

新形势下作物栽培理论与技术体系的构建

潘晓华, 石庆华

(江西农业大学 农学院, 南昌 江西 330045)

摘要: 基于全球气候环境、农业生产方式的变化, 提出作物栽培学应利用现代科技理论和手段, 构建应对全球气候环境变化、环境友好和资源节约及适应现代农业生产方式转变的栽培技术理论与技术体系。

关键词: 作物栽培学; 理论与技术; 构建

中图分类号: S31 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000 - 2286(2010)03 - 0468 - 04

On Establishing New Theories and Technique Systems for Crop Cultivation in the New Era

PAN Xiao-hua, SHI Qing-hua

(Agronomy College of Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: Based on the global climate change and changes in agricultural production patterns, the paper holds that crop cultivation should make full use of modern technology and that new theories and technique systems should be established in this field that are environment friendly and resource effective so as to adapt to all the changes.

Key words: crop cultivation; theory and techniques; establishment

作物栽培活动是人类最古老的活动之一, 但作物栽培学作为一门学科在我国仅有几十年的历史。几十年来, 我国作物栽培学者们以植物生理学、植物营养学、环境生态学等为理论基础, 以产量、品质和器官形成为研究主线, 以高产、优质、高效的作物生产为主要研究目标, 形成了有别于其他学科最本质的、具有普遍指导意义的作物栽培理论体系, 为我国农产品的安全、有效供给做出了巨大贡献。但是, 随着经济社会的发展, 作物生产的方式已发生重大变化, 人类对农产品需求无论是数量还是质量都在不断提高, 农产品的有效供给, 尤其是粮食安全已成为世界性问题, 而作物生产正面临着资源、环境、气候等方面的多重压力和约束。在这种情况下, 作物栽培学科如何为粮食安全和农产品的有效供给做出更大贡献, 对作物栽培学研究者而言既是机遇也是挑战。

1 构建应对全球气候环境变化的作物栽培理论与技术体系

全球气候环境的变化包括全球气候变暖、CO₂ 浓度提高、臭氧层变薄、干旱洪涝频度提高等气候问题, 及土地荒漠化、草地退化、水环境污染加剧、酸雨面积扩大、生物多样性受损严重等环境问题。

以全球气候变暖为例, 是当今国际社会最为人关注的全球性大气环境问题。2001年公布的第3次评估报告指出^[1], 近百年来全球平均气温已上升了 0.4~0.8℃; 2007年公布的报告指出, 全球气温 21

收稿日期: 2010 - 02 - 20

基金项目: 国家粮食丰产科技工程项目 (2006BAD02A04)

作者简介: 潘晓华 (1963 -), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事作物栽培研究。

世纪末可能上升 $1.1 \sim 6.4$ 。自 1905 年以来中国地表年平均气温明显增暖,升高幅度约为 0.79 , 增温速率约为 $0.08 / (10 \text{ a})$, 比同期全球或北半球平均略高。其中,我国大陆 35 N 以北地区年平均气温变暖显著于 35 N 以南地区;冬春季显著于夏秋季。在气候变暖过程中,陆地环境的夜间温度比白天温度升高更快,在 1950—1993 年,全球陆地夜间最低气温平均每 10 a 升高 0.2 左右,大约为白天最高气温升高率的 2 倍^[2]。笔者对江西省 1965—2005 年水稻生长期(4 月至 10 月)的气温变化进行了分析,其趋势与全球气候的变化是一致的^[3]。气温的这种变化规律使得近 50 年来的气温日较差呈下降趋势。

作物生产的过程实际上就是作物与环境相互作用的过程。气候环境的这种变化也就必然影响作物的产量和品质。已有研究表明,在水稻结实期,温度上升 $1 \sim 2$, 产量将下降 $10\% \sim 20\%$; 温度每增加 1 , 玉米平均产量将减少 3% 。在未来 100 年内,我国华北地区冬小麦产量会有不同程度的下降,平均减产 10.1% ^[4]。据估算^[5],到 2030 年,我国种植业产量在总体上因全球变暖可能会减少 $5\% \sim 10\%$, 其中小麦、水稻和玉米三大作物均以减产为主。如果不采取措施,到 21 世纪后半期,小麦、水稻、玉米等几种主要农作物产量可能下降 37% , 气候变化将直接威胁我国粮食安全。Peng 等^[6] 研究指出,在热带旱季夜间最低温度每升高 1 , 水稻产量下降 10% 。Lobell 等^[7] 指出,最高温与最低温对春小麦的影响在美国西部三个不同地区的影响是不一致的。对双季水稻的研究表明^[8],夜温升高导致双季早稻产量下降,而双季晚稻产量则提高。播种至幼穗分化期夜温升高促进分蘖的发生,双季早晚稻的产量均提高;幼穗分化至抽穗期夜温升高使颖花分化减少,早晚稻产量均下降;抽穗至成熟期夜温升高使早稻结实率和产量下降,而晚稻结实率和产量提高。Mohammeda 等^[9] 指出,高夜温影响水稻的产量是通过影响花粉萌发和结实率,而不是光合作用。全球气候变暖还对种植制度产生影响。杨晓光等^[10] 指出,在过去的 50 年中,由于气候变暖造成了全国种植制度界限不同程度北移,冬小麦和双季稻种植北界北移,熟制的变化可能使种植制度界限变化区域的粮食单产增加;而降水量的减少造成了雨养冬小麦—夏玉米稳产北界向东南方向移动。作物的生产过程是吸收 CO_2 生产和积累碳水化合物化合物的过程,但同时也是面源污染和温室气体的重要来源。已有研究表明,不同的品种和不同的栽培措施对减少作物生产过程的面源污染和温室气体排放有着重要影响。

应对全球气候变暖除了选育适应这种变化的新品种之外,作物栽培学学科有许多工作值得去做。如:全球气候变暖对不同作物(或品种)、不同季别、不同区域的作物生产的影响程度到底怎样,其影响机理是什么,如何利用播种期、密度及密植方式、水肥管理等栽培措施来减轻、避免全球气候变暖的负面影响或利用对区域作物生产带来的正面影响。在江西的棉花生产中,以前特别强调伏前桃和伏桃,但现在秋桃对产量的作用很大,因此如何利用好秋桃并提高秋桃的品质,栽培上值得研究。又如:全球气候变暖后,秋冬温度升高,油菜、小麦等冬季作物容易前期生长过旺,如何利用播期、肥水管理来调节等。笔者认为,全球气候环境的变化给作物栽培学学科带来了许多值得研究的问题,这些问题的解决,不仅有利于丰富作物栽培学理论,推动作物生产的发展,而且对新品种的选育也会起很好的促进作用。

2 构建环境友好型、资源节约型的作物栽培理论与技术体系

当今经济社会的发展正面临着资源与环境的双重约束。如何提高作物生产中资源(如水资源、肥料等)的利用效率是摆在作物科学工作者面前的重大课题。随着化肥工业的发展,以及受“肥多产量高”观念的影响,过量施肥和养分利用效率低的现象在我国极其普遍。2002 年的联合国粮农组织(FAO)统计数据显示,当年中国水稻的化学氮肥消费量已经超过 $180 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 远远高于世界平均氮肥用量 $100 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 的水平。据对全国 26 个地区 2 万多个农户的调查表明,水稻的氮肥投入量平均为 $215 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 小麦的氮肥平均投入量为 $187 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 而玉米的氮肥平均投入量为 $209 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 这 3 种粮食作物的平均氮肥用量为 $205 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 大大高于全国推荐的 $150 \sim 180 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 的水平。建国初期,我国粮食单产从 $1 \text{ t}/\text{hm}^2$ 提高到 $2 \text{ t}/\text{hm}^2$, 经过了 21 年;从 $2 \text{ t}/\text{hm}^2$ 提高到 $3 \text{ t}/\text{hm}^2$, 经过了 12 年;从 $3 \text{ t}/\text{hm}^2$ 提高到 $4 \text{ t}/\text{hm}^2$, 经过了 11 年,这期间化肥投入和粮食单产呈现同步增长。相比之下,从 20 世纪 90 年代到现在,粮食单产仅从 $4 \text{ t}/\text{hm}^2$ 提高到了 $4.6 \text{ t}/\text{hm}^2$, 而化肥施用量从 2 600 万 t 增加到 4 600 万 t, 出现了化肥用量大幅度增加,而粮食作物单产却徘徊不前的局面^[11]。马骥^[12] 分析了不同阶段化肥对粮食

产量增长的贡献率,指出在 1978—1984 年,化肥对粮食单产增加的贡献率为 30.8%,在 1985—1993 年为 42.7%,在 1994—1998 年为 10.3%,在 1999—2003 年则为 10.4%,表明化肥的增产效应正在逐渐降低。朱兆良^[13]总结我国大量田间试验后,提出我国主要粮食作物的氮肥利用率在 28%~41%,平均为 35%。目前中国水稻、小麦和玉米的氮肥利用率分别为 28.3%、28.2% 和 26.1%,平均为 27.5%。在改革开放的前 10 年,我国化肥施用量从 100 kg/hm² 增加到 183 kg/hm²,粮食产量跃上一个台阶,从 3 t/hm² 增长到 4 t/hm²。最近十几年,化肥用量增加了 100 kg,但产量仅增加 0.3 t。我国现在 1 kg 养分生产 27 kg 粮食,法国 1 kg 养分生产 87 kg 粮食,美国 1 kg 养分生产 47 kg 粮食。据中国农科院农业资源与区划研究所有关专家估计,我国目前农民每公顷耕地的肥料投入比欧洲农民多花 208 元,但是农田粮食生产能力只相当于欧洲发达国家的 60%~70%。由于不合理的施肥,国家每年的浪费性投入在 1 400 亿元。因此,提高作物生产中资源的利用效率,不仅有利于农民增收、农业增效,还可以减少农业生产对环境的污染。

为了解决人口增长对农产品需求的刚性增加,实现农业生产又好又快的发展,提高单位面积的产量是唯一的途径。因此,提高作物生产的资源利用效率必须基于高产或超高产这一前提,深入研究作物高产或超高产的养分吸收利用规律及作物周年生产中的资源优化配置,研究提高资源利用效率的途径、对策,真正实现优质高产协调统一、资源持续高效利用、环境友好和农产品污染得到控制。提高作物产量即增加了对 CO₂ 的固定,提高资源效率即减少农用物资生产过程中的碳排放总量。因此,作物的高产高效栽培也是低碳经济发展的需要。

3 构建适应现代农业生产方式转变的作物栽培理论与技术体系

随着经济社会的发展,农村劳动力转移是我国农村的普遍现象。在农村劳动力大量转移的情况下,农业生产出现了两种情况,一种是粗放生产,另一种是对轻简化技术的迫切需要。以水稻生产为例,目前生产中的轻简栽培技术有抛秧、少(免)耕、直播、机械化等。抛秧通过近 20 年的发展,由于迎合了广大农民对省工、节本、高效的迫切需求,且栽培技术基本成熟,生产上得到迅速发展,生产面积逐年扩大,应用范围不断拓宽。在南方稻区不少省份已成为当下水稻生产的主栽技术。少(免)耕栽培,尤其是少(免)耕抛秧栽培是近年发展起来的一种集保护性耕作与抛秧于一体的轻简栽培技术,但免耕栽培还有许多技术性的问题,难以高产或超高产。水稻直播栽培古已有之,甚至比移栽更早出现,即先有直播,而后有移栽,应该说水稻直播栽培是一种相对移栽更为落后的技术。近年来,之所以在南方稻区面积不断扩大,除了除草剂解决了传统直播栽培的杂草问题外,与农村对轻简化栽培的需求十分迫切,关系更为密切。从长远来看,抛秧、直播都是过渡性的技术,水稻及作物的全程机械化生产才是终极目标。正如毛泽东同志所说,农业的根本出路在于机械化。为了促进农业机械化的发展,中华人民共和国第十届全国人民代表大会常委会第十次会议于 2004 年 6 月 25 日审议通过了《中华人民共和国农业机械化促进法》,并于 2004 年 11 月 1 日实施。该法明确了各级政府对农业机械化的促进职责及对农机科研开发和生产、农民购置农业机械、农机作业服务和保障产品质量等方面的扶持措施。正是由于该法的颁布实施,改善了农业机械化的发展环境,极大地调动了农民、农业生产经营组织购置和使用农业机械的积极性。虽然我国作物生产的机械化水平总体还不高,但可预见在不久的将来,机械化将是作物生产的主导方式。从理论上讲,生产方式的变革必然带来对新技术的要求。但是现有技术远远满足不了全程机械化生产的需要。如全程机械化条件下的水稻育秧问题,尤其是二晚杂交水稻的机插育秧问题,机械化稻草全量还田后如何加快稻草腐烂与如何进行肥水管理,以及适合机械化生产需要的物化技术和物化产品等;又如,油菜、棉花等作物的收获问题,这些都是没有解决的,需要从理论和技术层面进行研究。

4 作物栽培学需要利用现代科技理论和手段进行改造和提升

传统的作物栽培学给人的印象是研究手段简单,一把尺子一杆称,数数量量看看。因而,常被人们认为缺乏科学内涵。最近 20 多年,作物栽培学已从总结经验、研究个性问题转向探讨器官及产量和品质形成的普遍规律,已从一把尺子一杆称和数数量量看看转向更多地使用现代仪器设备,如作物生长分析仪、SPAD 仪等,将作物栽培学向前大大推进了一步。然而,与实现对作物生长发育的定向调控和作

物栽培的精确定量要求相比还存在很大差距。有必要从细胞和分子水平探讨栽培措施、生长环境对作物器官建成及产量和品质形成的影响。随着航天技术和信息技术的发展,很多新技术已不断向农业领域渗透。通过研究和建立作物生产数据库及信息系统、作物生长预测和监测系统、作物管理决策支持系统、作物空间信息系统(3S技术等)、精确农业支持系统、作物智能和苗情诊断系统、虚拟作物以及网络服务系统,可以对复杂的作物栽培生产过程进行系统的分析和综合,建立动态的模拟模型和管理决策系统,实现作物生产管理的定量决策,从而促进作物栽培的规范化、信息化、科学化^[14]。

长期以来,人们对作物栽培学的理解都是从属于作物育种,为作物品种配套服务。不可否认,这也是作物栽培学的重要内容之一。要改变这种现象,就必须深化对作物器官建成及产量和品质形成规律的认识,使作物栽培学从提供作物品种配套技术服务,转变为既为作物品种提供配套技术,也为育种专家提供选育新品种的生理或形态上的可靠指标,使作物栽培学走在育种的前面。此外,作物栽培学也被人们称之为软科学,有点看不见摸不着。尽管近年逐步被人们重视,但也有不少人觉得可有可无。要改变作物栽培学的这种现状,将技术进行物化,研究和开发物化产品是一条重要途径。如多效唑、育秧肥、壮秧剂、种子包衣剂等产品的应用,不仅有利于作物优质高产,而且使作物生产过程趋于简化。要实现上述目标,就应该跳出传统作物栽培学的理念,利用现代科技理论和手段对作物栽培学进行改造和提升。正如尹均教授指出的^[15]:只有顺应科学发展的大趋势,跟踪科学发展的前沿,应用现代高新技术,调整学科研究方向,深化科学研究领域,解决更多传统技术不能解决的问题,作物栽培学才能在传统作物栽培学研究的基础上,开创全新的学科研究领域,作物栽培学科的理论和技术才会有一个跨越式的发展。

总之,全球气候变暖、资源环境约束加重、人类对农产品需求不断增加和作物生产方式正在发生重大转变,给作物栽培学带来了很好的发展机遇,如何利用现代科技理论和手段来改造和提升作物栽培学的内涵,也给作物栽培学的发展带来巨大挑战。随着作物栽培工作者观念的更新、知识的更新,作物栽培学的明天一定会是美好的。

参考文献:

- [1] Houghton J T, Ding Y, Griggs D J. Climate Change 2001: The Scientific Basis[R]. 2001.
- [2] 唐国利,任国玉. 近百年中国地表气温变化趋势的再分析[J]. 气候与环境研究, 2005, 10(4): 791 - 798.
- [3] 魏金连,潘晓华. 鄱阳湖区近 40 年来双季稻生长期间的气温变化趋势[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(27): 12995 - 12997, 13001.
- [4] Terjung W H, Ji H Y, Hayes J T. Actual and yield for rainfed and irrigation maize in China[J]. International J Biomeology, 1989, 28: 115 - 135.
- [5] Tao F L, Yokozawa M, Xu Y L, et al. Climate changes and trends in phenology and yields of field crops in China, 1981 - 2000[J]. Agric Forest Meteorology, 2006, 138(1 - 4): 82 - 92.
- [6] Peng S B, Huang J L, Sheehy J E, et al. Rice yields decline with higher night temperature from global warming[J]. Proc Natl Acad Sci, USA, 2004, 101: 9971 - 9975.
- [7] Lobell D B, Ortiz - Monasterio J I. Impacts of day versus night temperature on spring wheat yield: a comparison of empirical and CERRES model predictions in three locations[J]. Agron J, 2007, 99: 469 - 477.
- [8] 魏金连,潘晓华,邓强辉. 不同生育阶段夜温升高对双季水稻产量的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(2): 331 - 337.
- [9] Mohammed A R, Tapley L. High nighttime temperature affect rice productivity through altered pollen germination and spikelet fertility[J]. Agric Forest Meteorology, 2009, 149(6 - 7): 999 - 1008.
- [10] 杨晓光,刘志娟,陈阜. 全球气候变暖对中国种植制度可能影响. I 气候变暖对中国种植制度北界和粮食产量可能影响的分析[J]. 中国农业科学, 2010, 43(2): 329 - 336.
- [11] 张福锁,崔振岭,王激清,等. 中国土壤和植物养分管理现状与改进策略[J]. 植物学通报, 2007, 24(6): 687 - 694.
- [12] 马骥. 中国化肥需求行为研究[D]. 北京:中国农业大学, 2006: 24 - 47.
- [13] 朱兆良. 农田生态系统中化肥的去向和氮素管理[C]. //朱兆良,文启孝. 中国土壤氮素. 南京:江苏科技出版社, 1992: 228 - 229.
- [14] 凌启鸿,张洪程. 作物栽培学的创新与发展[J]. 扬州大学学报:农业与生命科学版, 2002, 23(4): 66 - 69.
- [15] 尹均. 应用现代生物技术深化作物栽培学科研究的商榷[J]. 河南农业科学, 2006(8): 45 - 48.