

当代作物生理学研究

马瑞崑 贾秀领 主编



中国农业科学技术出版社

当代作物生理学研究

马瑞崑 贾秀领 主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

当代作物生理学研究 / 马瑞崑; 贾秀领主编. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2002. 7
ISBN 7-80167-379-4

I. 当... II. ① 马... ② 贾... III. 作物—生理学—
研究 IV. S311

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 047693 号

责任编辑
责任校对

出版发行

经 销
印 刷
开 本
印 数
版 次
定 价

徐平丽
李 刚

中国农业科学技术出版社 邮编: 100081
电话: (010) 68919711 传真: 68919698
新华书店北京发行所
河北省农林科学院粮油作物研究所印刷厂印刷
787mm×1092mm 1/16 印张: 20
1~1000 册 字数: 550 千字
2002 年 7 月第 1 版, 2002 年 7 月第 1 次印刷
50.00 元

序 言

作物生理学是以植物生理学为基础,以指导栽培作物生产和研究为目的的应用基础学科。到 20 世纪中叶,作物生理学已经发展成为一门独立成熟的学科,此后,该学科一直充满着朝气和活力,发展速度很快。我国作物生理科技工作者在本领域中辛勤耕耘,取得了卓越的成绩,为学科的发展做出了巨大贡献,从而推动了我国农业现代化的进程和农业国际竞争力的提高。

1986 年中国作物学会栽培研究委员会正式成立,并召开全国栽培生理第一次学术讨论会。到目前为止,中国作物学会栽培研究委员会已经召开 6 次全国栽培生理学术讨论会,这些学术讨论会的成功召开,为本次学术研讨会的召开提供了厚实的基础和宝贵的经验。

新世纪之初,我国进入全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化的新阶段,同时,中国成功加入 WTO,也使中国农业面对新机遇和新挑战。面对中国农业发展的新形势和新任务,中国作物学会栽培研究委员会拟在渤海之滨的北戴河召开第七次全国作物生理学术研讨会。这次研讨会的主题是“面向 21 世纪的作物生理学——机遇与挑战”,会议将总结和交流作物生理研究领域的新成果、新思路、新技术和新方法,结合我国西部大开发战略和加入 WTO 后中国农业的发展战略,探讨我国农业和 Environment 可持续发展以及新世纪作物生理学的发展的应对策略。

为了开好这次学术讨论会,从代表们提交的论文中遴选了部分论文结集,在会前公开出版,以利于在会议中,广大学术界同行进行新学术观点的交流辩论和学术思想火花的碰撞交融。

本文集汇集了作物生理科技工作者在世纪之交的研究新进展、新成果。本文集所体现的与时俱进的特点具体包括如下几个方面:一是作物生理研究与农业生产问题的密切结合仍是研究的主要方向;二是作物生理育种的研究和发展在某些作物和领域取得可喜的进展;三是作物生理可持续发展与生态环境关系的研究成为新热点;四是作物品质生理研究日益受到重视;五是转基因作物的生理问题业已引起部分研究者的注意;六是我国西部省份作物生理学专家学者的论文数量和质量明显增加。

我作为一位老农业科技工作者,仅此数言,权做本文集之序。在这里,我预祝第七次作物生理学术研讨会圆满成功,并希望作物生理工作者们汇集一堂,探讨未来发展之大计,让作物生理学科以突出原始性创新和实现技术跨越为途径,尽快抢占一批 21 世纪世界农业的科技制高点,为我国现代农业的新发展做出更大的贡献。

中国工程院院士 主席团成员
中国农学会名誉会长

卢良恕

2002 年 5 月 1 日

当代作物生理学研究

编 委 会

主 编：马瑞崑 贾秀领

编 委：(以姓氏笔画为序)

马瑞崑 张全国 姚艳荣

贾秀领 霍艳爽

目 录

综述篇

作物节水栽培生理的应用及发展	马瑞宽等(3)
作物精确化栽培原理与技术	杨武德等(9)
作物根系性状与水分胁迫	郭秀林等(13)
寒地水稻粒形成的源库调节	王连敏(17)
论甜菜生理育种	邵金旺等(21)
作物抗旱的激素调节机理及应用	吴彩虹等(27)
新型植物生长调节剂 ASL 的促根效应及其生理机制	周 青(31)
磷饥饿与磷酸酶研究进展	宋克敏(34)
液泡膜离子运转体—研究概况与展望	宋克敏(37)
几丁质酶及其在植物抗真菌病中的应用	宁 伟等(40)
小麦 Waxy 蛋白亚基鉴定方法的研究进展	吕晓波(44)
大豆栽培生理的激素调控效应	董志新等(47)
免疫技术在作物研究上的应用	王保民等(50)
我国小麦霜冻研究的综述与展望	钟秀丽(53)
宁波市种植业现状及农业持续高效发展对策研究	杨非胜(58)

小麦篇

机械化农场喷灌条件下高产冬小麦对氮、磷、钾的吸收和积累动态	李雁鸣等(67)
不同产量水平小麦植株吸氮特点及与粒蛋白质关系分析	朱新开等(73)
小麦籽粒蛋白质各组分的变异研究	张保军等(77)
水氮运筹与强筋小麦产量和品质关系研究	赵淑章等(82)
氮肥对超高产冬小麦地上部各器官氮素含量的影响	姜丽娜等(86)
不同类型小麦品种粒重和容积与胚乳细胞增殖动态的关系	周竹青等(91)
国审豫麦 62 的生产发育及形态生理特点研究	殷贵鸿等(95)
小麦幼苗干旱相关蛋白研究	崔四平等(99)
冬小麦初生根和次生根生长和功能比较套管试验	马瑞宽等(107)
不同基因型冬小麦的冠气温差及供水条件的影响	张全国等(113)

土壤盐碱胁迫对春小麦旗叶 PS II 光化学活性及产量性状的影响	李树华等 (117)
小麦最适叶面积动态模型的研究	曹宏鑫等 (122)
高产小麦前期不同浇水管理的生理效应	李晋生 (127)
一年两熟区冬小麦免耕播种试验初报	李晋生 (132)
底墒水对地膜穴播小麦生长发育的影响	黄明镜等 (135)
EB 麦壮灵对冬小麦抗倒性研究	王贵启等 (138)
植物生长调节剂对冬小麦穗分化进程的影响	王瑞英等 (142)

水稻篇

水稻胚乳细胞的分裂、分化和充实	王 忠等 (149)
粒重差异的四水稻品种颖果发育的比较	陈义芳等 (155)
转基因水稻叶高表达磷酸烯醇式丙酮酸羧化酶 (PEPC) 及基生理功能	焦德茂 (159)
高产水稻株型和籽粒增重动态的探讨	苏祖芳等 (163)
高产水稻氮的吸收、运转与分配利用研究	杨从宽等 (168)
云南籼稻 $15t/hm^2$ 高产的物质生产特性研究	袁平荣等 (174)
紫外线 B 辐射增强对水稻多胺含量及其相关酶活性的影响	林文雄等 (180)
UV-B 辐射增强对水稻多胺含量及相关酶活性的影响	郭玉春等 (188)
不同类型水稻品种稻田甲烷排放和稻株甲烷传输速率研究	朱庆森等 (195)
二晚抛栽稻的产量形成特点及高产栽培技术研究	彭春瑞等 (198)
双季稻田生态系统种植结构的效益分析及决策模型	戚昌嵩等 (203)
不同水稻半矮秆基因对 24-表油菜素内酯的响应	宋 平等 (208)
S-3307 对秧苗抗寒性的影响及基作用机理研究	徐精文等 (212)
烯效唑对水稻秧苗的壮苗机理研究	雍太文等 (217)
超级杂交稻剑叶温度变化的初步研究	张 旭等 (223)
反义蜡质基因 (W_x) 在水稻转基因后代的遗传表达	王新其等 (226)

玉米篇

秦巴山区春玉米冠层特征和物质生产与产量形成的关系	薛吉全等 (233)
生态因素对玉米品种产量及其生理特性的影响	郑洪建等 (239)
不同土壤水分状况下玉米生理变化	李春阳等 (243)
长光周期对热带玉米种质影响的研究	张凤路 (247)
季节性干旱区套作玉米高产栽培技术探讨	刘永红等 (251)

经济作物及其他篇

转基因抗虫棉生物学及生理特性研究	赵海颖等(257)
Bt 转基因对棉花苗期生长性状及叶片解剖结构的影响	赵 敏等(260)
AVG 及 5.6-CL ₂ -IAA 对棉花幼铃脱落及内源激素水平的影响	
.....	骆炳山等(263)
水肥耦合对大豆光合特性及产量品质的影响	张秋英等(266)
大豆种子生活力骤然下降临界点的生理生化标记物筛选	李灵芝等(271)
微肥处理油菜种子的生理学效应	周可金(275)
氮素对甜菜蔗糖合成酶活性的调控	马凤鸣等(279)
甘蔗光合性状的遗传分析	张木清等(283)
生长调节物质和糖对怀山药微型块茎诱导形成的影响	李明军等(288)
水分胁迫和草酸处理条件下山黧豆中 ODAP 含量的变化	邢更妹等(293)
弱光对黄瓜生长发育的影响研究进展	庞金安等(297)
紫外光 B 辐射对柚树苗生理特性的影响	戴 磊等(302)
北方土壤上磷矿粉增效途径初探	魏艳荣等(307)
BR120 对小麦生长发育及耐渍性的影响	李晚玲等(309)
株型结构和生理性状相结合培育绿色大豆优异新品系(摘要) ...	苗以农等(310)

综述篇

作物节水栽培生理的应用及发展

马瑞崑 贾秀领 张全国

(河北省农林科学院粮油作物研究所, 石家庄 050031)

摘 要 通过对未来我国社会经济发展及人民物质生活水平提高对作物生产的需求和北方水资源严重匮乏现状及趋势的分析, 讨论了作物节水栽培生理的研究、应用和发展是北方农业可持续发展的关键, 并提出几个节水栽培生理基础研究及开发的主要方向。

关键词 作物; 节水栽培; 生理

Application and Development of Physiology for Crop Water Saving

Ma Ruikun Jia Xiuling Zhang Quanguo

(Institute of Cereal and Oil Crops, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050031)

Abstract: A discussion on the importance of research and development on physiology of crop water saving cultivation to the sustainability of agriculture in Northern China was made by analysis of present water shortage and trend in relation to the demand of social economic development and improvement of living standard to the crop production. The paper summarized the major research and development priorities in crop physiology for water saving cultivation.

Key words: Crop; Water saving farming; Physiology

1 社会经济的发展对作物栽培研究提出了更高的要求

新中国成立以来, 我国农业稳步发展, 粮食总产从 20 世纪 50 年代的 1132 亿 kg 提高到 1999 年的 5080 亿 kg。尤其改革开放 20 多年来, 农业年均增长率 6.7%, 远远超过世界同期水平, 解决了粮食长期供不应求的局面。近几年我国占世界粮食产量增长的 32%, 也为世界粮食生产作出了巨大贡献。

邓小平曾指出“农业最终可能是科学技术解决问题”, 江泽民同志也指示“要进行一次新的农业科技革命”。50 年来, 包括作物栽培理论和技术的农业科技对农业发展作出了巨大贡献。主要体现在: 高秆变矮秆; 化肥、农药、农膜的广泛应用; 变单熟耕作制度为双熟制或多熟制, 使复种指数达 160% 左右; 良种培育与杂种优势利用和节水技术推广应用和有效灌溉面积增加。这几方面的技术发展都在作物栽培领域里得到了综合。

中国是一个农业大国, 75% 人口、90% 以上的国土面积在农村, 农业持续稳定发展是我国经济社会发展的首要问题。21 世纪是属于中国的, 新世纪前 10 年又是我国国民经济和综合国力迈向新台阶, 人民生活由温饱进入小康, 进而更加富裕的关键时期。在这 10 年, 农业要上一个新台阶; 2010 年粮食总产量达到 5600 亿 kg。因此, 必须大力推进科教兴农, 发展高产优质高效农业, 保护生态环境, 促进可持续发展。

新世纪农业对科技的需求十分强烈。保障未来粮食安全和农产品有效供给是长期而艰巨的任务。从长远分析, 我国粮食生产受人口增长和资源紧缺等因素的制约, 预测我国人口到 2030 年将增至 16 亿, 比目前增加 1/4, 而耕地则反而减少 1/4。要保证人均 400kg 的粮食总量需求(预测 2030 年我国需求粮食 6400 亿 kg), 面临的压力十分严峻, 需要科技发挥更大的作用。粮食总量的增加将主要靠提高单产来实现。而在政策投入逐步趋于完善

时，单产提高的根本潜力是科技进步。提高农产品质量、效益和国际竞争力的根本出路也在于科技进步。

农业专家对我国农业的持续发展给予了极大关注，就 21 世纪农业持续发展，刘巽浩和高旺盛提出了有序发展、可持续发展、可持续发展能力建设、可持续农业的科技推动力、集约化与持续性协同和生产经济生态 3 个持续性结合等 6 项原则。这些原则对新世纪作物栽培研究的总体构想具有借鉴意义。

2 水资源的日益匮乏是限制我国北方作物生产发展的瓶颈因素

我国农业科技贡献率在农业增长中的份额已从 1978 年以前的 20% 提高到 40% 以上，但与发达国家的 80% 差距较大。例如灌溉水的利用率很低，仅为 30% 左右，而发达国家 80%。由于未能科学地利用有限的水资源，水资源短缺已成为农业发展的主要限制因素之一。黄河断流、淮河污染、耕地减少、草场退化、环境破坏、森林过度开采、土地荒漠化等问题日益突出，也是水资源过度开采造成的恶果。我国人均水资源仅为世界平均的 1/4；到 2030 年，人均耕地将降至 5.336 m²，人均水资源将下降 25%~30%，供需矛盾将更加突出。

生命起源于水，水是人类生存发展的最重要最基本条件，是水孕育着地球上的绿色植物，并维系着物种的多样性和包括人类在内的自然界生物的繁荣。古往今来的人类文明兴衰无不与水相关。尤其是现代农业，灌溉的发展对农业生产的进步发挥了重大推动作用。良种、农用化学物质和灌溉对农业的贡献份额分别为 3、4 和 2。

然而，随着灌溉农业的发展，水资源的供需矛盾日益恶化，北方地区尤其甚。比如西北部约占国土总面积 47% 的干旱半干旱地区水资源量只占全国的 7% 左右，水资源短缺是该地区工农业生产水平低下，经济发展滞后的主要原因，甚至出现人畜饮水困难。而从人均、地均来看，水资源匮乏的地区该属海滦河流域为最。此区内，人口 1.13 亿，耕地 1061×10⁴hm²，人均水资源量仅 372m³，远在“绝对贫水”线(500 m³/人)以下，地均水量 3968m³/hm²，仅为全国平均的 13.7%。而该区又是我国北方主要灌溉农业区域，交通便利，工业及人口密集，经济发展较快，文化发达，水资源的匮乏势必影响该区域经济发展，生态环境恶化，进而影响全国的社会经济发展。大量数据表明，由于地上水资源的不足甚至枯竭，北方地区地下水超量开采，导致地下水位持续下降，已形成大范围的地下水漏斗。水资源的补给量远远低于开采利用量，正在毫无节制地喝着应该留给子孙后代的水。因此，节水型社会→节水型农业→作物节水栽培是北方作物种植业的发展必然（见表 1）。

表 1 中国各流域片水资源统计

流域片名称	面积占全国 %	年水资源总量		人口占 全国%	耕地占 全国%	人均水量 m ³ /人	地均水量 m ³ /hm ²
		亿 m ³	占全国%				
黑龙江流域片	9.5	1352	4.8	5.1	13.0	2297	10688
辽河流域片	3.6	577	2.1	4.7	6.7	1064	8850
海滦河流域片	3.3	421	1.5	9.8	10.9	372	3968
黄河流域片	8.3	744	2.6	8.2	12.7	786	6019
淮河流域片	3.5	961	3.4	15.7	14.9	530	6628
长江流域片	19.0	9613	34.2	34.8	24.0	2394	41169
珠江流域片	6.1	4708	16.8	10.9	6.8	3743	72205
浙闽台诸河片	2.5	2592	9.2	7.2	3.4	3120	78308
西南诸河片	8.9	5853	20.8	1.5	1.8	33813	334457
内陆河片*	35.3	1303	4.6	2.1	5.8	5378	23103
全国	100.0	28124	100.0	100.0	100.0	2437	28904

注：* 资料来源于参考文献 1，人均和地均水资源量按 1990 年计。* 含额尔齐斯河

3 节水栽培及生理基础研究成果将成为新世纪研究和发展的基石

我国北方缺水问题已成定局,在黄淮海平原黄河上游流域,即使搞好节约用水、污水处理、充分利用当地水资源后,供水仍不足,南水北调工程势在必行。因此,南水北调是我国政府的重大决策工程之一,已经酝酿多年,将会成为现实。南水北调工程将分为东线、中线和西线3条线路,形成与长江、黄河、淮河、海河相互连接的“四横三纵”总体格局可进一步协调东、中、西部经济社会发展对水资源的需求,达到我国水资源南北调配、东西互济的优化配置目标。东、中、西3条线路规划调水总量 $380 \times 10^8 \sim 480 \times 10^8 \text{ m}^3$,接近在黄淮海平原和西北地区增加一条黄河的水量。其中,东线和中线都将使我省受益。

南水北调确实会缓解我国北方水资源矛盾。但是,我们决不能掉以轻心。首先,国家将立足可持续发展,把节水、治污和生态环境保护作为南水北调总体规划的基本前提,强调经济杠杆的作用,避免出现大调水大浪费现象的发生,这是其一。第二,南水北调的重点供水对象是以京津为主的大城市,分配给农业的用水比例不会过高。第三,国家已经把生态用水考虑了进去;我们已经从自然环境中过多地掠夺了本来应属于维持生态环境的水资源,要还一部分水给自然环境,改善我们的过度干燥的生存条件。因此,从这个角度来讲,节水仍是长久之计。北方农业的作物节水栽培将是农业乃至社会可持续发展问题的核心,必须改变目前大量喝子孙水的现状。即使实现了南水北调也必须搞节水农业。

“七五”计划以来,国家及北方各省农业科技人员围绕工程节水、农艺节水和生物节水等理论技术问题进行了多方位研究和探讨,形成了很多适应于不同类型区域和作物的高效节水栽培技术,这些技术必将成为新世纪节水栽培的重要技术基础,当然还需在深化研究、技术改进和加速转化上做大量工作。综合归纳,基本可以有如下几项大的节水栽培调控技术体系。

3.1 北方冬小麦节水高产综合调控的生理基础及技术体系

通过土壤水库、根系、植株水分和光合、个体和群体动态和基因型生理及与节水高产关系的详尽研究,发现节水高产小麦的多种超补偿效应,即:光合速率的增强对叶面积系数降低的超补偿;物质再分配的增强对生物量积累降低的超补偿;个体增壮对群体减小的超补偿;根系增多和功能增强对供水量减少的超补偿;植株渗透调节增强对叶水势降低的超补偿;水分利用效率的提高对总耗水量降低的超补偿等。这些超补偿机制共同发挥作用构成了冬小麦节水高产的生理基础。研究构建起以水为核心的土—根—冠—产量—水分利用相互关系及调控示意图。示意图清晰地以水分利用效率为内核,将供水及蒸发蒸腾,产量及光合面积光合速率,根系发育和功能,生物量积累和运转等有机联系在一起。据此形成生理节水和生态节水相辅相成的节水高产综合调控技术体系。该技术体系可实现全生育期浇2~3水,总耗水400mm(340~480),节约灌水127mm(25%),实现产量 7500 kg/hm^2 (7000~8000),水分利用效率 $19 \text{ kg/hm}^2 \cdot \text{mm}$ (18~21,提高24%),达到节水和高产的统一。

调控技术体系概括为选用节水高产良种,足墒适期播种,播量因基因型类型而定,拔节前控水实现生态节水,并促进根系发育,增强耐旱性。在灌好拔节水追足拔节肥基础上,根据气候条件和植株发育状况,灌好抽穗、灌浆期2水,保持中后期供水充足,满足拔节后快速生长及产量形成阶段以生理耗水为主的水分供应。

3.1.1 灌底墒水,施足底肥和精细整地

底墒和施肥试验显示产量随土壤底墒和施足底肥明显增产。因此,为打好节水高产的基础,前茬收获后,土壤水分若低于田间持水量70%要浇足底墒水,并施足NPK化肥和

有机肥，精耕细耙，土壤塌实平整。一般要求磷酸二氮 20~25kg，氯化钾 10kg，并施足有机肥。

3.1.2 选用节水高产优种

节水高产品种必须具备高产和节水(水分利用效率高)和抗倒抗病等综合优良特性，因此要选用高产节水品种。从目前品种类型来看，多穗多粒型高产品种较适宜节水高产。

3.1.3 优化播种技术

获取节水高产的优化播种技术应为小行距(10cm)，适宜播期，晚播增密度。播种深度掌握在 3~5cm，要求出苗匀齐全壮。年度间产量差异受气候影响，生育期多雨年份密度较低对产量有利，而少雨年份则密度较高更好。多穗型品种以适中偏高密度为宜。

3.1.4 以拔节前控水为核心的肥水运筹管理

多年品种供水量、供水方式、时期和追肥等试验证明产量受供水量、供水组合方式和时期显著影响。灌水相同，全生育期灌 3 水的前、中和后期控水表明前控产量不仅高于另 2 种控水方式，而且可超过足水。根据研究确定浇拔节、挑旗、抽穗开花和灌浆共 3~4 水，浇水量 250~300mm，在拔节期一次追足氮肥 300~375kg/hm²。

3.1.5 防治病虫害及生长调节剂和抗蒸腾剂的应用

试验表明防除草药虫害明显促进节水增产。抗蒸腾剂类物质可在水分胁迫条件下缩小气孔开度，降低蒸腾，提高水分利用效率和增产。多种生长调节剂具有增产节水作用。因此，节水高产必不可少的田间管理措施是，早期人工或化学除草，化学除草可同时喷施杀菌剂预防多种病害的发生；开花期化学防治麦蚜和病害；挑旗至灌浆期喷施抗蒸腾剂和植物生长调节剂等物质降低蒸腾促进灌浆，达到粒大粒饱高产。

3.2 作物控制性分根灌溉新技术的生理基础及实践

控制性分根交替灌溉强调从根系生长空间上，改变其土壤湿润方式，人为控制或保持根区土壤在某个区域干燥，交替使作物根系始终有一部分生长在干燥或较干燥的土壤区域中，限制该部分根系吸水，让其产生水分胁迫信号传递至叶气孔，形成最优气孔开度，而使另一部分生长在湿润区的根系正常吸水，减少作物奢侈的蒸腾耗水，还可减少棵间全部湿润时的无效蒸发和总的灌溉用水量，通过对不同根际交替干旱锻炼，诱发补偿功能而刺激根系生长，提高根系对水分和养分的利用率，最终达到节水。该技术开发应用可节水 30% 以上，农田水分利用效率提高 40%~50%。

该技术在玉米、棉花、高粱等行距较大的作物上进行隔行灌水有应用价值。

3.3 调亏灌溉技术和精准灌溉技术

在水资源较为缺乏的地区，灌溉方式应从传统的丰水高产型灌溉转向调亏灌溉(限水灌溉 Limit Irrigation、非充分灌溉 Non-full Irrigation)，以提高作物水的利用效率、生产率，改善农产品品质。

综合运用全球卫星定位系统(GPS)和地理信息系统(GIS)、遥感技术(RS)和计算机控制系统精准灌溉(Precise Irrigation)，将会成为我国 21 世纪节水农业发展热点和新的农业科技革命的重要内容，以及提高农业用水效率和单位面积产量的关键。

3.4 喷微灌、滴灌和改进的田间地表灌水技术

设施栽培应用(微)滴灌、渗灌技术的前景看好。微喷灌技术对目前以户为单元的农业生产格局有应用价值。

3.5 化学调控节水技术

以黄腐酸为代表的抗蒸腾剂的应用在作物节水抗旱上发挥了重要作用。

3.6 雨水积蓄与高效利用技术

最为流行的是井窖，在干旱缺水的山区、半山区值得推广应用。不仅仅是解决节水问题，还有个保障人类的生存的基本条件问题。

4 作物节水栽培和生理基础研究及发展的思考

作物生产的目标只能是在节水条件下的作物单产和总产的提高及品质的改善。仅就作物栽培而言，在保证不断提高产量和品质的前提下，实现高水分利用效率是最终目的。因此，北方农业的作物节水栽培将是农业乃至社会可持续发展问题的核心，必须改变目前大量喝子孙水的现状。即使实现了南水北调也必须搞节水农业。因此，应该抓好：

①加强作物节水栽培的基础理论研究及节水新材料的研制和应用不仅要注意大田作物节水研究，更要重视设施栽培的节水基础性研究；

②加强综合节水栽培调控技术的改进、开发和利用；

③作物品种节水性能的改良和节水高产优质作物及作物品种的研制、培育和应用，充分发挥品种在节水栽培中的作用；

④设施农业的作物节水栽培深化研究及开发。可以预见设施农业的面积和规模在新世纪将有更大的发展。设施农业虽然具有便于人工调控供水，蒸发蒸腾损失较小的优点，但更不能忽视根本不能直接利用自然降水而完全依赖人工灌溉的弊端。如何通过设施农业实现水分利用效率、作物产量和经济回报的同步提高是值得 21 世纪作物栽培上深化研究的课题；

⑤转基因作物的节水生理研究。目前，在这方面可以说还是一个空白点。不论转入什么样的基因，也不管基因的来源，只考虑了转基因的直接目的和安全性问题，而对水资源的利用以及其他资源的利用等方面还十分不足，有待研究。

参考文献

- 1 把多铎, 魏晓妹, 杨廷国. 我国的水资源危机及其分析. 干旱地区农业研究, 1998, 16(3): 97~102
- 2 贾秀领, 马瑞崑, 蹇家利, 刘淑贞. 高产小麦前控式节水栽培的土壤水分关系. 农业科学集刊(第1集), 《农业科学集刊》编委会编, 农业出版社, 1993: 285~288
- 3 贾秀领, 马瑞崑, 蹇家利, 鲁建立. 高产冬小麦水分利用效率及其组分特征分析. 作物学报, 1999, 25(3): 309~314
- 4 贾秀领, 马瑞崑, 刘淑贞, 蹇家利. 高产麦田拔节前供水状况与前期作物和土壤水分消耗的关系. 河北农业大学学报, 1993, 16(4): 168~174
- 5 康绍忠. 新的农业科技革命与21世纪我国节水农业的发展. 干旱地区农业研究, 1998, 16(1): 11~17
- 6 刘巽浩, 高旺盛. 21世纪中国农业如何持续发展. 科技日报, 2000年12月23日第5版
- 7 马瑞崑, 贾秀领, 蹇家利, 刘淑贞. 黄腐酸对小麦的生理作用及在节水栽培上的应用. 腐植酸, 1995, 3: 17~25
- 8 马瑞崑, 贾秀领, 蹇家利. 冬小麦前期水分胁迫的超补偿效应与节水高产. 旱作农业理论与实践(位东斌, 王铭伦主编), 中国农业科技出版社, 北京, 1999, 266~27
- 9 马瑞崑, 贾秀领. 冬小麦节水高产的生理基础和调控技术. 河北农业科学, 2000, 4(2): 49~75
- 10 马瑞崑, 蹇家利, 贾秀领, 刘淑贞. 冬小麦基因型的叶水势、渗透调节和膨压维持于节水栽培. 江苏农学院学报, 1996, 17(专刊): 44~50
- 11 马瑞崑, 蹇家利, 贾秀领, 刘淑贞. 高产冬小麦节水栽培的叶水势特性. 作物学报, 1995, 21(4): 451~457
- 12 马瑞崑, 蹇家利, 贾秀领, 刘淑贞. 供水深度与冬小麦根系发育的关系. 干旱地区农业研究, 1991, (3): 1~10
- 13 马瑞崑, 蹇家利, 贾秀领, 鲁建立. 小麦总根系、初生根和次生根生长生理的基因型差异. 作物栽培生理研究(邹琦, 李德全主编), 中国农业科技出版社, 北京, 1998: 17~20
- 14 马瑞崑, 蹇家利, 刘淑贞, 贾秀领, 王学臣. 冬小麦推迟春季首次灌水后不同品种的产量及水分利用效率. 华北农学报, 1995, 10(4): 26~31
- 15 马瑞崑, 蹇家利. 试论冬小麦节水高产栽培的生理基础. 粮食问题的思考. 学术期刊出版社, 北京, 1989: 151~160
- 16 马瑞崑, 刘淑贞, 贾秀领, 蹇家利. 高产节水小麦基因型生理特性及综合评价. 中国农业科学, 1995, 28(6): 32~39
- 17 马瑞崑. 冬小麦蹲苗对光合物性生态条件和产量的影响. 冬小麦栽培研究(中国农业科学院作物育种栽培研究所编, 主编刘锡山), 中国科学技术出版社, 北京, 1992年9月: 186~200
- 18 马瑞崑, 贾秀领, 蹇家利, 王学臣. 前期控水冬小麦节水高产的根系和群体光合作用特点. 麦类作物学报, 2001
- 19 申茂向. 科技是农业农村经济发展的动力——加速传统农业向现代农业跨越刍议. 科技日报, 2001年2月7日4版
- 20 石元春. 迎接农业的新技术革命. 中国科学报, 1997年5月2日, 第1版
- 21 叶水根. 北京西郊农场节水型农业示范区的地下水资源. 中国农业大学学报, 1996, 1(4): 24~30

作物精确化栽培原理与技术

杨武德 宋晓彦 杨利艳 宋艳馥

(山西农业大学, 太谷 030801)

摘 要 本文阐述了作物精确化栽培产生的背景、基本原理和主要支持技术, 并对作物精确化栽培的发展前景进行了展望。

关键词 作物; 精确化栽培; 原理; 技术

Principle and Technology of Crop Precision Cultivation

Yang Wude Song Xiaoyan Yang Liyan Song Yantun

(Shanxi Agricultural University, Taigu 030801)

Abstract: In this paper, background, basic principle and main technology of crop precision cultivation are elaborated. Development of crop precision cultivation is outlooked.

Keywords: Crop; Precision Cultivation; Principle; Technology

1 作物精确化栽培产生的背景

千百年来的作物栽培管理, 都是在区域或田块的尺度上进行的, 即把区域或田块看作是具有均匀的作物生长条件的对象进行管理。但实际上, 人们早已认识到, 即使在同一农田内, 地表上、下亦存在作物产量和作物生长条件明显的时空分布差异, 农田内作物病、虫、草害总是先以斑块形式在小区域发生, 再逐步按时空变化蔓延。20 世纪初期, 科学家就研究报告过作物产量和田间土壤特性, 如 N、P、K、SOM 含量、pH 值等在田间分布具有明显的差异性。如 1929 年, Illinois 大学 Linsley 和 Bauer 发表文章劝告农户应绘制自己田区内的土壤酸度分布图和按小区需求使用石灰。此后, 一直都有关于农田土壤和收获量空间变异性研究的报道。田区内作物产量及其因子明显的时空分布差异性, 预示了农田资源利用存在的巨大潜力。

近十多年来, 欧美一些发达国家为了医治资源危机、能源危机、农产品高成本和环境污染等石油农业弊病, 试图寻求一种以提高资源利用效率、降低生产成本和减少因过量施用农化产品而带来的环境污染为主攻目标的农业替代模式, 于是纷纷开展了精确农作的研究和实践。其思路是利用作物产量及其因子存在的空间差异, 根据当时当地测定的作物实际需要确定对作物的投入。

现代农学技术与电子信息技术的发展, 为定量获取这些影响作物生长因素及最终收成的空间差异性信息, 实施基于知识和现代科技的分布式调控, 达到田区内资源潜力的均衡利用和获取尽可能高的经济产量成为可能。

2 作物精确化栽培的原理及意义

作物精确化栽培是获取农田小区作物产量和影响作物生长的环境因素(如土壤结构、地形、植物营养、含水量、病虫害等)实际存在的空间和时间差异性信息, 分析影响小