

无土栽培领域发展态势研究

陈奕颖¹, 罗予均¹, 史子玄¹, 孙会军^{1,2,3}

(1. 中国农业大学图书馆 北京 100193; 2. 中国农业大学国家农业科技战略研究院国际农业科技信息研究中心 北京 100193; 3. 中国农业大学国家知识产权信息服务中心 北京 100193)

摘要: 无土栽培是现代化农业中先进的栽培技术,在设施蔬菜种植中得到广泛应用,是解决保护地蔬菜生产土壤连作障碍问题的重要方式。据统计全球蔬菜无土栽培面积已达到 19.7 万 hm^2 。无土栽培也是 21 世纪解决粮食安全、人口、资源、环境问题的重要途径,是未来农业的重要发展方向。全面掌握无土栽培领域的总体状况、技术热点及未来发展趋势,对无土栽培领域的技术创新及产业发展具有重要作用。通过对无土栽培领域的专利数据进行全球发展趋势、地域布局、技术构成等方面的系统分析,明确全球无土栽培领域研发状况、发展趋势以及我国存在的不足之处,并挖掘了当前无土栽培领域的科技前沿热点,指出我国应加强的研发方向。

关键词: 无土栽培; 专利; 技术领域; 发展趋势

中图分类号: S317+G306 文献标志码: B 文章编号: 1673-2871(2023)04-139-10

Research on the development trend of soilless cultivation

CHEN Yiyang¹, LUO Yujun¹, SHI Zixuan¹, SUN Huijun^{1,2,3}

(1. Library, China Agricultural University, Beijing 100193, China; 2. International Agricultural Science and Technology Information Research Center, National Institute for Agriculture Science and Technology Strategy of CAU, Beijing 100193, China; 3. National Intellectual Property Information Service Center of China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract: Soilless cultivation is an advanced cultivation technology in modern agriculture, which has been widely used in protected vegetable planting. It is an important way to solve the problem of soil continuous cropping obstacles in vegetable production in greenhouse. According to statistics, the soilless cultivation area of vegetables in the world has reached 197 000 hm^2 . Soilless cultivation is also an important way to solve the problems of food security, population, resources and environment in the 21st century, and an important development direction of agriculture in the future. Researchers, administrative departments and related enterprises having a comprehensive grasp of the overall situation, technical hotspot and future development trend of soilless cultivation field is of great importance to the technological innovation and industrial development of soilless cultivation field. Through the systematic analysis of the global application trend, regional distribution, technical composition, patentee, patent operation and patent value of patent data in the field of soilless cultivation, this paper clarified the global research and development status and trend of soilless cultivation and the shortcomings in China, excavated the current scientific and technological frontier hotspots in the field of soilless cultivation, and pointed out the research and development direction that China should strengthen.

Key words: Soilless culture; Patent; Technology composition; Development trend

无土栽培(soilless culture)是一种不用天然土壤种植植物的栽培技术,它是将植物栽培在一定装置的含植物生长发育所必需营养元素的营养液中,或者栽培在充满营养液的用砂、砾石、蛭石等非土壤的基质材料做成的栽培床上,能够使植物正常地完成生活周期的种植技术^[1]。无土栽培在设施蔬菜种植中得到广泛应用,据统计,2019 年全球蔬菜无土栽培面积达到 19.7 万 hm^2 ^[2]。改革开放以后,无土栽培在我国开始蓬勃发展,截至 2018 年,我国无

土栽培面积高达 6 250.5 hm^2 ,预计到 2023 年种植面积将增长到 16 561.3 hm^2 ^[3]。我国无土栽培技术大多用于黄瓜、番茄、叶用莴苣、甜瓜、甜椒等蔬菜作物的生产^[4]。无土栽培的方式有水培、基质培和雾培^[5]。其中,基质培为主要栽培形式^[6-7]。基质培的基质有沙、砾、锯末、泥炭、蛭石、珍珠岩、岩棉等^[8]。

全球农业发展面临气候变化、农药化肥的过度使用等导致的土壤退化、病虫害以及食品安全重大问题,干旱胁迫也已成为限制全球农业生产的主要

收稿日期: 2022-12-09; 修回日期: 2023-03-06

基金项目: 北京高校图书馆研究基金项目(BGT2021036)

作者简介: 陈奕颖,女,在读硕士研究生,主要从事知识产权情报研究。E-mail: 2416537092@qq.com

通信作者: 孙会军,女,副研究馆员,主要从事信息计量与科学评价、知识产权情报与应用研究。E-mail: rubyshj@sina.com

因素^[9-10],无土栽培可以克服土壤栽培易产生的土传病害等多种问题^[11-12],还可以解决保护地蔬菜生产土壤连作障碍问题,尤其对生长期较长的果菜类生产极为友好,能有效防止连作造成的病原菌积累导致的病害流行,大幅度提高产量。当前,基质培是瓜菜、果菜无土栽培中的主要方式,在解决土壤泛盐、土传病害等问题中发挥了重要作用^[13-15]。无土栽培技术已成为瓜菜栽培技术研究的主攻方向^[16]。

全球人口快速增长,食物需求激增,粮食安全备受挑战^[17]。无土栽培无需占用土地资源,在荒漠、戈壁、海岛、水面等非可耕地,以及在城市的摩天大楼里均可进行正常生产,不受气候环境制约,可以实现周年种植^[18]。无土栽培技术可以源源不断地为人类生产所需要的农产品,产量更高,果菜类蔬菜产量为土壤栽培的数倍甚至数十倍^[19]。因此无土栽培被认为是21世纪解决粮食安全、人口、资源、环境问题的重要途径,同时也是未来航天工程、月球和其他星球探索过程中实现食物自给的重要手段。无土栽培必将成为未来农业的重要发展方向^[4]。

虽然近几年我国无土栽培领域飞速发展,但是由于我国无土栽培起步较晚,现阶段我国发展的新型无土栽培技术大多处于规模较小的试验示范阶段,与国外成熟的无土栽培技术体系、大规模的植物工厂模式以及广泛的市场认可度相比,存在一定差距^[3]。此外,因缺乏技术、工艺、经验等支撑,规模化、高效的无土栽培生产一直是我国的短板^[20]。随着我国政府重视程度和科技竞争力的提高,目前我国无土栽培技术也进入了自主研发设计及应用的历史阶段,无土栽培正在朝着大规模生产、智能化管理和高经济效益的方向发展^[21]。

无土栽培是技术含量高和应用性强的领域,适合通过专利布局构建技术壁垒和抢占先进农业市场,发达国家已经大规模向我国进行该领域的技术扩张。基于此,笔者在本文中通过国内外专利数据的系统分

析,揭示无土栽培领域全球申请趋势、地域布局、技术构成、主要发明人及龙头企业等情况,挖掘研发热点并对未来发展趋势进行研判,为政府管理部门相关制度的制定、高校及科研院所的技术研发,以及相关企业的技术布局及发展方向的调整提供参考依据。

1 数据来源

2022年10月通过incoPat专利数据库进行专利数据采集。incoPat是被广泛认可的专利检索和分析工具,收录全球120个国家/组织/地区的一亿多件基础专利数据,拥有专利全文,数据字段完善,数据质量高。为了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)以及欧洲专利局和美国专利商标局共同开发的联合专利分类体系(CPC分类)进行技术领域的限定,共获得1934—2022年10月间无土栽培领域专利40318件,经过人工去噪及申请号合并去掉重复数据后得到34575件专利。专利数据的分析工作除了使用incoPat自带的分析功能,还结合DDA、Excel等工具开展深入计量分析和可视化分析。

2 研究结果与分析

专利申请数量能够反映一个领域的技术发展程度及其发展水平^[22]。申请趋势的年度变化可以揭示该领域不同阶段发展的快慢以及受到学界和企业等关注的程度。通过进行专利的地域布局分析,可以了解世界各国专利发展情况,获取不同国家产业发展决策的重要信息进而促进技术研发的方向科学调整^[23]。对领域内技术构成的分析,可以了解技术领域的组成及国际前沿热点,并对未来发展趋势进行研判,以掌握技术领域的全局状况^[24]。

2.1 总体发展趋势

无土栽培领域全球专利申请趋势年度变化情况如图1所示,无土栽培领域的技术研发起步较

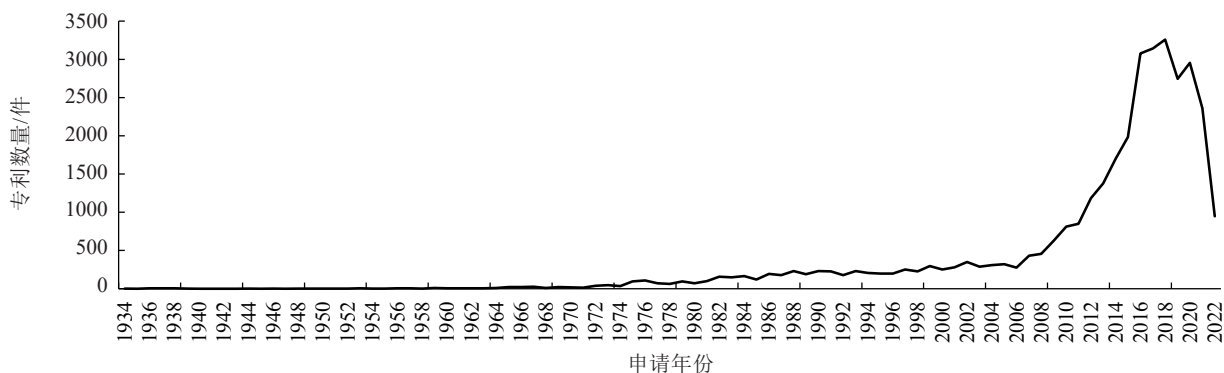


图1 无土栽培领域专利数量变化趋势

早,1934年,无土栽培领域的专利申请已经开始,第一件专利是美国的“一种无土栽培育苗及发芽种子的方法”的发明专利,但之后约40年一直处于止步不前的状态。从1974年开始专利技术的发展有抬头的趋势,直到2007年,专利数量急速增长,2018年达到峰值。由于专利从申请、审查到公布存在一

定的时滞,可能导致2019年之后的数据不全,不能真实反映专利变化趋势,因此2019年之后的数据仅供参考。

2.2 全球地域布局

无土栽培领域全球专利申请数量前十国家技术拥有量和专利布局情况如表1所示,专利申请数

表1 无土栽培领域技术强国专利量及布局情况

申请人国别	申请数量/件	公开数量/件	在别国公开数量/件	国外布局占技术拥有量比例/%	主要专利公开国别/组织	专利数量/件
中国	20 795	20 831	285	1.4	世界知识产权组织	124
					美国	50
					欧洲专利局	18
					日本	18
					韩国	17
					加拿大	14
日本	3876	3199	864	22.3	世界知识产权组织	207
					美国	163
					欧洲专利局	113
					中国	95
					韩国	85
					韩国	2626
美国	36					
中国	32					
日本	16					
欧洲专利局	13					
美国	2298	1681	1270	55.3		
					欧洲专利局	111
					加拿大	81
					日本	72
					澳大利亚	59
					中国	58
法国	598	313	342	57.2	欧洲专利局	62
					世界知识产权组织	33
					美国	27
					德国	20
					加拿大	15
					日本	14
德国	590	520	225	38.1	欧洲专利局	49
					世界知识产权组织	39
					美国	30
					英国	14
					中国	9
					英国	417
美国	41					
欧洲专利局	38					
澳大利亚	19					
日本	15					
加拿大	13					
俄罗斯	391	459	16	4.1	世界知识产权组织	10
					欧亚专利组织	3
					中国	2
意大利	216	57	171	79.2	欧洲专利局	45
					世界知识产权组织	35
					美国	21
					加拿大	11
					中国	8
西班牙	227	225	67	29.5	世界知识产权组织	20
					欧洲专利局	17
					中国	7
荷兰	154	100	85	55.2	欧洲专利局	25
					世界知识产权组织	22
					美国	19
					中国	9
以色列	73	80	51	69.9	世界知识产权组织	23
					美国	21
					欧洲专利局	9
					加拿大	6
					德国	3
					中国	2

量可以体现一个国家的技术拥有量,专利公开数量体现本国和其他国家在本国的专利布局情况。由于荷兰、以色列在无土栽培领域发展突出,在表1中加入荷兰、以色列。可以看出,我国在无土栽培领域专利申请数量最多,其次为日本、韩国和美国。我国技术拥有量较大,但是我国严重缺乏国外专利布局,在别国公开专利数量仅为285件,国外专利布局数量仅占申请数量约1.4%。而美国在别国公开数量为1270,占专利申请总数的55.3%,可见美国极为重视国外专利布局,在其他国家布局了大量专利。英国、意大利也十分重视国外专利布局,意大利对国外专利布局量占技术拥有量比例高达79.2%,英国高达62.6%。此外,中国被日本布局的专利最多,是日本在无土栽培领域国外专利布局数量第二的国家,因此中国是日本无土栽培领域的第二大市场。

荷兰和以色列在无土栽培领域上世界领先,但是专利申请数量并不多,分别为154和73件,但在国外布局的专利比例较高。荷兰国外专利布局量占技术拥有量的55.2%,高于俄罗斯和西班牙,与美国基本持平;以色列国外专利布局量占技术拥有量的69.9%,远高于俄罗斯、西班牙和美国。可以看出荷兰和以色列较为重视国外专利布局,同时也说明荷兰、以色列在无土栽培领域的专利申请质量较高,因此在专利数量较少的情况下仍能处于全球领先地位。

PCT是《专利合作条约》(Patent Cooperation

Treaty)的英文缩写,是有关专利的国际条约。根据PCT的规定,专利申请人可以通过PCT途径递交国际专利申请,向多个国家申请专利。经济合作与发展组织(OECD)国家已将PCT申请作为衡量世界技术前沿具有重要的技术和经济价值的技术创新的重要指标^[25]。PCT申请数量前五国家的情况如表2所示,可以看出日本和美国PCT申请数量远高于其他国家,美国PCT申请数量在专利申请总数中占比约15.6%。我国20795件专利中,提出PCT申请的仅有84件,占比0.4%,说明我国无土栽培领域国外专利布局意识较为缺乏。我国与美国、日本在无土栽培领域的PCT专利申请数量变化趋势的比较如图2所示。可以看出,美国2014—2019年PCT申请数量总体上呈上升趋势,尤其2017—2019年上升趋势极为明显,说明美国越来越注重国际专利的申请,拓展国际技术布局,积极开拓国际市场。日本2014年PCT申请数量达到峰值,之后逐年下降,从2019年开始被中国超越,说明日本在该领域的国际发展重视程度有所下降,而中国则在逐渐加强。

表2 PCT申请数量Top5国家情况

国别	PCT申请数量/件	PCT申请数量占本国专利数量比例/%
日本	367	9.5
美国	358	15.6
中国	84	0.4
韩国	69	2.6
英国	58	13.9

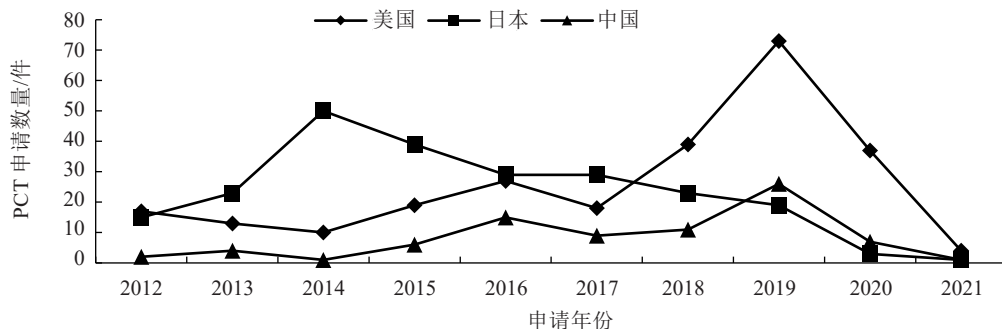


图2 Top3国家近10年PCT专利申请量变化趋势

2.3 Top10国家专利数量年度变化情况

无土栽培领域Top10国家专利数量年度变化趋势如图3所示。中国1985年开始实施专利制度,因此图3展示了Top10国家1985年至2021年在无土栽培领域的专利申请趋势。可以看出中国在无土栽培领域专利申请数量从2007年开始呈急剧上升趋势,中国总申请量远超其他国家。同时美国、日本、韩国均呈膨胀式增长,这说明国内外均较为重视无

土栽培领域专利申请,该领域发展趋势较好。

2.4 技术构成及未来发展趋势

无土栽培领域近20年国外主要国家技术构成如表3所示。在无土栽培领域的专利申请中,自动浇水装置(A01G27)方面日本、韩国、美国的专利数量最多,且远高于除中国以外的其他国家,说明在无土栽培自动化技术领域,日本、韩国、美国较为突出;在营养繁殖、无性繁殖(A01G1)领域,日本尤为

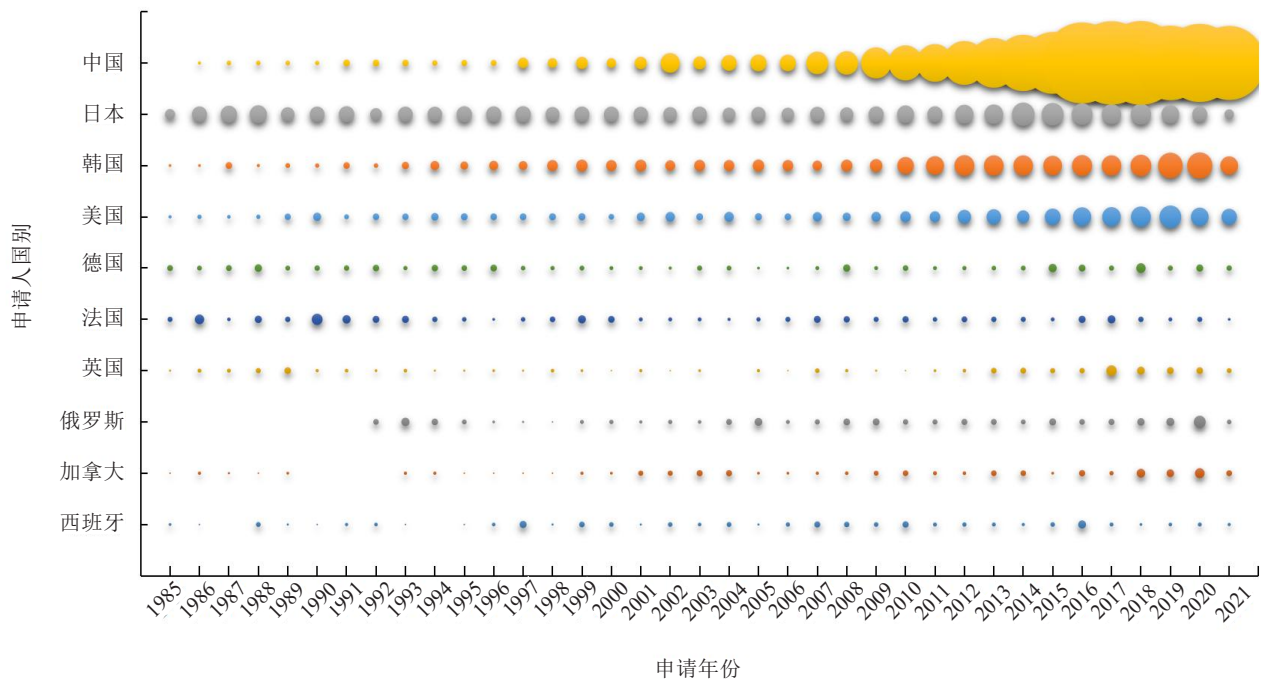


图3 无土栽培领域 Top10 国家专利申请趋势

表3 国外 Top10 国家近 20 年无土栽培领域主要技术构成

IPC 分类	IPC 释义	韩国	日本	美国	俄罗斯	德国	加拿大	法国	英国	印度	西班牙
A01G27	自动浇水装置	320	130	135	5	17	14	16	13	8	6
A01G1	转入营养繁殖、无性繁殖;在容器、促成温床或温室中栽培,无土栽培;草皮、草坪或类似物的栽培;未提及的特殊农作物或植物的栽培	97	243	77	6	5	9	12	4	2	2
A01K63	装活鱼的容器;陆地动物培养场	131	78	78	1	43	6	7	0	11	0
A01G22	未提及的特殊农作物或植物的栽培	94	107	33	13	1	4	1	2	8	0
C02F1	水、废水或污水的(加热、蒸馏或蒸发、萃取、吸附等)处理	104	57	62	2	1	8	5	3	12	2
A01G24	种植基质;培养基;及其装置和方法	72	49	67	1	4	5	2	6	3	2
C02F3	水、废水或污水的生物处理	63	31	68	5	9	7	12	1	9	2
A01G25	花园、田地、运动场等的浇水	20	44	57	4	4	5	2	11	20	5
A01G13	植物保护	45	36	25	1	1	4	4	0	2	2
A01C1	在播种或种植前测试或处理种子、根茎或类似物的设备或方法	28	27	41	12	2	3	2	3	0	2
A01C23	专门适用于液体厩肥或其他液体肥料,包括氨水的撒布装置	76	6	9	1	0	2	1	1	1	0

重视,其次是美国和韩国;A01K63 类包含的专利主要是关于水培种植和水产养殖的生态循环系统、鱼菜共生系统方面的技术研发,这一技术构成下韩国专利数量最多,其次为日本和美国;美国和韩国在水、废水或污水的生物处理(C02F3)方面的专利数量较为突出,韩国在水、废水或污水的(加热、蒸馏或蒸发、萃取、吸附等)处理(C02F1)方面尤为突出,可见美国和韩国较为注重生态环境保护;韩国在植物保护(A01G13)、专门适用于液体厩肥或其他液体肥料(A01C23)技术构成下专利数量明显高于除中

国外其他国家,可以看出近 20 年在无土栽培领域,韩国在植物保护技术、液体肥料技术等多个技术领域进行了大量研发投入,发展迅速。

近 20 年,中国的热点技术领域发展趋势如图 4 所示,可以看出,我国在复合肥(C05G3)方面非常重视,尤其在 2014—2018 年间,专利数量占绝对优势,2018 年之后有所下降,而在水培种植和水产养殖的生态循环系统/鱼菜共生系统(A01K63)及污、废水的生物处理及多级处理(C02F9)方面技术研发能力逐渐凸显,专利申请数量增长显著,但自动化

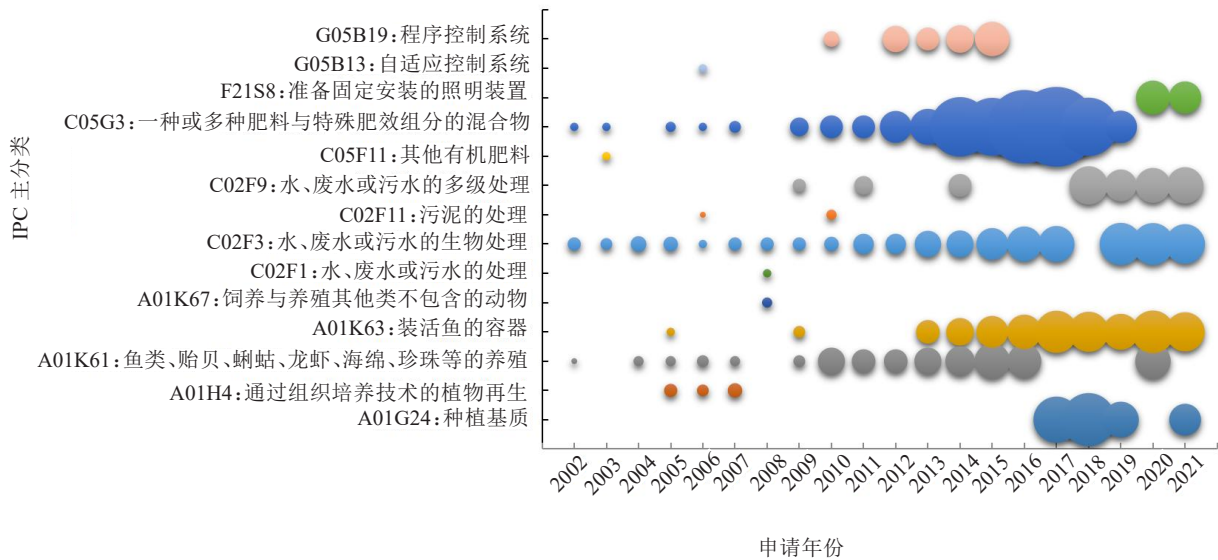


图4 近20年中国热点技术发展趋势

技术(G05B19、C05B13)、组培等植物再生技术(A01H4)、有机肥料(C05F11)以及污泥的处理(C02F11)技术近些年未有显著发展。

无土栽培领域PCT申请数量前三国家PCT申请技术构成如图5所示。可以看出日本在无性繁殖(A01G1)、鱼菜共生系统(A01K63)方面最为突出;美国在自动浇水装置(A01G27)、水、废水或污水的生物处理(C02F3)、复合肥(C05G3)、种植基质(A01G24)方面PCT申请数量均领先于其他国家,说明美国在自动灌溉技术、复合肥、种植基质、污废水处理技术等方面均较为重视,并通过PCT申请进行国外专利布局,专利质量高。中国PCT申请数量较少,应当注重加强无性繁殖、自动灌溉技术、种植基质、污废水处理的PCT申请。

2.5 机构分析

2.5.1 全球Top20机构分析 通过全球专利申请

人排名分析,了解专利技术主要掌握在哪些机构手中。无土栽培领域Top20机构如表4所示。无土栽培领域专利数量Top20的申请人中,中国的机构有14个,其中包括8所高校、3所科研院所和3家企业,说明在专利数量上,我国机构占绝对优势,且主要掌握在高校手中。除我国机构之外,日本企业有4家,法国和韩国企业各一家,说明日本无土栽培领域的技术也较强,且主要技术掌握在少数几家企业手中。

2.5.2 专利数量Top5国家的突出机构 无土栽培领域Top5国家的专利数量排名前列的企业、高校及科研单位如表5所示。可以看出日本、美国和德国的企业专利数量明显高于本国高校和科研单位,而韩国的科研单位专利数量高于企业。在该五国的研究机构,中国、美国和德国排在前三位的均是高校,日本和韩国均是研究所。中国表现最为突出

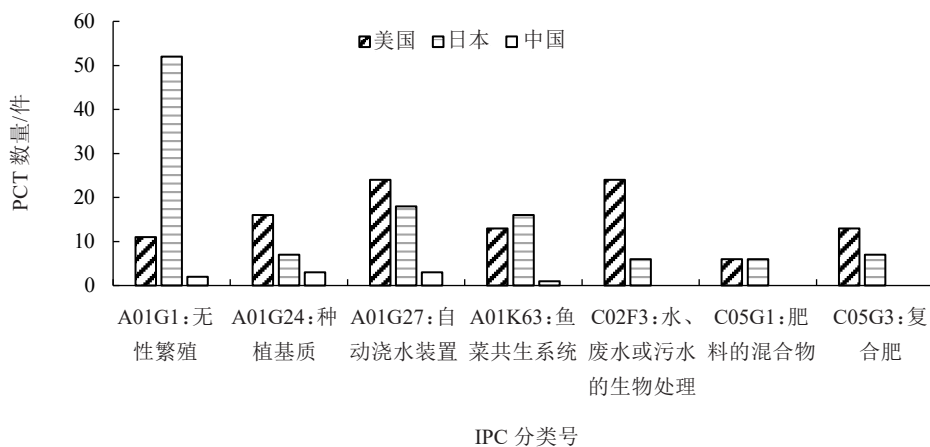


图5 PCT申请数量前三国家PCT技术构成

表4 无土栽培领域 Top 20 机构

申请人	英文名称	国家	专利数量
福建省中科生物股份有限公司	Sananbio	中国	160
圣戈班®依索维尔	Saint Gobain Isover	法国	137
四川农业大学	Sichuan Agricultural University	中国	133
北京中农富通园艺有限公司	Beijing Zhongnong Futong Horticulture Co., Ltd	中国	111
浙江大学	Zhejiang University	中国	103
福建农林大学	Fujian Agriculture and Forestry University	中国	100
中国农业大学	China Agricultural University	中国	94
中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所	Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture, CAAS	中国	75
南京农业大学	Nanjing Agricultural University	中国	71
松下知识产权管理有限公司	Panasonic Intellectual Property Management Co., Ltd	日本	67
福建三安中科光电科技有限公司	Fujian Sanan Sinoscience Photobiotech Co., Ltd	中国	65
江苏省农业科学院	Jiangsu Academy of Agricultural Sciences	中国	61
韩国农村发展管理局	Republic of Korea (Management Rural Development Administration)	韩国	60
日立株式会社	Hitachi Ltd	日本	59
中国农业科学院都市农业研究所	Institute of Urban Agriculture, Chinese Academy of Agricultural Sciences	中国	58
西北农林科技大学	Northwest A&F University	中国	56
松下电器工业株式会社	Panasonic Co., Ltd	日本	54
南京林业大学	Nanjing Forestry University	中国	52
华南农业大学	South China Agricultural University	中国	50
东芝公司	Toshiba Corp	日本	48

企业是福建省中科生物股份有限公司,突出高校是四川农业大学,科研单位为中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所。从表5还可以看出,中国高校、科研院所相对其他国家的高校和科研院所在无土栽培领域的专利申请数量较大,对于无土栽培领域技术研发贡献较大。

对专利数量贡献突出的申请人福建省中科生物股份有限公司、法国 Saint Gobain Isover(圣戈班®依索维尔)和美国 MJNN LLC(万明纳有限责任公司)的专利技术构成进行分析,如表6所示。可以看出除了 A01G31(无土栽培,例如水培)、A01G9(在容器、促成温床或温室中栽培;花坛、草坪或类似物的边饰)技术领域各申请机构均有较多涉及外,福建省中科生物股份有限公司在肥料的混合物(C05G1)方面与另外两家机构相比较占优势,万明纳有限责任公司在自动浇水装置(A01G27)技术构成下表现相对较好,圣戈班®依索维尔在营养繁殖、无性繁殖(A01G1)方面较为突出,我国企业应当注重自动灌溉技术和无性繁殖技术的研发。

2.6 专利运营分析

中国和美国近20年专利转让情况如图6所示,可以看出,在2002—2016年,美国专利转让数

量均高于中国,在2017—2022年,中国专利转让数量超过美国,且在2020—2022年远超美国。这说明中国近五年专利质量不断提高,创新成果转化能力增强,无土栽培领域产业化水平不断提升。

2.7 高价值专利分析

incoPat 数据库开发了一套专利价值评估体系,该体系通过衡量专利类型、同族个数、被引证次数、权利要求个数、同族国家的数量、涉及IPC大组个数、发明人个数等20多个指标,根据每个指标对价值度的影响力,设定各指标的影响因子,用优化方法使各个指标权重合理化,并将以上指标和因子计算应用到每件专利中,用于价值度的10级排序,价值度数值越大表明专利的价值越高。

专利申请数量 Top5 国家专利价值度情况如图7所示。可以看到虽然中国专利申请数量远高于美国、日本等国家,但是低价值度专利数量明显多于其他国家,且价值度为10的专利数量小于美国和日本,美国价值度为10的专利最多,这说明我国需要注重无土栽培领域高价值专利的培育。

表7是无土栽培领域专利申请数量 Top5 国家专利价值度为8及以上的高价值专利数量及占比统计。可以看出,申请数量 Top5 国家中,美国价值

表5 Top5 国家无土栽培领域突出机构

国家	企业		专利数量/件	高校、科研单位		专利数量/件
	中文名称	英文名称		中文名称	英文名称	
中国	福建省中科生物股份有限公司	Sananbio	160	四川农业大学	Sichuan Agricultural University	133
	北京中农富通园艺有限公司	Beijing Zhongnong Futong Horticulture Co., Ltd.	111	浙江大学	Zhejiang University	103
	福建三安中科光电科技有限公司	Fujian Sanan Sinoscience Photobiotech Co., Ltd.	65	福建农林大学	Fujian Agriculture and Forestry University	100
日本	松下知识产权管理有限公司	Panasonic Intellectual Property Management Co., Ltd.	67	国家农业和食品研究组织	Incorporated Administrative Agency National Agriculture And Food Research Organization	6
	日立株式会社	Hitachi Ltd.	59	独立行政法人农业与食品产业技术综合研究机构	Inc Admin Agency Naro	5
	松下电器工业株式会社	Panasonic Co., Ltd.	54	工业科学技术机构	Agency Ind Science Techn	3
韩国	乐金电子公司	Lg Electronics Inc	14	韩国农村发展管理局	Republic Of Korea(Management Rural Development Administration)	60
	恩森公司	Nthing Inc	14	韩国科学技术研究院	Korea Institute Of Science And Technology	27
	在盛科技	In Sung Tech	11	工业科学技术研究所	Research Institute Of Industrial Science Technology	12
美国	万明纳有限责任公司	MJNN LLC	44	怀俄明大学	University Of Wyoming	25
	海卓	Hydro Culture	29	罗格斯大学	Univ Rutgers	4
	哲斯特格林有限责任公司	Just Greens Llc	28	克莱姆森大学	Univ Clemson	3
德国	拜耳股份公司	Bayer Ag	19	马丁路德大学	Martin luther University	3
	西门子股份公司	Siemens Ag	14	斯图加特大学	University Stuttgart	2
	柏林电动汽车	Forschungsverbund Berlin e.V	13	德累斯顿工业大学	Technische Universität Dresden	1

表6 突出申请人专利技术构成

企业	IPC 分类号	IPC 分类号含义	专利数量/件
福建省中科生物股份有限公司 Sananbio	A01G31	无土栽培,例如水培	116
	A01G7	一般植物学	61
	A01G9	在容器、促成温床或温室中栽培;花坛、草坪或类似物的边饰	15
	A01G22	未提及的特殊农作物或植物的栽培	14
	C05G1	分属于 C05 大类下各小类中肥料的混合物	12
圣戈班®依索维尔 Saint Gobain Isover	A01G31	无土栽培,例如水培	145
	A01G1	营养繁殖,无性繁殖;在容器、促成温床或温室中栽培,无土栽培;草皮、草坪或类似物的栽培;未提及的特殊农作物或植物的栽培	66
	C03C13	玻璃纤维或细丝的成分	24
	A01G9	在容器、促成温床或温室中栽培;花坛、草坪或类似物的边饰	16
	E04D11	材料制成的屋面覆盖层;屋面覆盖层	9
万明纳有限责任公司 MJNN LLC	A01G31	无土栽培,例如水培	44
	A01G9	在容器、促成温床或温室中栽培;花坛、草坪或类似物的边饰	21
	A01G27	自动浇水装置	11
	A01G7	一般植物学	4
	A01G24	种植基质;培养基;及其装置和方法	4

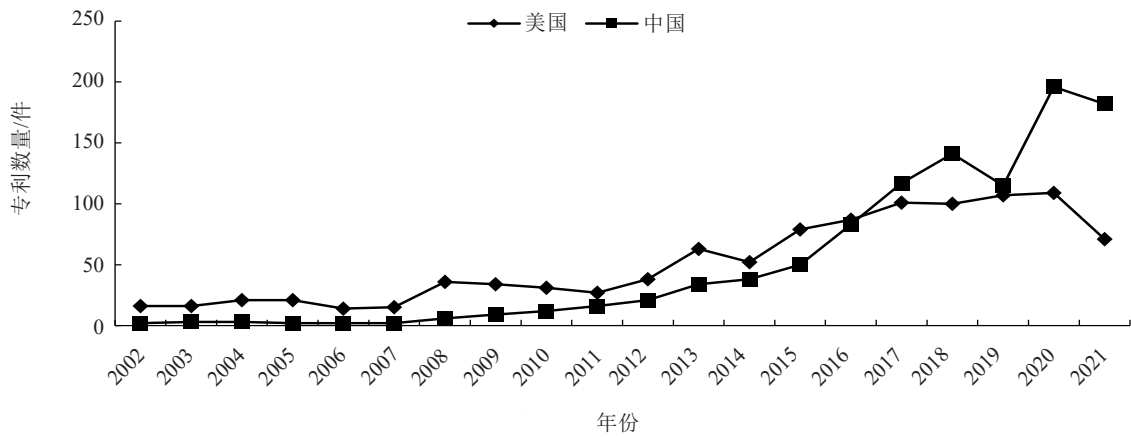


图6 中国和美国无土栽培领域近20年专利转让趋势比较

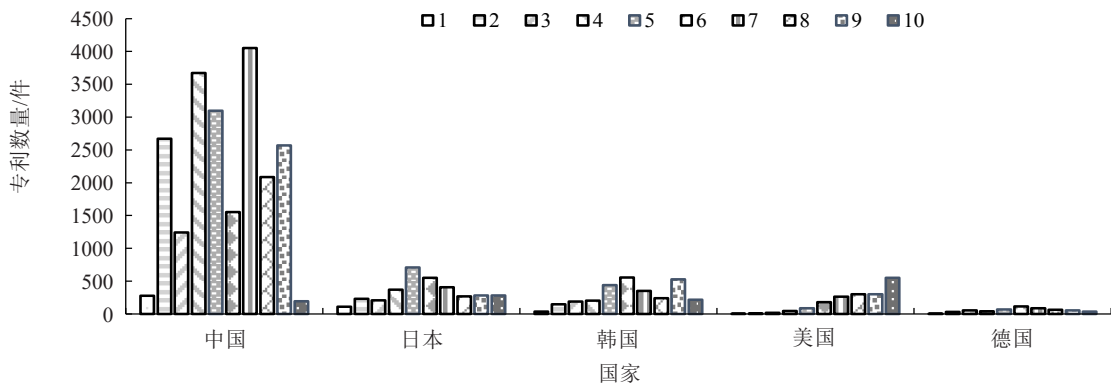


图7 无土栽培领域专利申请数量 Top5 国家专利价值度

度8及以上的专利占总专利数量比例最高,达到53.5%,日本、韩国、德国无土栽培领域高价值专利占比也均高于30%,中国高价值专利占比最低,仅为23.1%。这更加说明我国应当提高无土栽培领域高价值专利质量,注重高价值专利的培育和研发。

表7 无土栽培领域专利申请数量 Top5 国家高价值专利统计

国家	价值度为 8 专利数量/件	价值度为 9 专利数量/件	价值度为 10 专利数量/件	价值度为 8~10 的专利总数量/件	价值度为 8~10 的专利占比/%
中国	2086	2518	195	4799	23.1
日本	447	459	464	1370	35.3
韩国	269	540	161	970	36.9
美国	343	349	537	1229	53.5
德国	75	68	58	201	34.1

3 总结

无土栽培是将先进技术用于生产上的设施农业,在国际上广泛应用于生产实践后,显示出了无限的生命力,取得了应用土壤栽培得不到的社会效益和经济效益,将成为今后农业和园艺生产的发展方向^[5]。在1934年无土栽培领域的专利申请已经

开始,说明该领域的研究起步较早。当前,国内外极为重视无土栽培领域的技术研发,近15年专利数量急速增长,中国、美国、日本和韩国发展尤为迅猛,说明该领域具有较好的发展前景。

无土栽培领域专利数量排名前五位的国家依次为中国、日本、韩国、美国和德国。中国专利申请量远超其他国家,但是我国对国外进行专利布局较少,在别国公开数量仅占总申请数量约1.4%,PCT申请数量也远低于美国、日本。

从全球无土栽培领域专利技术构成分析可以看出,自动灌溉技术、鱼菜共生系统、通过组织培养的植物再生技术、无性繁殖、液体肥料技术、以及污、废水的处理技术为无土栽培的主要技术领域。在无土栽培自动化技术领域,日本、韩国、美国较为突出。美国和韩国在水、废水或污水的生物处理(C02F3)方面的专利数量较为突出,对生态环境保护相关技术的注重程度很高,污、废水处理技术较为先进。且美国、日本在营养繁殖、自动灌溉技术、复合肥、种植基质、污废水处理相关技术领域对其他国家进行了大量专利布局。

我国非常注重复合肥方面的专利研发,2014—

2018年专利数量占绝对优势,但近3年专利数量有所下降;鱼菜共生系统、废水的生物处理及多级处理方面专利数量显著增长;但是近年来组织培养等植物再生技术、有机肥料、污泥的处理以及自动化技术方面发展不足。

在无土栽培领域,企业专利数量前三名为福建省中科生物股份有限公司、法国的圣戈班®依索维尔(Saint Gobain Isover)、北京中农富通园艺有限公司。全球Top20机构中,中国高校有8所,说明高校是我国无土栽培技术领域的核心力量,我国企业中,福建省中科生物股份有限公司是国内排名靠前的优势企业。

我国专利申请数量最多,但是高价值专利数量却少于美国和日本,专利价值度 ≥ 8 的高价值专利仅占23.1%。美国专利价值度 ≥ 8 的专利比例最高,达到53.5%,日本达到了35.3%,说明我国无土栽培专利质量有待提升。近年来我国专利转让数量增长迅速,说明我国专利申请人专利转化意识不断增强,近年来专利运营能力得到提升。

4 建议

针对上述结论,对我国无土栽培领域的研发和发展提出如下建议:

(1)在该领域全球专利申请数量呈大幅增长趋势,说明无土栽培领域发展前景广阔,可以考虑在该领域增加科研投入,提升研发力度。当前国际上该领域的主导发展方向为自动灌溉技术、无性繁殖以及污、废水的处理技术等,我国研发人员应当紧跟国际前沿,加强组织培养等植物再生技术、污泥的处理以及自动化技术方面的相关研发。

(2)本研究表明,我国国外专利布局严重缺乏,在国外的专利公开数量和PCT专利申请量远远低于美国、日本,但日本、美国、韩国等国家已经在我国进行了较多的技术布局,逐渐占领我国技术市场。我国应当出台相应政策制度,大力推动有价值有市场的核心专利的海外布局,增强我国在无土栽培领域的国际竞争力。

(3)我国高校掌握着大量的技术,但高校研发人员多重视科研,忽视成果的转化运用,虽然我国近几年专利转化运用数量显著增长,但高校成果多处于沉睡状态。高校应当重视校企合作,促进科技创新成果的转化,避免研发投入和技术资源的浪费,使得专利成果通过转化和运用实现其经济价值,大力提高我国无土栽培领域发展水平,增强国际竞争力。

参考文献

- [1] 刘树堂. 无土栽培实用技术[M]. 济南:黄河出版社,2004.
- [2] HICKMAN G. International greenhouse vegetable production-statistics. A review of currently available data on the international production of vegetables in greenhouses; Cuesta roble greenhouse consultants[R]. Mariposa, CA, USA, 2019.
- [3] 晏琼,刘晓宇,虞昊安,等. 植物无土栽培技术研究进展[J]. 中国农业大学学报,2022,27(5): 1-11.
- [4] 孙锦,李谦盛,岳冬,等. 国内外无土栽培技术研究现状与应用前景[J]. 南京农业大学学报,2022,45(5): 898-915.
- [5] 刘婧. 无土栽培技术的应用与发展[J]. 北方园艺,2012(16): 204-206.
- [6] 周宇,陈蒙蒙,刘青,等. 黄沙和炉渣不同配比基质对温室黄瓜植株生长及生理特性的影响[J]. 中国农业科技导报,2019,21(9): 117-124.
- [7] 穆大伟,孙莉,江雪飞,等. 南海诸岛利用淡化海砂作为无土栽培基质的可行性研究[J]. 中国农业科技导报,2017,19(4): 110-118.
- [8] 夏祖印. 种鲜切花赚钱方略[M]. 合肥:安徽科学技术出版社,2018:46
- [9] 吴超群,杨泽茂,吴才君,等. 设施蔬菜根结线虫危害及其防控机制研究进展[J]. 北方园艺,2018(11): 164-172.
- [10] SHRUM T R, TRAVIS W R, WILLIAMS T M, et al. Managing climate risks on the ranch with limited drought information[J]. Climate Risk Management, 2018, 20: 11-26.
- [11] 王伟东,杨迎东,胡新颖,等. 百合种球无土栽培繁育技术[J]. 北方园艺,2016(13): 75-76.
- [12] THOMAS T, BIRADAR M S, CHIMMAD V P, et al. Growth and physiology of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars under different growing systems[J]. Plant Physiology Reports, 2021, 26(3): 526-534.
- [13] 李智,李文信,李天艳,等. 华南地区哈密瓜类型厚皮甜瓜发展前景及技术对策[J]. 中国瓜菜,2018,31(2): 38-39.
- [14] 曾维银,李武高,王建宾,等. 水果番茄有机基质生态型无土栽培技术[J]. 中国瓜菜,2018,31(9): 57-58.
- [15] SAVVAS D, GRUDA N. Application of soilless culture technologies in the modern greenhouse industry—A review[J]. European Journal of Horticultural Science, 2018, 83(5): 280-293.
- [16] 张全军,周庆阳,张丽丽,等. 瓜菜无土栽培概述[J]. 中国瓜菜,2005,18(6): 36-38.
- [17] MAJID M, KHAN J N, SHAH Q M A, et al. Evaluation of hydroponic systems for the cultivation of Lettuce (*Lactuca sativa* L., var. *Longifolia*) and comparison with protected soil-based cultivation[J]. Agricultural Water Management, 2021, 245: 106572.
- [18] 张真和,马兆红. 我国设施蔬菜产业概况与“十三五”发展重点:中国蔬菜协会副会长张真和访谈录[J]. 中国蔬菜,2017, (5): 1-5.
- [19] 郭世荣,孙锦,束胜,等. 国外设施园艺发展概况、特点及趋势分析[J]. 南京农业大学学报,2012,35(5): 43-52.
- [20] 隋明浩,张天柱. 规模化黄瓜无土栽培结果期椰糠营养液配方的优化[J]. 北方园艺,2015(18): 63-66.
- [21] 王桂英. 无土栽培技术的现状与发展前景[J]. 当代农机,2017(2): 20-21.
- [22] 梁玲玲,梁冉,石家宇. 基于专利信息分析的全球乳制品技术竞争态势研究[J]. 中国乳品工业,2020,48(10): 36-41.
- [23] 陈云伟,方曙. 社会网络分析方法在专利分析中的应用研究进展[J]. 图书情报工作,2012,56(4): 90-95.
- [24] 郭婕婷,肖国华. 专利分析方法研究[J]. 情报杂志,2008(1): 12-14.
- [25] 蔡中华,余薇佳. 2014年PCT国际专利申请状况分析[J]. 科技管理研究,2016,36(19): 173-177.