

农田作物层生态因子的研究方法

董振国

中国科学院
(国家计委 地理研究所 北京 100101)

摘 要 董振国:农田作物层生态因子的研究方法,《生态农业研究》,3(4)1995:54—57

作者总结十几年田间试验观测和研究成果,提出了农田作物层生态因子这一研究领域的内容、田间观测小区布置、使用仪器及观测方法等。

关键词 作物层生态因子 研究内容 研究方法

Abstract Dong Zhengguo(Institute of Geography, CAS, Beijing 100101): Research methods to the ecological factors of crop canopy, *EAR*, 3(4)1995: 54—57.

Summarizing more than ten years field experiments and research results, the author presented some ideas on research contents, plot assignments for field measurement, instruments used and observation methods and etc. for the research on ecological factors of crop canopy.

Key words Ecological factors of crop canopy, Research contents, Research methods

农田作物层是农田内作物叶、茎、穗的集中区,也是农田光、热、水和二氧化碳交换最强烈的地区。作物层环境条件的变化在很大程度上影响着作物的生长发育,最终影响产量形成。我国较系统的研究农田作物层环境条件始于70年代末,当时由中国科学院院士黄秉维先生提出农田辐射平衡和热量平衡、农田土壤水分、农田作物层温度及茎或生长点温度、农田二氧化碳浓度变化对作物产量的影响、叶片气孔阻力变化与环境因子的关系、作物层内光分布及光谱组成、农田光能利用率及某一地区生产潜力研究等。据此,自1978年中国科学院地理研究所先后在河北省栾城县良种场、中国科学院北京大屯农业生态试验站、山东省平原县黄淮海农业开发试区及中国科学院栾城农业生态系统试验站进行田间试验观测,获得了大量试验数据。本文在总结多年试验和研究的基础上,提出了农田作物层生态因子的研究内容和方法。

1 研究内容

农田作物层生态因子的研究内容主要有:作物群体结构,包括作物的数量性状,如群体密度、群体叶面积和产量构成等;作物群体几何性状,用叶倾角和叶方位角表示;作物群体空间散布性状,指作物各器官在空间所处的状态。群体结构不同的农田活动层的水热状况及光能利用率不同。因此,在研究农田作物层环境条件时应首先说明农田作物的群体结构特征。

农田活动层热量收支:农田辐射平衡观测的项目有太阳总辐射、反射辐射、农田反射

率、大气逆辐射、农田长波辐射及长波有效辐射和农田活动层净余辐射。农田活动层热量平衡观测的项目有农田净余辐射、农田土壤热通量、农田蒸散耗热和显热交换通量。农田热通量可用热流板直接测量,也可采用其它方法,如测定土壤导热率,测量土壤温度廓线和台站规范法等。计算农田蒸散和涡流热交换可采用波文比(Bowen ration)—能量平衡法或涡度相关法、零通量面法、红外遥感模式法及植物生理测定技术和器测法等。

植物体温:主要有农田作物层温度、不同高度叶层叶温的变化、穗温、茎温、花温和生长点温度、作物根系温度等。研究植物体温与外界环境因子的关系、作物层温度与气温的关系、土壤水分对作物层温度的影响以及用作物层温度作为农田缺水指标。研究叶温与灌浆速率及千粒重的关系,获得在某一叶温范围内灌浆速率最大、千粒重最高的叶温指标。研究生长点温度、花温和果实温度与作物受冻害及热害的关系。

农田作物层光分布:研究光通量密度随高度的变化、作物层不同高度光谱组成、光斑与阴影处的光照强度和光谱组成,群体叶面积、叶倾角、叶方位角对光通量衰减的影响。通过观测作物层光分布和作物群体结构,寻找不同作物、不同作物品种利用光能较多的最佳作物群体结构,提高农田光能利用率。

农田作物层二氧化碳浓度:二氧化碳参与光合作用并直接作用于农田生产力,农田作物层二氧化碳浓度水平及输送效率对农田产量有较大的影响,黄秉维先生认为,在晴稳天气条件下作物生长盛期农田二氧化碳可能亏缺是生产潜力的一个限制因素。用叶室或同化箱方法测定光合速率的主要缺陷是改变了农田作物层的环境条件。用空气动力学技术测定农田二氧化碳通量,进一步用涡度相关技术测定二氧化碳交换,比用同化箱法更接近于农田实际。

叶片气孔阻力:由于气孔开度很难进行数值运算,用仪器观测气孔导度(或称气孔传导率),使气孔运动行为数值化,以引入微气象学和农田生态学领域,用于农田水汽和二氧化碳通量的测算,以深入探讨农田的物质能量输送。

2 研究方法

2.1 观测小区

2.1.1 作物群体结构观测小区

作物群体结构主要受种植方式和栽培技术的影响,不同栽培技术农田的群体结构参数不同,如冬小麦精播高产栽培技术、传统高产栽培技术和晚播独秆麦田栽培技术、平展型和紧凑型夏玉米品种栽培技术等。采用何种栽培技术决定于土壤肥力、农田水分、品种、播种期、播种量等。不同栽培技术农田的水肥管理不同,群体结构也不同。群体结构观测小区应在较大范围内选择不同条件农田并结合当地生产进行,也可根据试验目的采用不同的栽培技术培育出不同的群体结构。群体结构小区面积应大于 600 平方米。

2.1.2 植物体温和叶片气孔阻力观测

植物体温和叶片气孔阻力的变化,除受太阳辐射、气温、风速等气象因子影响外,在很大程度上受农田水分的影响。在充分供水农田,叶片气孔开启度大,气孔阻力小,叶片蒸腾强,蒸腾耗热多,叶温低。土壤供水不足,气孔开启度小甚至关闭,气孔阻力大,叶片蒸腾耗热减小,叶温升高;观测小区应安排不同水分处理,并定时(2天或5天)测定不同土层含

水量。

2.1.3 农田辐射平衡和热量平衡观测

农田热量收支是研究农田平均状况下农田活动层的辐射和热量平衡。观测场地要求下垫面均一,最好是同一作物,生育期大体相同,农田水分状况差异不大。观测场地应大于10公顷,场地附近特别是主风向的来风方向上无热源(主要指大工厂)。

2.1.4 农田二氧化碳观测

农田二氧化碳浓度的变化除受作物叶片的光合和呼吸作用影响外,受风速的影响较大。观测场地要求开阔均一,农作物生长良好,群体叶面积指数应大于2.0,如较大面积的冬小麦、夏玉米高产农田,丰产田面积应大于10公顷。观测场地附近(主要指工厂和酿酒厂)特别是主风向的来风方向无污染源。

2.1.5 热流板安装

热流板安装的要求:热流板应安放在某一土层,不能安装在土壤表层;热流板测出的数值应代表农田的平均状况。热流板安装过浅(<1厘米)或过深(>5厘米)均会影响观测精度。实践表明,在华北平原旱田,热流板安放于2厘米土层较适宜;在裸露农田应安放于3厘米以下土层;在条播农田应安放于行间、株间和行与株的中间位置;在打垄农田应安放于垄顶、垄底及垄的向阳和背阴面。土壤水分对热流板的影响较大,热流板应安放于水分均一的土壤,并定期测定安装土层的含水量。

2.2 观测仪器

测定农田作物群体叶面积使用叶面积仪,如LI—3000型、LI—3101型叶面积仪等。也可用打孔称重法、剪纸称重法、网格点法、参数法、几何图形法、标准叶片序列法和针刺法等。

测定农田作物层温度使用红外测温仪,如国产HD型、BAO—1型红外测温仪,美国LI—COR公司生产的AG—42型、AG—110型红外测温仪,日本松下公司生产的ER—2008型红外测温仪。在测定作物层温度的前、后,最好用黑体校准源对红外测温仪进行校准,如我们使用的CS—1000型黑体源。若无黑体源,也可用水代替。测定植物某一部位的体温时(如生长点温度、花温、茎温或根温)则需用针状植物体温计。

测定作物叶片气孔阻力使用气孔计,如英国Pelta公司生产的气孔计,美国LI—1600型稳态气孔计。由于气孔阻力随叶层、叶龄和不同部位而变化,因此,应选择上部叶片的中部测量,一般可选择充分发育的旗叶观测。每次观测应选在不同水分处理小区,随机选择作物上部的10片叶测量,取其平均值代表大田一般情况。

农田二氧化碳浓度观测是一项十分艰巨和细致的工作,需要建立与协调气路系统、电路系统和记录系统。主机可采用非色散红外分析仪(nondispersive infrared CO₂ analysers)。红外分析仪可采用北京分析仪器厂与德国Maihak公司合资生产的QGS—08型红外分析器作主机,用英国ADC公司的255MK₃型红外分析器作备用仪器。用0—500ppm档测冠层附近空气二氧化碳浓度,用设计制作的差动档测二氧化碳浓度差,跨度为0±50ppm。二氧化碳浓度测量的气路系统有样气入口、过滤器、干燥器、真空泵、混合瓶及高纯氮气、标准气、转换器、二氧化碳分析器、记录器、样品出口和管缆。

观测农田辐射平衡和热量平衡的仪器有:天空辐射表、反射率表、净辐射仪(或称辐射

平衡表)、长波辐射仪和热通量板等。如日式MR—21型辐射仪测定太阳辐射,澳大利亚CN—1型辐射平衡表测定农田净辐射,澳大利亚CN—2型反射率表测定农田反射率,澳大利亚CN—3型热通量板测定农田热流量。若用波文比—能量平衡法测量农田蒸散和显热交换通量时,还必须测定农田作物层以上0.5米和2米处的空气温度与湿度。

测定农田作物层不同高度太阳辐射通量和光合有效辐射光子数,可使用管状辐射仪和光子计,如LI—185A型、LI—190型光子计,光子计可同时测量太阳总辐射(W/m^2)、光子(400—700nm, $\mu mol/m^2 \cdot s$)和光照度(lx)。利用光子计还可测定某一叶片瞬时的光通量,也可测量阴影和光斑处的光照强度及光谱组成。

参 考 文 献

- 1 董振国等:《农田作物层环境生态》,北京,中国农业科技出版社,1994年

●征订启事●

欢迎订阅 1996 年《内蒙古畜牧科学》

《内蒙古畜牧科学》是内蒙古畜牧科学院主办的畜牧、兽医、草原专业领域的学术性刊物,1993年被评为内蒙古自治区首届优秀科技期刊。读者对象为畜牧、兽医、草原、牧业经济领域的科技人员、技术推广人员和有关院校教师及学生。国内统一刊号CN15—1113/S,季刊,全年定价6.00元。邮发代号16—101,全国各地邮局(所)均可订阅。如错过订期,请直接汇款至《内蒙古畜牧科学》编辑部。地址:010030 呼和浩特市鄂尔多斯路内蒙古畜牧科学院《内蒙古畜牧科学》编辑部。

欢迎订阅 1996 年《林业科技通讯》

《林业科技通讯》是由中国林业科学研究院主办、林业科技信息研究所编辑出版的中央级综合性林业科技信息刊物,全方位报道我国营林、森林工业、木材加工及综合利用、林产化学工业、林副特产、林业机械及园林等多方面的科技、经济及市场信息、新成果、新技术、新产品等,并及时报道国外的最新科研成果和科研动态,刊登国内外商品广告。设置的栏目有学术园地、科技简报、林业管理、多种经营、技术市场、供求信息、特快专递和广告专栏,等具有信息量大、内容丰富、信息准确可靠、技术先进实用、传递迅速有效等特点,适合于林业科研、生产、教学、科技管理、科技推广人员及基层林业职工阅读。

《林业科技通讯》为月刊,1958年创刊,大16开、48页,彩色胶印封面,国内外公开发行。定价3.50元/册,全年42.00元。每月15日出版,邮局订阅,邮发代号2—604。也可直接向本刊订阅,地址:北京市颐和园后,林业部科技情报中心《林业科技通讯》编辑部,邮编:100091,电话:(010)2582211。