,两个时段的网络密度已不足1%。由此可见,我国生物论文区域间合作虽然广泛存在,但大部分合作关系的合作力度较弱,合作频次在10次以下的关系占一半以上。

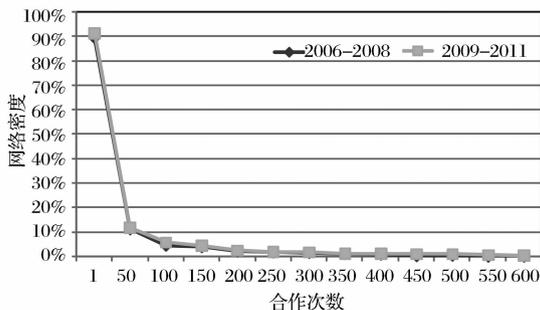


图3 不同合作次数阈值下区域间合作网络密度分布图

图4给出了阈值为30时,我国生物论文区域间合作网络,两个时段的网络密度分别为17.42%和19.14%。2006—2008年网络共包含81条合作关系,网络中有一个孤立点,即宁夏。通过节点度可知,合作对象数不低于10个的区域有三个,其中北京拥有最广泛的合作对象,除了宁夏,其与其他29个内地省市均存在不低于30次的合作关系,江苏和广东分别有15和14个合作对象。其次是上海和四川,分别有9个和7个合作对象。河北、内蒙古、山西、贵州和西藏五省市的节点度为1,均仅与北京有超过30次的合作关系。通过边的宽度可知,合作力度最大的关

系分别发生在北京和辽宁、北京和云南、北京和广东之间,合作次数分别为 490、449 和 433 次。力度最大的 22 种合作关系中,除了江苏和上海的 158 次合作排名第 16 外,其余 21 种合作关系均与北京相关,充分显示了北京在生物论文区域间合作中的超级地位。

2009—2011 年网络共包含 89 条合作关系,网络中无孤立点,表明所有区域都至少与一个其他区域存在不低于 30 次的合作关系,其中宁夏因其与北京的 43 次合作关系而不再为孤立点。通过节点度可知,合作对象数不低于 10 个的区域增加至 5 个,北京、广东、江苏、浙江和上海分别与 30、15、13、11 和 10 个其他区域有不低于 30 次的合作关系。其中浙江变化最显著,结合表 5 可知,其不仅在区域间合作力度上显著提升,在合作广度上也显著提升。合作对象数增长显著的区域还有湖南和云南,合作对象数分别由上一时段的 4 个和 3 个增长为 8 个和 7 个。河北、内蒙古、青海、西藏和宁夏的节点度为 1,均仅与北京有超过 30 次的合作关系。通过边的宽度可知,合作力度最大的关系分别发生在北京和广东、北京和云南、北京和辽宁之间,合作次数分别为 573、523 和 469 次。力度最大的 25 种合作关系中,除了浙江和江苏的 154 次合作、浙江和上海的 140 次合作分别排名第 19 和 20 外,其余 23 种合作关系均与北京有关,北京在区域间合作网络中扮演超级合作者角色。

通过对我国国内区域间合作分布进行分析,可以得知,区域间合作广泛存在,但大部分合作的力度较低。北京在合作广度和力度上远高于其他区域,是所有其他区域重要的合作对象。浙江、湖南和云南在区域间合作上的表现在第二时段有显著提升。云南、吉林和辽宁三个区域在区域间合作上的相对活跃度均高于其论文产出,是区域外机构进行生物论文研究时的偏好合作地,可能源于这些区域丰富的动植物资源,为生物论文提供了优良的研究环境。

4 总结

本文以我国生物论文为研究对象,利用文献计量学方法和社会网络分析方法,对我国生物论文的区域分布、作者、机构和区域合作特征展开分析,并在区域层面构建区域间合作网络,并分两个时段对比网络整体结构和节点位置特征的变化,从多个角度,较全面地剖析了我国生物论文的合作模式。通过对生物创新网络中的知识交互作用进行深入分析,发掘我国生物创新网络中的合作特征,有助于理解生物技术知识创造、学习和创新的过程和机理,有助于制定更有利于生物产业创新的宏观政策,有助于我国在新经济竞

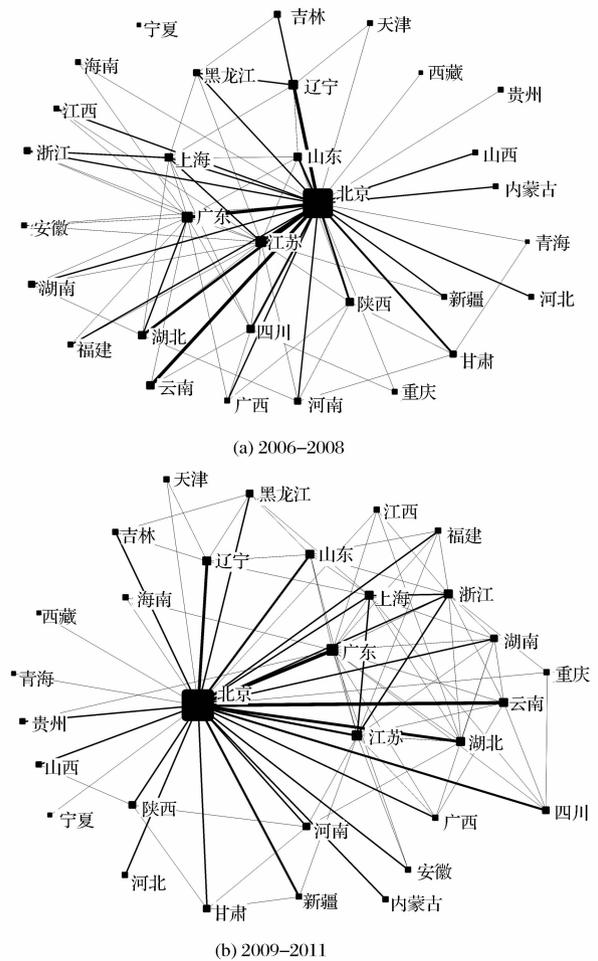


图 4 我国生物论文区域间合作网络
(合作次数 ≥ 30 次)

注:节点大小代表该节点的总区域间合作次数,边的粗细代表对应节点间合作次数。

争中抢占技术制高点。

参考文献

- [1] 国家发展和改革委员会高技术司,中国生物工程学会. 中国生物产业发展报告 2011[R]. 北京:化学工业出版社,2011.
- [2] A M SUBRAMANIAN, K LIM, P-H SOH. When birds of a feather don't flock together: Different scientists and the roles they play in biotech R&D alliances[J]. Research Policy, 2013,42:595-612.
- [3] FEY C F, BIRKINSHAW J. External sources of knowledge, governance mode, and R&D performance[J]. Journal of Management, 2005,31(4):597-621.
- [4] ROIJAKKERS N, HAGEDOORN J, KRANENBURG H. Dual market structures and the likelihood of repeated ties-evidence from pharmaceutical biotechnology[J]. Research Policy, 2005,34:235-245.
- [5] 李天柱,李天柱,银路,苗仁涛,冯薇,马佳.“科学商业”与“接力创新”研究——基于生物制药[J]. 科学学研究,2012,30(12):1881-1890.

(下转第 18 页)

Innovative and Entrepreneurial Technologic Talents Training Pattern Reform for the Strategic Emerging Industries in the West Coast Strait of China

——Take Fuzhou university for example

LIU Bi-qiang¹, WANG Hong-xi²

(1. Public Administration College of Fuzhou University, Fuzhou 350108, China;

2. Bank of China Xiamen Branch, Xiamen Fujian 361012, China)

Abstract: At present, promoting the development of strategic emerging industries has become an important duty of the construction of the West Coast Strait Economic Zone. As university is an important place for fostering talents, it plays an important role in meeting the needs of strategic emerging industries' talents in the West Coast Strait, cultivating innovative entrepreneurial talents of technology. Fuzhou University has some opportunities and threats in cultivating Innovative and entrepreneurial talents. In recent years, Fuzhou University has gained a lot in the reformation of Innovative and entrepreneurial talents cultivating model, but it is also confronted with some difficulties. It is essential for Fuzhou University to accelerate reformation of Innovative and entrepreneurial talents cultivating model from the angle of teachers developing, major construction, experimental class, talents cultivating program, practicing teaching basis, safeguarding mechanism, Innovative and entrepreneurial training program management and interschool cooperation, so as to accelerate the development of strategic emerging industries in the West Coast Strait Economic Zone.

Key words: The West Coast Strait Economic Zone; strategic emerging industries; innovative entrepreneurial talents; university

(上接第 5 页)

[6] FUCHS G. Biotechnology in comparative perspective [M]. London: Routledge, 2003.

[7] FIER H, PYKA A. Against the one-way-street; analyzing knowledge transfer from industry to science[J]. The Journal of Technology Transfer, DOI 10.1007/s10961-011-9226-7, 2011.

[8] D K N JOHNSON, K M LYBECKER. Does distance matter less now? The changing role of geography in biotechnology innovation[J]. Review of Industrial Organization, 2012, 40: 21-35.

[9] S HENNEMANN, T WANG, I LIEFNER. Measuring regional science networks in China; a comparison of international and domestic bibliographic data sources[J]. Scientometrics, 2011, 88: 535-554.

[10] W GLÄNZEL, P ZHOU. Publication activity, citation impact and bi-directional links between publications and patents in biotechnology[J]. Scientometrics, 2011, 86: 505-525.

[11] 韩宝龙, 李琳. 区域产业创新新驱动力的实证研究——基于隐性知识和地理邻近视角[J]. 科学学研究, 2011, 29(2): 314-320.

Regional Collaboration of Chinese Biotechnology: An Empirical Study Based on Bibliometrics and SNA

CHEN Zi-feng

(School of Economics and Management, Xi'an University of Posts and Communications, Xi'an 710061, China)

Abstract: Successful biotechnology highly relies on innovation network, which can integrate knowledge, human, capital and market from academia and industry. Using CNKI paper data and methods from bibliometrics and social network analysis, it aims to study the collaboration pattern of Chinese biotechnology at author, affiliation and region level, and especially the roles of regions in the collaboration network. Results show that more than 96% papers include author collaborations and the most common pattern is collaboration within no less than three authors from one affiliation. When affiliation collaborations happen, they prefer to choose partners from other regions.

Key words: biotechnology; collaboration pattern; bibliometrics; social network analysis