

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.05.035

粮食安全背景下实现食品与生态安全的法律路径

郑慧妮

(河海大学,江苏 南京 211100)

摘要:粮食问题是影响国计民生的要务,粮食安全更是占据重要战略地位,关系到国家的经济发展、社会进步。改革开放以来,粮食供给压力逐渐因迅猛发展的“石油农业”而有所缓解,带来的却是农业面源污染和食品安全事故系统性爆发。耕地被污染破坏,“农药”“激素”等看得见的食品安全问题与“转基因”等看不见的食品安全风险并存,严重危害生态环境与人体系统,亟需通过制定《农药管理法》《转基因食品安全法》等法律法规来进行管制。文章有针对性地对现行法律中存在的立法、监管、责任、防治机制等问题进行构建与完善。针对耕地保护法律对策进行研究,加强粮食农药污染防控的法律应对并找到适合我国转基因食品安全的立法模式,从而实现粮食安全、生态安全、食品安全的协同可持续发展。

关键词:粮食安全;食品安全;生态安全;农药污染;转基因;法律制度

中图分类号:TS201.6;X826;D901 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2023)05-0212-06

引文格式:郑慧妮. 粮食安全背景下实现食品与生态安全的法律路径[J]. 林业调查规划,2023,48(5):212-217.

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.05.035

ZHENG Huini. Legal Path to Realize Food and Ecological Security in Context of Grain Security[J]. Forest Inventory and Planning, 2023, 48(5): 212-217. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2023.05.035

Legal Path to Realize Food and Ecological Security in Context of Grain Security

ZHENG Huini

(Hohai University, Nanjing 211100, China)

Abstract: The grain issue is an important task affecting the national economy and people's livelihood, and grain security occupies an important strategic position, which is related to the country's economic development and social progress. Since the reform and opening up, the pressure on grain supply has gradually been alleviated by the rapid development of "petroleum agriculture", but it has brought about a systematic outbreak of agricultural non-point source pollution and food security accidents. Cultivated land is polluted and destroyed, and visible food security issues such as "pesticides" and "hormones" coexist with invisible food safety risks such as "genetically modified", which seriously endanger the ecological environment and human systems, and urgently need to be controlled through the formulation of *Pesticide Management Law* and *Genetically Modified Food security Law*. This paper constructed and improved the legislation, supervision, responsibility, prevention and control mechanisms in current laws, conducted research on legal measures for cultivated land protection, strengthened the legal response to grain pesti-

收稿日期:2022-03-08.

第一作者:郑慧妮(1995-),女,广东江门人,硕士研究生.研究方向为民商法学. Email:948985120@qq.com

cide pollution prevention and control, and found a legislative model suitable for the safety of genetically modified food in China, in order to achieve coordinated and sustainable development of grain security, ecological security, and food security.

Key words: grain security; food security; ecological security; pesticide pollution; genetically modified; legal system

当今时代各国依赖性逐渐增强,保障国家粮食乃全球化时代各国之大事,任何事情都可能演变为经济政治问题,保障粮食安全中国不能置身事外。中国的粮食安全以改革开放这个重要分水岭进行划分,改革开放后,我国与其他国家的联系密切加强,科学技术也不断得到进步,实现了粮食供需紧张平衡。90年代中期以来供求关系由长期短缺变为相对过剩;如今新冠疫情下粮食供需格局又发生了变动。粮食始终很难达到一个供大于求的平衡状态,于是长期以来为了加大粮食产量,维持供需平衡,利益链条上的商户为了减少成本,在利益驱使下,通过垦殖耕地、化肥、农药、激素等共同化学作用造成了农业面源污染,一方面造成环境生态破坏,另一方面食品污染间接地对人体系统造成不可逆的伤害。粮食安全转化为生态安全与食品安全只能成为无奈之选。亟需通过构建法律体系,完善法律制度来进行优化。

1 粮食数量安全与食品质量安全之间的悖论关系

1.1 粮食安全与耕地数量和质量的关系

食品的原料离不开粮食,粮食的生产离不开耕地。粮食的生产能力主要由两个因素决定,一方面是耕地数量,另一方面是耕地质量。据中国科学院国情分析研究小组计算^[1],目前北京、上海和天津三大城市人均粮食需求量大达 483 kg。假设 2030 年我国总人口数达到 14.5 亿,对粮食的总需求就会达到 7 亿 t。根据中国土地的人口承载潜力研究结论,我国粮食很难保障自给自足,农业科学家袁隆平也曾预测“一旦我们自己生产的粮食连温饱都达到不了,需要大量依靠进口,可能会有人“乘人之危。””如此之大粮食之需求,我国越来越少的耕地根本无法满足,加之耕地重金属污染日益严重,工业化进程的加快,许多非农建设挤占了耕地,且挤占的耕地大多是熟化度好,产出率高的城郊菜地,剩下的劣质耕地经过再次开垦,耕地质量呈整体下降趋势。其次,有机肥逐渐被化肥所取代,造成肥份比例失调与营

养流失,再加之高强度的耕作必然导致耕地质量下降。最后,耕地财产权利制度不完善,管理不到位^[2]。由于看不到耕地长期的盈利预期,越来越多的农民收入大多用来农村盖房,农村房地无法买卖与流转,农民向更高的产业转型,导致农村劳动力流失,耕地被掠夺式利用和随意式丢弃。对耕地的不间断与大规模的耕作,会导致土壤肥力下降,进一步引起水土流失和土地荒漠化。水土流失导致土壤里的化肥、农药会进入江河湖海,农业用水水质被严重污染,再用污水灌溉农田,土壤中重金属逐渐积累。据调查显示,曾有 6.7 万 hm^2 耕地盐碱化。农业用水污染最重要的影响是食品质量安全得不到保障。用污染的水灌溉农田,使病原体等通过粮食、蔬菜、鱼等食物链迁移到人体内,对人体造成慢性伤害^[3]。

1.2 粮食安全背景下看得见的食品问题之石油农业

1.2.1 农药化肥给粮食作物带来的危害

长期以来,石油农业对农业生态系统造成根本性的损害,因其将原本应该依靠太阳能的农业转变为依靠化学矿物的农业,打破了农业生态系统本身的平衡状态。中国是世界上最大的化肥使用国和农药使用国,石油农业中农药是对粮食农作物的顶级杀手。经农药处理过而被挽回拯救的粮食每年数不尽数,农药本身的作用是对病虫害的防治杀毒作用,对于缓解粮食供需矛盾也起到了至关重要的作用。物极必反,随着近年来农村劳动力的流失和全球气候变暖,冬季气温上升导致害虫增加等原因,农药的使用量也在不断增加,农药使用越多,害虫的抗药性越强,加之农民对农药的使用知识缺乏,往往会滥用农药,大规模地使用,不加以节制,或将高剧毒农药用在普通的农作物上。粮食在加工、包装、运输、储存、销售环节都有可能被农药污染,其中农作物种植过程是农药污染最严重的环节,具有特定的成因和机制^[4]。种植粮食时农药直接喷洒在粮食农作物上,大面积的喷洒除了粮食作物吸收外,掉落在土壤等周边的农药不仅会对环境造成伤害,粮食作物通过根茎吸收土壤中的农药成分,间接地造成双重污染。肥料是作物的“粮食”,施肥可为作物提供足够

的养分从而提高单产。化肥是保障粮食安全的重要因素,化肥本身无毒素,科学施肥无论对农业生产还是人们的饮食都是有益无害的。

1.2.2 科技进步之动植物激素的应用

除化肥农药对食品安全造成的伤害外,科技进步带来了动植物激素的使用,随着“瘦肉精”“植物生长剂、催熟剂、保鲜剂”等的应用,“表面上”保护了食物品质,实质上正在摧毁着当代人的身体健康系统,是一种“慢性鸦片”。由于一直处于粮食安全压力背景下,“化肥、农药、各类激素”的使用成为无奈之选,“适量”更是难以做到,关键是利益链条上的获益者根本不可能为了大众的食品安全而放弃这来之极易的利益。粮食安全背景下的食品安全问题任重道远。

1.3 粮食安全背景下看不见的食品风险之转基因—饥饿问题救星的美丽误会

大家常常听到转基因,认为其是绿色的,对人体无影响,但专家也并未说其无负面影响,或许其实质是非安全的,因为十几年来尚未发现转基因对人体的危害,但一旦发生危险,这种危害将是不可逆转的。转基因是科学技术的进步,转基因是以不同的方式将各种外源基因插入生物体内,原有基因插入新的基因,插入基因的效应无法完全预测,因此长期服用转基因食品对普通大众的消极影响尚不能预测。转基因技术始于 20 世纪 70 年代初,也就是说,转基因技术的效果目前只在一代人身上有了映射,对子孙后代的影响是捉摸不定的。即使转基因食品无任何生理危害,正常人还会倾向于选择非转基因食品。1998 年,苏格兰食品学家普滋泰教授声称,用转基因土豆喂幼鼠后,其生长发育受阻,内脏免疫系统受到破坏^[5]。小动物会受到转基因的伤害,人类会怎样?当今世界农业科学技术相互竞争,中国作为人多地少的大国,要想保障粮食可持续安全,发展自主产权的转基因技术成为必须的选择。但转基因会造成基因改造,基因改造会导致生物多样性的丧失,生物多样性是品种改良的基础,丧失生物多样性,农民和科学家很难利用不同的物种和基因资源来应对复杂多变的自然环境,防止不可预测的自然灾害,因此,转基因是粮食安全的挑战。

2 粮食安全与生态安全问题

2.1 生态环境对粮食安全的作用机理

保障良好的生态环境是粮食安全的基础。粮食生产和储存均会受到自然因素的影响,气候、水资

源、能源、土壤、耕地等均会影响粮食的质量和产量。生态环境的自净能力是有限的,生态环境破坏程度一旦越过临界点,粮食生产和人类其他活动就会受到大自然的报复^[6]。随着粮食安全阶段性地发生变化,石油农业向可持续生态农业转变成为必然。王奇等(2013)认为,生态环境与粮食安全之间存在着冲突,数据分析发现,为了保障 2020 年的粮食安全,在现有生产技术不变的条件下耕地施肥量需达到 407.8 kg/hm²,即使采用测土配方施肥技术也需要施肥 346.6 kg/hm²,两者均高于环境安全阈值,即我国 2020 年的粮食安全和水环境安全将难以兼得^[7]。随着工业化和城镇化成为大势所趋,其典型特征是占用农业用地,对自然生态环境资源进行掠夺式开发,消耗自然资源,排放废气、废水等污染物,严重造成生态环境恶化。生态环境的恶化对粮食作物的产量和质量均造成极大伤害。首先,制约了粮食产量的增加,工业化进程的加快,生态环境的破坏造成水资源与耕地资源的严重污染与失衡,加之我国人口持续增长与耕地面积的不断减少之间的矛盾,粮食产量受到约束。生态环境的恶化导致自然灾害带来的旱灾、水灾、害虫灾等对农业生产也产生不可逆的影响。其次,制约了粮食品质的提升,食品以粮食为原材料,粮食质量受到影响,食品的质量安全也得不到保障。如上述提到农业污染造成土壤中的重金属含量超标,污水灌溉农田,通过食品进入人体内,造成慢性疾病等。

2.2 生态环境污染造成的食品安全问题

生态视角下中国粮食安全面临的主要问题还是食品安全问题。环境污染和食用动植物是造成人类疾病特别是传染性疾病的两大原因,如 2019 年底一直持续至今的新冠病毒感染就离不开因乱捕滥食野生动物这一大原因;禽流感是人类常见疾病,其是由环境污染引起食品安全问题的鲜活例子。因此,控制环境污染、控制食品安全与控制人类疾病密切相关。食品的安全性受环境因素的影响很大。而人与环境关系密切,人类每天需要阳光、新鲜空气、水、食物来维持人体的成长和遗传。人与环境之间的能量传播和交换也需要依靠食物来维持平衡。环境的污染有一个过程,往往由质变到量变,也就是说环境通过大自然的作用自身往往具有自净能力,然而人类过度开发自然资源,破坏生态环境,使大自然不负重荷。党的十九大明确指出“坚持实施大气污染防治行动,打赢蓝天保卫战。”可见水污染和大气污染始终是我国未来防治污染的重点^[8]。

2.2.1 生态环境污染之大气污染

由于煤燃料的开始使用,大气污染成为常态。主要来源是煤炭、石油等化石燃料和工业生产。大气污染物对农作物的危害种类也多为二氧化硫、氮氧化物、氯气、氯化氢、汽车尾气、粉尘等。动植物长期暴露在被污染的空气中,可导致发育不良或感染疾病甚至死亡,而人类食物大多来自动植物,这直接影响食品的安全性。以氟化物为例,大气中氟化物对食品的污染主要有生活燃煤污染型和工业生产污染型,在一些寒冷潮湿地区,为了去除湿气,保持温暖,烤火与煤火供给不息,农作物受氟化物的影响,使食品的食用安全性受到影响,被氟化物污染的动植物再次进入食物链,再进入人体内,这本身也是一种食品质量安全的威胁。还有一种人们耳熟能详的污染物:“酸雨”。首先,酸雨含汞量高,鱼类生活在含汞量超标的淡水湖,通过食物链给人类食品安全带来风险。其次,酸雨流进土壤,使土壤中重金属含量超标,再次酸雨通过食物链传播到粮食蔬菜中,给食品安全带来潜在影响。

2.2.2 生态环境污染之水污染

水是万物之源。我国人多地少,南北水资源分配供需矛盾突出,本身的水资源匮乏加之粮食作物生长对水资源需求的增大,在此基础上的水体污染必然会对粮食作物的产量与质量造成危害。有机和无机化学污染比较常见,可以是化学工业,农业农药,除草剂等。大部分的有机化学物质均带有毒性,一旦流入河流或湖泊中就会污染或毒化水生生物,破坏生态系统。这些有机化学物质在水生物中积累,使被有机化学物质污染的水得不到净化,用污染化学物质的水体灌溉农田,生产出的粮食经过加工成为食品,对人体造成伤害;工业的开采和冶炼过程造成重金属污染,产生工业肥料及电池化学药品等生活垃圾;使用含重金属的水体灌溉农作物,重金属通过水生植物进入食物链,通过鱼类等水产品进入人体。认真解决水污染问题,实现人水的和谐发展,对保证我国食品安全具有重要意义。

3 粮食安全、生态安全、食品安全三者协同发展的法律对策

3.1 耕地质量保护的法治研究

耕地的质与量直接关系到粮食等农作物的生产,也是人类、动植物等生存的基础。“质”的方面主要问题是由于农业污染和酸雨等造成的耕地重金

属污染超标;“量”的减少主要源于农地弃耕现象越来越普遍,与城镇其他产业相比农业收入过低,“农民增产不增收”,农民不愿意在家种地,导致农地撂荒。故应把耕地保护系列问题纳入法治轨道,以填补法律空白,完善法制建设。耕地质量普遍下降的原因及相应对策主要有以下几方面。

1)耕地的群体大多是农民,农民与耕地的关系密切,农民由于文化程度普遍偏低,不了解土壤中重金属超标等会造成伤害,故应加强农民对耕地重金属污染相关知识的教育,增强其耕地环保意识,此外,应积极培育公益组织,完善耕地环境公益诉讼主体资格问题。因为在诉讼案件中,耕地污染诉讼主体资格要求与案件具有直接的利害关系,但因农村耕地环境公益诉讼制度严格缺乏,广大农民参与环境保护的热情被大大削减。

2)立法先行,制定耕地污染防治立法,我国未出台关于耕地重金属污染的相关法律法规,原因是耕地重金属污染较为隐蔽,只是环境危害的一个很小方面,人们对此不会主动预见,对这方面的立法就显得尤为被动,于是构建耕地污染防治法律体系变得十分重要。

3)制定严格责任机制。严格追究耕地污染法律责任,可借鉴民法对法律责任的要求,谁污染,谁负责,加大污染惩罚力度,严重时环境污染犯罪可入刑,在刑法中确立“土壤污染罪”“耕地重金属污染罪”等,真正起到对违法者警示与打击作用。

4)提高监管水平。耕地污染防治的监管难度不小,土壤中重金属污染具有繁杂性,且耕地具有自净性,人力方面的监管难度有目共睹。故对耕地重金属污染防治需要多部门相互配合,做到职责清晰,更要发挥社会监管作用,加强监管的普遍化与严格化。

3.2 粮食农药等污染防控的法律应对

3.2.1 农药污染法律不足之处

目前大量关于农业、农药方面的法律法规已出台,专门针对农药污染防控的立法有《农药管理条例》这一行政法规,其法律位阶较低,无法扮演《农药管理法》的角色。《农业法》《农产品质量安全法》也对粮食农药污染防控问题有相应的规定,但大多也只是原则性的规定,缺乏可操作性,难于有效具体地执行。如《农产品质量安全法》第25条,要求生产者合理使用农药等农业投入品,但该规定无详细解释,也无明确相应的法律责任,实践中很难执行^[9]。《农药管理条例》再次修订,对假劣农药的惩

罚力度大幅度增加,对新旧法如何适用,《立法法》规定“法不溯及既往”,《刑法》从保护人权的角度规定了“从旧兼从轻”,代表新的条例中更重的惩罚力度不适用新发生的违法行为。笔者认为不能一味地适用旧法,应分阶段适用,选择“从旧兼有利”原则。虽新修订后的法规对惩罚力度有所加大,但对于有关相关责任并未明确对生态环境造成损害的后果与惩罚,生态损害较为隐蔽,短期内无法肉眼察觉,故对当事人并未产生威慑力,对生态环境也未给予本质上的弥补。

3.2.2 农药污染防治的法律应对措施

1)立法先行,应完善农药污染法律体系,在《条例》的基础上制定《农药管理法》,以其为核心,对农药使用的登记、生产、经营、安全使用、污染防治作更具体的规定。

2)建立农药环境影响评价制度,由环保部门根据农药试验结果,对农药可能造成的生态环境影响进行全面评估。

3)改革农药污染监督管理机制,明确赋予环境行政主管部门在防治农药污染中的地位。

4)明晰农药污染的法律责任。法律责任是权利和义务的最后保障。(1)针对修订后的惩罚范围作进一步扩展,不仅要处罚污染违法对农作物粮食等造成的伤害,还要明确对生态环境造成损害的后果与惩罚。(2)对处罚对象资格进行拓展,对企业直接负责人也要进行罚款,采取双罚制;处罚额度在已有的基础上有所提高,发挥处罚的威慑力;处罚方式扩展可以为财产罚,也可以为资格罚。(3)完善农药污染民事与刑事法律体系,当污染程度超过民事处罚限度,可将其列入刑事犯罪,以“破坏环境资源保护罪”定罪。(4)认定时采取主客观相统一的方式,由于使用农药的大多数都是农民,文化程度偏低,农民自己也是农药的受害者,有时并未意识到自己滥用农药,对于不知情,不知道自己使用的是剧毒、禁用农药,造成粮食作物污染破坏的情况可以从轻处罚;对于主观恶性,故意使用过量农药或不匹配农药导致作物遭受破坏的应从重追究责任。如此处罚,对于农民本身也形成了很好的保护机制。针对《农产品质量安全法》第 25 条的“合理使用”,法律应对此作出详细解释,提高法律的可操作性,有助于明确法律责任,便于执行。

3.3 适合我国的转基因食品安全立法模式

3.3.1 我国转基因立法目前存在的问题

针对转基因存在的潜在生态、政治风险,其安全

性应通过法律加以保障。目前针对转基因食品的立法屈指可数,面对关乎人类及子孙后代健康的大事,却做不到有法可依。问题之一即转基因科学是及其专业化的产物,针对现有关于转基因规制的法律法规来解读,可以看出立法者呕心沥血地制定出一系列制度设计来保证转基因食品安全,但却忽视了及其重要的一点,转基因的受众群体是普通老百姓,面对如此晦涩难懂的科学术语条文,大众无法欣然接受。问题二乃是立法条文偏重对事前的监督而忽视了事后的救济,截至目前,转基因食品从未发生过危险,一旦发生危险只会无法可依,消费者权益得不到保障,正如“没有惩罚的教育是虚伪的教育,不重视事后救济的法律也是不可能获得尊重的法律^[10]”。

3.3.2 我国转基因立法的完善

根据转基因食品目前存在的问题,立法可从以下几个方面入手来完善相关制度。

1)制定更高层次的《转基因食品安全法》,相关配套法律法规才有迹可循。在这部最高层次的法律中明确我国对转基因食品产生与进口的态度,制定我国对转基因食品的原则。目前美国是转基因产品出口大国,占领着市场与份额,我国无论是生物技术还是科技均落后于美国,需要依靠转基因大国的技术和产品,美国对转基因食品态度采取“在没有明确态度有证据证明转基因食品有危险,在成分、营养价值和致敏性方面与同类传统食品未存在差异的情况下,反推其是安全的。”我国在立法上对转基因食品应采取目前国际上相对谨慎一些的“风险预防原则”,假定任何未得到科学的安全性证明的转基因食品均可能存在着风险,在此基础上制定相关的具体制度^[11]。

2)明确不同机构和部门的职能。转基因食品安全关系到国民健康,是国计民生大事,不容小觑,绝不能由地方行使立法权。

3)由于转基因食品关乎公众健康,故应构建公民监督管道,加强公众参与力度,使转基因食品安全信息变得公开和透明,引入转基因专家论坛、座谈会等,让公众对转基因食品有更进一步的了解,这对我国保障粮食安全具有进步性意义。

4)完善转基因食品生产流通过程的相关制度。如对生产者资格的把关、完善生产许可证制度、过程的把关、过程监控制度、对消费者的知情权负责、食品标识制度、对食品安全事后的预防与补救、食品安全保险制度与司法救济制度等。通过明确转基因食品惩罚性赔偿制度与力度,使转基因食品在每一个

环节都能确保相对安全,是保障我国粮食安全的重要一环。

4 结 语

放眼全世界,粮食危机从未消失,贫富差距问题似乎从未被解决。粮食安全关系全人类命运,中国不能独善其身,参与世界粮食安全管理,有利于推动构建人类命运共同体。粮食安全向左看是食品安全,向右看是生态安全,二者处于同一条坐标轴上,并且相互作用。打破粮食安全与食品安全之间的悖论关系,降低农药等对农业生态环境的伤害,实现粮食的绿色生产,是实现粮食可持续生产的必经之路。通过对粮食安全与食品、生态安全之间的相互作用关系及其存在的问题进行分析,认为针对耕地保护、农药污染防治、转基因立法模式方面的法律制度还需进一步构建与完善,粮食、食品、生态与大众生活密切相关,或许今后的相关法律法规应贯彻“以人为本”的立法理念,更加关注消费者群体的需求,有关部门和人员更应重点解决粮食安全这个问题这个源头,为食品安全与生态安全未雨绸缪,为我国整体大环境的优化提供保证。

参考文献:

- [1] 中国科学院国情分析研究小组. 农业与发展[J]. 资源节约与综合利用,2000(3):3-5.
- [2] 余振国,胡小平. 我国粮食安全与耕地的数量和质量关系研究[J]. 地理与地理信息科学 2003,19(3):45-49.
- [3] 迟凤玲. 浅淡水污染对我国食品安全的影响及解决对策[J]. 中国食物与营养,2006(5):14-16.
- [4] 邢鸿飞,吕汉东. 我国粮食农药污染防治的法律应对[J]. 食品安全质量检测学报,2021,12(10):4263-4268.
- [5] 张文. 转基因食品安全法律规制研究[D]. 无锡:江南大学,2009.
- [6] 罗春. 论农业生态环境质量现状与改善对策[J]. 环境研究与监测,2008(4):59-60.
- [7] 王奇,詹贤达,王会. 我国粮食安全与水环境安全之间的关系初探——基于粮食产量与化肥施用的定量关系[J]. 中国农业资源与区划,2013(1):81-86.
- [8] 李涌平. 从环境改变和食品安全谈健康[J]. 人口与发展,2018,24(1):13-17.
- [9] 高丽华,岳文俊. 农业清洁生产的法律问题研究[J]. 安徽农业科学,2020,48(13):248-250,267.
- [10] 李响. 中国转基因食品立法的困境与出路[J]. 华南师范大学学报(社会科学版),2015(1):139-144,191.
- [11] 杨新莹. 我国转基因食品安全立法模式探讨[J]. 贵州农业科学,2011,39(10):192-196.
- [12] 王琦,何瑞珍. 郑州市县域土地可持续利用健康性评价[J]. 林业调查规划,2021,46(5):7-14.
- [13] 高维全. 陆良县种子植物资源调查与分析[J]. 林业调查规划,2022,46(5):7-14.
- [6] CROCCO C D. Setting up an arabidopsis LED culture module that simulates plant neighbor proximity[J]. Methods in Molecular Biology (Clifton,N. J.),2021,2297(25):1-6.
- [7] 刘佳,赵春仙,董金义. 青岛市新老城区滨海植物景观比较分析[J]. 山东林业科技,2016,46(1):47-51.
- [8] OHTSUKA T,TOMOTSUNE M,ANDO M,et al. Effects of the application of biochar to plant growth and net primary production in an oak forest[J]. forests,2021,12(2):4-5.
- [9] URBAN R. Forest service (USFS) update current data on urban ecosystems (Crown width models for woody plant species growing in urban areas of the U. S.)[J]. Energy & Ecology,2020,23(3):88-89.
- [10] JAMES A,DAVID J,JASON G. Crown width models for woody plant species growing in urban areas of the U. S. [J]. Urban Ecosystems,2020,23(4):78-79.
- [11] 赵保国,朱江,艾训儒,等. 水杉原生种群胸径树高与树冠的通径分析[J]. 东北林业大学学报,2021,49(10):16-20.
- [12] 朱晋梅,朱光玉,易烜,等. 湖南省栎类次生林冠幅—胸径模型模拟研究[J]. 湖南林业科技,2021,48(3):46-51.
- [13] 郝建,贾宏炎,杨保国,等. 柚木冠幅与树高、胸径的回归分析[J]. 西北林学院学报,2019,34(3):144-148.
- [14] NING L,ZHAO Y,QIANG Z,et al. Numerical study on windbreaks with different porosity in photovoltaic power plants[J]. Energy Procedia,2019,158(54):45-65.
- [15] JENNY N,MICHELLE B,MALIN C,et al. Mercury accumulation in leaves of different plant types——The significance of tissue age and specific leaf area[J]. Biogeosciences,2021,18(23):22-24.

责任编辑:许易琦

责任编辑:许易琦