

姜言娇,薛丽,武木兰,等.蔬菜不同灌溉模式和施肥模式研究——以山东寿光、诸城、桓台为例[J].江苏农业科学,2020,48(21):166-171.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.21.029

蔬菜不同灌溉模式和施肥模式研究 ——以山东寿光、诸城、桓台为例

姜言娇¹,薛丽²,武木兰³,黄峰¹

(1. 中国农业大学土地科学与技术学院/农业部华北耕地保育重点实验室,北京 100193;

2. 山东省诸城市农业技术推广服务中心,山东诸城 262200; 3. 山东省诸城市农村综合改革服务中心,山东诸城 262200)

摘要:选取山东省部分地区进行实地调研,以探究山东省寿光市、诸城市、桓台县不同灌溉和施肥情况下蔬菜的产量和水分生产率的差异。调查发现,山东省蔬菜种植设施大部分为东西暖棚,施肥模式主要为鸡粪、豆饼肥、稻壳粪等农家粪和商品有机肥配施,灌溉方式主要为滴灌和大水漫灌,不同种类蔬菜的灌溉方式、灌溉量、灌溉频率都有差异。寿光市、诸城市、桓台县经过多年发展,形成了自己独有的蔬菜种植模式。

关键词:山东;蔬菜;施肥;灌溉;产量;水分生产力

中图分类号:S630.6;S630.7

文献标志码:A

文章编号:1002-1302(2020)21-0166-05

水分和养分是制约我国粮食、蔬菜等作物产量提高的关键因素,为了满足作物对水分和养分的基本需要,在农业生产中通常会通过灌溉和施肥来调节土壤的生产力,以达到高产的目的,但是不合理的灌溉和施肥不仅浪费了水肥资源,还会导致土壤肥力下降,造成地区的生态环境恶化^[1]。蔬菜是人们日常生活中必不可少的饮食产品,在我国的农业生产体系中占据了十分重要的地位,是我国除粮食作物外栽培面积最广、经济地位最重要的农作物;1995—2016 年期间蔬菜在农作物种植结构中的占比从 6.35% 上升到 13.40%,2016 年蔬菜种植面积为 2 232.828 万 hm^2 ,蔬菜产量达到 79 779.71 万 t,比粮食产量高 29.5%^[2]。设施蔬菜具有良好的经济效益,发展空间很大。由于设施蔬菜具有高收益、集约化的特点,农户往往为了追求种植规模和产量,大量投入水肥和农药,导致了温室气体排放、有毒物质残留和土壤酸化、盐渍化等一系列生态环境问题^[3]。近年来,我国在宏观政策方面提出降低

肥料用量的要求,地方农技推广部门也在推广测土配方施肥、水肥一体化等技术,许多专家学者也在积极研究减少环境恶化的种植技术。在这一背景下,有必要对典型蔬菜种植区的施肥和灌溉现状进行调查分析,从而为宏观管理提供科学依据。

研究设施蔬菜的施肥和灌水情况,提高蔬菜种植业的水肥利用率对于我国农业资源的有效利用具有十分重要的意义。目前我国有很多学者通过调研等形式研究了农业中的施肥和灌水问题,刘维哲等基于剩余价值法和陕西关中地区农户调研数据对农业灌溉用水经济价值和影响因素进行评价,结果表明,农户的节水意识可以影响灌溉水经济价值,这可以为研究地区农业生产中合理用水,提高水资源利用效率提供依据^[4]。孙艳军等对徐州市和连云港市 60 户种植户的日光温室蔬菜生产情况进行调研,了解了苏北地区日光温室蔬菜发展的基本情况,发现温室蔬菜种植中存在生产管理水平低、缺乏标准化等问题,并提出应用多功能、机械化装置进行灌溉施肥等建议^[5]。为了解农户对测土配方施肥技术的接受程度,王思琪等对 554 户农户进行实地调研,并运用 Ordered-Probit 模型对调研数据进行分析,结果发现,农户的年龄和学历以及经济收入水平等都会影响农户对环境友好型技术的采纳^[6]。但是目前对于蔬菜种植业整体的施肥用水情况和田间管理措施缺乏总体的研究,本研究着眼于我国水资源缺乏问题,重点研究山东部分地

收稿日期:2020-02-17

基金项目:国家重点研发计划(编号:2016YFD0300800、2016YFD0300801013);全国农业技术服务推广中心水肥一体专项。

作者简介:姜言娇(1995—),女,山东烟台人,硕士,主要从事 meta 分析和蔬菜施肥灌水研究。E-mail:2863577520@qq.com。

通信作者:黄峰,博士,副教授,主要从事流域生态水文建模和全国/区域生态与粮食安全用水权衡研究。E-mail:fluang@cau.edu.cn。

区蔬菜种植业现状,探究蔬菜在温室设施和保护地种植下的水肥资源利用情况,以期为我国蔬菜种植业的水肥资源利用提供依据。

1 材料和方法

1.1 调研区域

山东省寿光市位于山东半岛中部,属暖温带季风区半湿润气候,年均气温 $12.7 \sim 12.9\text{ }^{\circ}\text{C}$,据山东省寿光市气象局统计资料显示,寿光市多年年平均降水量为 593.8 mm ,降水多集中于夏季。寿光市的农业生产极易受到当地气候的影响^[7],蔬菜种植更是如此。寿光市是我国著名的“蔬菜之乡”,是我国最早建造冬暖式大棚的地区,始办于 2000 年的由山东省政府与我国农业农村部、科学技术部等部门联合举办的中国国际蔬菜科技博览会每年 4 月 20 日至 5 月 20 日都会在山东省寿光市蔬菜高科技示范园举办^[8]。寿光市的蔬菜种植技术发展为我国北方地区蔬菜种植开创了一种新的方式,寿光蔬菜种植技术近几年也传向全国各地,寿光一直被当作是蔬菜种植的“风向标”^[9]。山东省诸城市属于暖温带大陆性季风半湿润气候,年均气温为 $13.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,年降水量达 741.8 mm ,雨热同季,光照充足的气候条件十分适宜种植农作物。山东省在农村改革方面取得的成果一直十分显著,诸城市的贸工农一体化、农业产业化经营一直备受关注。2019 年 2 月,由潍坊市人民政府和中共潍坊市委协办,中国社会科学院哲学研究所、中国社会科学院社会发展研究中心等部门主办的“诸城模式”“潍坊模式”“寿光模式”与乡村振兴理论研讨会在北京召开,会上各部门深入讨论交流“3 个模式”,并为我国乡村振兴和“三农”问题的解决提出了建议^[10]。淄博市桓台县是山东省长江以北区域 1990 年建成的第 1 个吨粮县,农业生产种植体系与我国华北平原种植体系相同,以种植小麦、玉米为主,是山东地区具有代表性的粮食生产区^[11]。山东省桓台县位于山东半岛中部的鲁中山区和鲁北平原的结合地带,属于暖温带大陆性季风气候,年均降水量达 586.4 mm ,降水主要集中于夏季,地表水十分短缺,且时空分布不均匀,工农业用水以地下水为主,全县人均水资源拥有量仅为 354 m^3 ^[12]。桓台县适宜种植玉米、小麦等农作物,极少种植蔬菜,蔬菜种植面积仅为 0.17 万 hm^2 左右,占全县耕地面积的 5% 左右,主要由少数精细化蔬菜公司和家庭采摘农场种植。

本研究选取山东省寿光市、诸城市、桓台县 3 个比较有代表性的地区进行蔬菜种植调研,调研地点主要集中在寿光市古城镇、寒桥镇、孙家集镇、文家镇和纪台镇等地,诸城市昌城镇、枳沟镇、贾悦镇和石梓子镇等地,以及桓台县新城镇、果里镇、荆家镇、马桥镇和唐山镇等地,具体如图 1 所示。本次调研寿光市大棚 105 个、诸城市大棚 147 个和桓台县大棚 126 个,共计 378 个大棚。

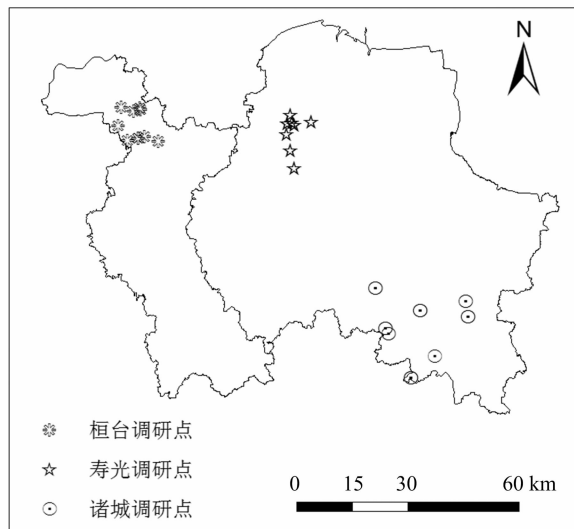


图1 调研地点具体位置

1.2 调研内容和方法

针对设施蔬菜种植系统目前存在的不合理管理措施及带来的环境问题,以山东省寿光市、诸城市和桓台县为研究对象,以调查问卷和一对一农户面谈方法对蔬菜设施建造情况、施肥情况和灌溉模式进行详细调查,调研内容主要涉及农户基本情况、施肥情况、灌溉情况、投入产出等基本情况。为进一步探究设施蔬菜的水分生产力,对蔬菜的灌溉用水进行定量处理和定性分析。通过式(1)、式(2)计算水泵灌溉每小时的出水量,然后通过灌水时长、灌溉次数等进一步求出蔬菜生育期灌溉总用水量。

$$P \times 1\,000 \times 3\,600 \times 75\% = M \times 1\,000 \times 9.8 \times H; \quad (1)$$

$$M = 275.51P/H. \quad (2)$$

式中: M 为水泵每小时出水量; P 为水泵功率; H 为扬程; 75% 为大多数水泵效率; 9.8 m/s^2 为重力加速度。

1.3 数据处理

数据和图形采用 Excel 2010 进行处理,部分图形使用 ArcGIS 10.2 进行处理。

2 结果与分析

2.1 蔬菜设施情况

山东省蔬菜种植设施主要有南北拱棚、东西暖棚(日光温室)、露天等 3 种。在本次调研中,南北拱棚、东西暖棚和露天蔬菜占比分别为 82%、15% 和 3%,如图 2 所示。南北拱棚相比东西暖棚温度稍低 2 ~ 3 ℃,南北大拱棚投入资金为 35 000 ~ 40 000 元/667 m²,东西暖棚投入资金为 60 000 元/667 m²,露天基本不需要前期设施投入。番茄、黄瓜、芸豆等蔬菜适宜种植在东西暖棚中,主要是由于东西暖棚的水热条件适宜这几种蔬菜生长,马铃薯、西葫芦等适宜种植在南北拱棚中,露天条件下主要种植生姜、大葱等蔬菜。由于不同的设施中种植的蔬菜种类不同,蔬菜产量没有可比性,但通过农户收益情况了解到,东西暖棚设施使用年限更久,收益相对更高。

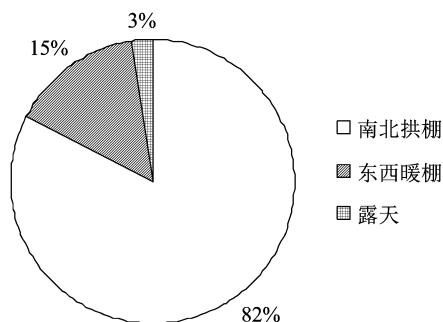


图2 调研区域蔬菜设施情况

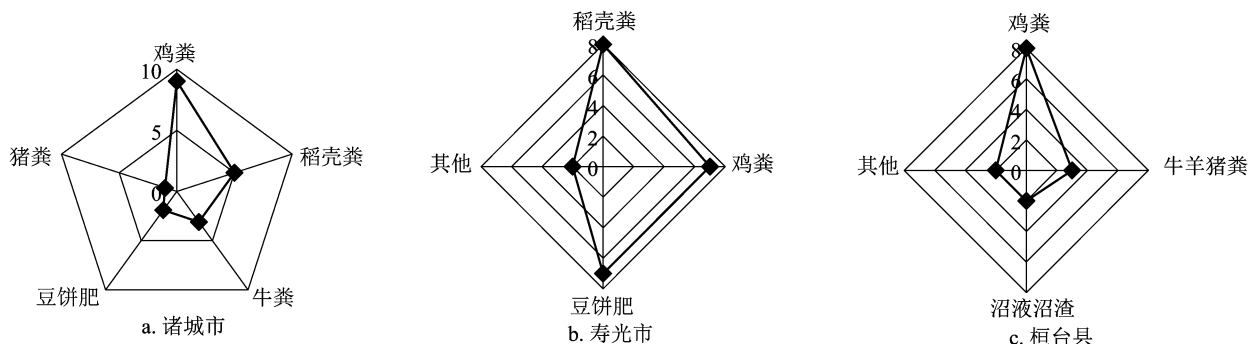
2.2 蔬菜农家肥施使用情况

蔬菜种植目前多采用农家肥和商品有机肥配施的方式。对本次调研的蔬菜施肥情况进行整理,比较分析 3 个地区不同的农家肥施使用情况。如图 3 所示,诸城市蔬菜农家肥以鸡粪、稻壳粪为主,猪

粪、牛粪和豆饼肥施用均比较少;寿光市农家肥主要为稻壳粪、鸡粪和豆饼肥,由于当地养猪、养牛较少,基本不施用猪粪和牛粪;桓台县农家肥以鸡粪为主,施用牛羊猪粪的较少,另外在调查户中还出现了施用沼液沼渣的情况,该种植农场主要走生态循环农业路线。通过对 3 个调研地区进行比较可以发现,鸡粪是山东地区蔬菜种植施用最普遍的农家肥,不合理地施用鸡粪会造成烧根烧苗、诱发根际和病毒病害、滋生根结线虫等问题。研究发现,鸡粪的腐熟度与蔬菜的发芽指数等生物指标有密切的关系,低腐熟程度的鸡粪可能影响蔬菜的播种和出苗,但腐熟程度高的鸡粪不会影响蔬菜的出苗和成苗^[13]。目前山东省蔬菜种植施用的鸡粪通常购自相关公司,腐熟程度很高,个别农户施用自己堆肥发酵的鸡粪。施用鸡粪可以增加土壤有效态养分含量、土壤微生物数量和酶活性等,可以有效改善土壤肥力^[14],充分腐熟发酵的鸡粪是目前山东省蔬菜种植底肥施用普遍选择的农家肥。腐熟彻底的豆饼目前也普遍被农户接受,豆饼肥中含有大量蛋白质,可以转化为氨基酸供作物吸收,营养价值十分丰富^[15]。作物秸秆的不合理使用会影响生态环境,造成资源浪费,所以我国一直比较提倡施用稻壳粪,研究发现,稻壳粪中的生物质炭基肥与化肥配施可以在不影响蔬菜产量的情况下提高氮素农学利用率,改善蔬菜果实品质,可部分替代化肥^[16]。鸡粪、豆饼肥和稻壳粪是目前山东地区施用较多的农家肥,也是目前我国比较提倡使用的肥料。

2.3 蔬菜种植的灌溉方式

山东省蔬菜种植的灌溉方式主要有大水漫灌、沟灌、微喷、滴灌等,灌溉水源主要为地下水,设施蔬菜种植的灌溉方式主要为滴灌和大水漫灌,其中滴灌占比为 50% 左右,大水漫灌占比为 25% 左右



图中数字表示占比
图3 调研区蔬菜种植农家肥施使用情况

(图 4)。不同蔬菜的灌溉周期不同,西红柿、茄子和黄瓜等根系发达、叶面积大、生长速度相对较快的蔬菜需水量较大,灌水周期基本为 7~10 d;菠菜和辣椒等生长期叶面积较小、根系不发达、生长和吸

收速度较慢的蔬菜需水量相对较小,灌水周期为 10~15 d,农户普遍表示,蔬菜是否需要灌水经常由地皮湿度决定,一般没有固定的灌水周期,但普遍是冬天各种蔬菜的灌水次数会相应减少。

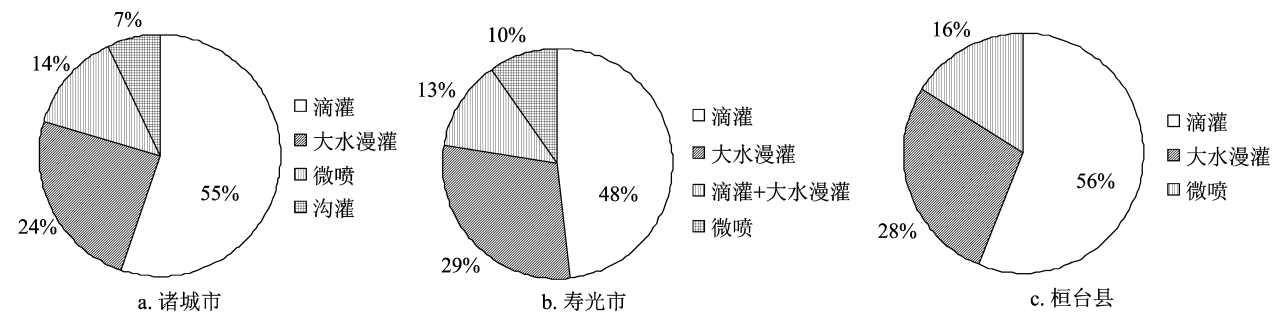


图4 调研区蔬菜种植的灌溉方式

为了进一步了解调查地区的灌溉情况,对其灌溉水分生产力进行了相关整理计算。如表 1 所示,3 个地区灌溉的水分生产力有所不同,主要发展蔬菜种植的寿光市灌溉用水投入较多,蔬菜产量大的同时所需的灌水量较大,水分生产力相对较低。西红柿、黄瓜、辣椒和茄子的灌水量均超过 7 500 m³/hm²,其中黄瓜和茄子的灌水量更是超过了 10 000 m³/hm²,4 种蔬菜的水分利用效率均较低。诸城市蔬菜产量较高,灌溉用水量比寿光市低,西红柿、茄子等根系发达、叶面积大、生长速度相对较快的蔬菜需水量较大,灌水周期基本为 7~10 d,灌水总量相对其他蔬菜较高,芸豆、菜花的灌水量相对较低,调研蔬菜的水分利用效率均比较低,诸城市西红柿、黄瓜的水分生产力高于寿光市。桓台县以种植粮食作物为主,少有蔬菜种植户采取精细化蔬菜管理方式,西红柿、茄子和辣椒等蔬菜均有较高的水分生产力。其中,西瓜、草莓和西红柿等以家庭农场采摘为主的果蔬产量和水分利用效率很低,家庭农场管理者一般会通过充足灌水来满足果蔬用水需求,保证果蔬品质。

3 讨论与建议

3.1 蔬菜种植模式讨论

蔬菜种植业是寿光市的第一产业,寿光蔬菜的种植面积为 5 万 hm²,总产量超过 450 万 t^[17]。2018 年,寿光市规划建设面积为 12 000 hm² 的现代农业高新技术集成示范区,积极响应国家政策引进水肥一体化、高效生态农业等高新技术企业。寿光蔬菜产业对寿光市其他产业发展都产生了很大影响,蔬

表 1 诸城市、寿光市和桓台县部分蔬菜的产量、灌水量和水分生产力

地区	蔬菜种类	产量 (kg/hm ²)	灌水量 (m ³ /hm ²)	水分生产力 (kg/m ³)
诸城市	番茄	156 250	6 131.0	26.5
	茄子	162 500	7 053.7	23.0
	黄瓜	112 500	3 000.0	37.5
	芸豆	30 000	2 482.8	12.1
	菜花	75 000	1 875.0	40.0
	洋葱	150 000	6 750.0	22.2
	草莓	37 500	2 343.8	16.0
	羊角蜜	67 500	6 000.0	11.3
寿光市	番茄	139 688	9 404.9	16.4
	黄瓜	281 250	11 816.0	27.0
	辣椒	88 875	7 974.4	11.2
	茄子	262 500	10 135.5	26.2
桓台县	番茄	115 000	1 836.7	62.6
	茄子	166 667	3 061.2	54.4
	黄瓜	105 000	10 331.6	10.2
	辣椒	167 910	2 056.0	81.7
	甜瓜	45 268	8 973.8	7.8
	西瓜(采摘)	24 643	6 599.1	5.3
	草莓(采摘)	15 000	5 014.3	3.1
	番茄(采摘)	55 000	5 510.2	9.6

菜产业集群的不断发展不仅产生出蔬菜销售、加工配送等下游产业,还孕育了化肥、农药、种苗、种子生产等上游产业,同时促进了寿光地区农业协会和科研机构的发展^[18]。李俊良等前期的研究表明,山东寿光蔬菜种植存在施肥灌溉不合理、土壤酸化、土壤盐化、病虫害问题严重等现象^[19],所以通过实地调研了解寿光市现有蔬菜种植业实际情况的意

义重大。山东省潍坊市诸城市与寿光市同属于全国农村经济实力百强县,作为农业产业化的发源地,诸城市从 19 世纪 80 年代末就开始发展农业产业化,积极推行“商品经济大合唱”“贸工农一体化”及农业产业化,在探索农业作为城市龙头企业带动城乡经济发展的道路上已经走在前列。目前,诸城市已经形成了包括肉鸡、蔬菜、食品等在内 12 大主导产业,早在 2009 年全市就有超过 70% 的农民参加农业产业化体系建设,80% 以上的农业总产值都由农产品加工创造^[20]。与寿光市相比,诸城市的农业发展更加多样化,不仅仅局限于蔬菜一种主导产业,但近几年诸城市的蔬菜发展态势也十分显著,规模也在日益扩大。诸城市蔬菜种植面积达 23 000 hm²,总产量超过 100 万 t,其中日光温室和塑料大棚种植面积占蔬菜总种植面积的 25% 以上^[21]。目前,诸城市形成了以栽培设施化和提高产出效益为重点,着力建设的高效优质安全蔬菜基地。桓台县目前有通过国家无公害农产品认证的特色四色韭黄,建成了国家级农业标准示范区^[22],也有被山东省农业农村厅评为“无公害蔬菜产地”生产的“姬桥”牌翠绿实秆芹菜,还有明清年间就享有盛誉,栽培历史悠久的新城细毛山药等特色产品,县区内也有若干西红柿、西瓜、甜瓜采摘的家庭农场。

寿光市的蔬菜种植主要走专业化和集约化道路,通过蔬菜种植进一步发展蔬菜配送销售等下游产业和化肥、农药、种子生产等上游产业,蔬菜种植的集约化发展对寿光市经济发展影响很大。诸城市蔬菜种植主要走农业产业化道路,农业发展更加多样化,不仅仅局限于蔬菜一种主导产业,在做好蔬菜基本种植的基础上进一步扩大种植规模。桓台县主要种植小麦、玉米等粮食作物,县区现有蔬菜种植走品牌化和家庭采摘农场路线,在蔬菜种植规模不大的地区也可以提倡此种蔬菜种植模式。

3.2 建议

针对本次蔬菜调研结果,给出以下几点建议:在施肥方面要积极调整肥料施用结构,重视有机肥的生产和投入,在保证蔬菜产量不降低的条件下,减少化肥投入,追肥时应减少氮肥和磷肥施用量,增加钾肥投入量,采取适当措施提高肥料利用效率。此外,要有针对性地施用中微量元素肥料,重视不同蔬菜的需肥特点、土壤养分状况以及中微量养分的管理。要根据不同蔬菜的营养特点、土壤的供肥性能、肥料种类及性质确定适宜的施肥时期和

肥料施用量,推行肥料分次施用技术和设施蔬菜水肥一体化技术。在灌溉方面,要根据不同蔬菜类型选择适宜的灌溉方式和灌水量,根系发达、叶面积大、生长速度相对较快的蔬菜需水量较大,要适当增加灌水量,生长期叶面积较小、根系不发达、生长和吸收速度较慢的蔬菜需水量相对较少,要适当减少灌水量。同一种类蔬菜的不同品种间需水量存在差异,要多种植耐寒和早熟的蔬菜品种,以减少灌溉量。

4 结论

山东省蔬菜种植设施主要有东西暖棚、南北拱棚和露地种植等 3 种,蔬菜效益较高的是东西暖棚种植模式。蔬菜种植主要配施鸡粪、豆饼肥和稻壳粪等农家粪和商品有机肥,将其作为底肥一次性施入,调研结果显示,农家粪的施用比例大于商品有机肥,与往年情况相比,商品有机肥的施用比例在增加。山东省蔬菜种植主要采用滴灌、大水漫灌、沟灌、微喷、滴灌等灌溉方式,滴灌和大水漫灌是应用最为普遍的方式,也最能被种植户接受。不同蔬菜的灌水量不同,调研显示,黄瓜、茄子等需水量大的蔬菜,种植户灌溉量相对较多。对调研数据的水分利用效率进行定性分析发现,诸城市番茄产量最高,桓台县番茄水分利用效率最高,寿光市番茄灌水量最高,水分利用效率较低;寿光市黄瓜产量最高,灌水量也高,桓台县黄瓜产量最低,水分利用效率在 3 个城市中最低,诸城市黄瓜产量较高,灌水量少,水分利用效率最高。本研究调研的“寿光模式”“诸城模式”和“桓台模式”可以为其他地区蔬菜种植提供参考和经验借鉴。

参考文献:

- [1]董志宏,陈亚楠,柴志福,等. 内蒙古半干旱地区设施园艺作物滴灌专用肥试验示范[J]. 环境与发展,2018,30(9):228-229.
- [2]中国农业农村部. 农村统计年鉴:2018[M]. 北京:中国统计出版社,2018.
- [3]李建明,邹志荣,王晓燕. 蔬菜节水灌溉指标的研究现状及存在问题[J]. 干旱地区农业研究,2000,18(2):118-123.
- [4]刘维哲,唐 溧,王西琴,等. 农业灌溉用水经济价值及其影响因素——基于剩余价值法和陕西关中地区农户调研数据[J]. 自然资源学报,2019,34(3):553-562.
- [5]孙艳军,高文瑞,徐 刚,等. 苏北地区日光温室蔬菜生产调研及发展对策分析[J]. 中国蔬菜,2018(9):5-8.
- [6]王思琪,陈美球,彭欣欣,等. 农户分化对环境友好型技术采纳影响的实证研究——基于 554 户农户对测土配方施肥技术应用的

王鑫源,董诚明,李 曼,等. 不同菌肥种类和施用量对连作地黄产量及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(21):171-176.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.21.030

不同菌肥种类和施用量对连作地黄产量及品质的影响

王鑫源,董诚明,李 曼,齐大明

(河南中医药大学,河南郑州 450000)

摘要:为探明不同菌肥对地黄连作障碍的作用,设计不同菌肥、不同施用量对地黄产量以及浸出物、梓醇、毛蕊花糖苷、地黄苷 A、地黄苷 D 和益母草苷含量的影响,并采用多指标综合加权评分法优选最佳菌肥种类及施肥量。结果表明,处理 NF-3(农大肥业菌肥 180 g/m²)提高连作地黄产量的效果最佳;处理 JH-3(聚核辛士力 180 g/m²)提高连作地黄品质的效果最佳。说明施用复合生物菌肥能有效提高连作地黄产量与品质。

关键词:菌肥;地黄;连作;产量;品质

中图分类号: S567.23+9.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)21-0171-06

地黄为玄参科植物地黄(*Rehmannia glutinosa* Libosch.)的新鲜或干燥块根^[1],属大宗常用中药材,在我国河南、山东、山西等地有大规模种植,以河南武陟、温县等地所产较佳^[2-3]。连作障碍是地黄种植过程中的常见问题。目前有关施用菌肥缓解连作障碍的研究,大都是关于单一菌肥的影响效果^[4-5],并未有系统地比较施用不同菌肥对连作种

植的影响。为此,本试验探究不同菌肥在不同施肥水平下对连作地黄产量及品质的影响,以期筛选出适宜的菌肥品种及施用量,为缓解地黄连作障碍提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料来源于河南省武陟县地黄规范化种植基地,经河南中医药大学董诚明教授鉴定为地黄,品种为金九。2018 年 4 月种植于河南省武陟县驾部连作 2 年地黄试验田。

1.2 试验设计

试验在河南省武陟县驾部科研试验田进行。

收稿日期:2019-12-20

基金项目:河南省重大科技专项(编号:171100310500)。

作者简介:王鑫源(1998—),男,河南郑州人,硕士研究生,主要从事中药资源与栽培技术研究。E-mail:wxinyuan8823@163.com。

通信作者:董诚明,教授,主要从事中药材规范化种植技术研究。E-mail:dcm371@sohu.com。

调研[J]. 中国农业大学学报,2018,23(6):187-196.

[7]高学芹. 寿光市气候变化对当地农业生产的影响浅析[J]. 安徽农业科学,2015,43(6):224-226.

[8]张 瑜. 相约蔬菜之乡 共享“三农”盛宴——第十六届中国(寿光)国际蔬菜科技博览会开幕[J]. 农业工程技术(温室园艺),2015(13):18-20.

[9]李光聚,刘天英,李秀欣,等. 寿光日光温室的发展历程及创新点[J]. 中国蔬菜,2019(10):14-18.

[10]马修文. 乡村振兴战略的哲学思考——“诸城模式”“潍坊模式”“寿光模式”与乡村振兴理论研讨会综述[J]. 哲学动态,2019(4):124-127.

[11]乔玉辉,吴文良,李花粉,等. 华北高产粮区基于环境保护的农产品安全生产服务体系现状及改进建议——以山东桓台县为例[J]. 中国农业资源与区划,2017,38(1):1-6.

[12]王立平,郑国栋,王 辉,等. 桓台县农业灌溉水资源优化分配研究[J]. 中国农村水利水电,2004(2):37-39.

[13]徐秋桐,孔樟良,章明奎. 不同有机废弃物改良新复垦耕地的综合效果评价[J]. 应用生态学报,2016,27(2):567-576.

[14]周新伟,常志州,沈明星,等. 不同腐熟度鸡粪在蔬菜上施用的农学效应研究[J]. 上海农业学报,2014,30(3):10-15.

[15]房孝钰. 冬季蔬菜种植有高招[J]. 农家参谋,2016(2):52.

[16]李大伟,周加顺,潘根兴,等. 生物质炭基肥施用对蔬菜产量和品质以及氮素农学利用率的影响[J]. 南京农业大学学报,2016,39(3):433-440.

[17]寿光统计局. 寿光统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2019.

[18]王学真,郭香峰,高峰. 寿光蔬菜产业发展对相关产业的影响[J]. 农业经济问题,2007(3):91-95,112.

[19]李俊良,崔德杰,孟祥霞,等. 山东寿光保护地蔬菜施肥现状及问题的研究[J]. 土壤通报,2002(2):126-128.

[20]杨 丽. 农村内源式与外源式发展的路径比较与评价——以山东三个城市为例[J]. 上海经济研究,2009(7):25-33.

[21]李玉伦,张焕刚. 诸城耕地[M]. 济南:山东科学技术出版社,2012:11.

[22]新 华. 四色韭黄擎起脱贫致富特色经济[J]. 农村新技术,2018(1):46.