

中国博士专著

农业领域



Monographs
by China's Ph. D. s
• Agriculture

植物营养遗传学

中华人民共和国农业部教育司 主编

■ 严小龙 张福锁 著

- 植物营养性状遗传改良的意义、研究现状和展望
- 植物营养性状的概念、定义和特点
- 植物营养性状的遗传潜力
- 植物营养性状的形态和生理生化基础
- 植物营养的遗传资源
- 植物营养性状的遗传改良
- 分子生物学技术及其在植物营养性状研究中的应用

中国农业出版社

中国博士专著

农业领域



Monographs
by China's Ph. D. s
• Agriculture

植物营养遗传学

中华人民共和国农业部教育司 主编

严小龙 张福锁 著

中国农业出版社

图书在版编目(CIP)数据

植物营养遗传学/中华人民共和国农业部教育司主编;严小龙,张福锁著. —北京:中国农业出版社,1996. 12

(中国博士专著·农业领域)

ISBN 7-109-04421-1

I. 植…

II. ①中…②严…③张…

III. 植物营养-遗传学-研究

IV. Q943

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 15496 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人:蔡盛林

责任编辑 杨天桥 魏丽萍

北京市密云县印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1997 年 3 月第 1 版 1997 年 3 月北京第 1 次印刷

开本:850 毫米×1168 毫米 1/32 印张:11.25

字数:290 千字 印数:1-1 500 册

定价:22.00 元

《中国博士专著·农业领域》

编辑委员会

主任委员 毛达如 王红谊
副主任委员 韩惠鹏 陈凤秀
委员 (按姓氏笔划为序)

王红谊	王树安	云泽民	毛达如
石元春	刘佩瑛	李扬汉	李阜棣
杨天桥	杨传任	余 群	张 沅
陈凤秀	陆龙英	庞雄飞	郭智奇
盖钧镒	阎隆飞	曾士迈	韩惠鹏
景士西	蔡同一	蔡宝祥	蔡盛林
樊德方			

出版者的话

科技发展靠人才。我国目前的中青年博士就是跨世纪人才中的一部分。他们当中的一些人有的已成为有关学科的学术骨干,有的已在其学科领域获重大突破,被老一代科学家公认为很有前途的学科带头人。更为可喜的是,我国高技术研究发展战略计划——“863 计划”的各个领域中,也吸收一批中青年学者挑起大梁。毋庸置疑,编辑出版他们的学术著作也将是一项继往开来承前启后的跨世纪系统工程。因为他们的学术著作不仅是老一辈科学家思想体系和学术成就的集中反映,也是本世纪末和 21 世纪科技人才脱颖而出的询路之石。

《中国博士专著·农业领域》丛书的出版,必将对我国农业科技事业的发展起着不可估量的作用。

我们的农学博士们大多还很年轻,反映在他们著作中的一些观点、原理和方法是否成熟,表现出的学术研究水平究竟如何,还需在问世后接受广大读者的检验。殷切期待着广大高等农业院校师生、研究生以及农业科技和管理人员提出宝贵意见,使之日臻完善。

序 一

我国自 1981 年建立学位制度以来,已陆续授予近万人以博士学位;同时,留学政策开放后又有大批青年学子出国深造,现已有不少人回国工作。不论国内或国外培养的博士都学有所成,业有所专,在各个学科领域作出了重要贡献。农业领域与其他领域一样,已有一批学有专长的博士在学术上有很深的造诣。中国农业出版社邀请了一部分在农业领域工作的年轻博士撰写《中国博士专著·农业领域》丛书。这部丛书将反映我国培养博士学位的成就,并反映出我国跨世纪人才的成长,是一件意义十分重大、值得特别庆贺的事。

本丛书选题广泛,涉及农业领域的各个方面,概括了农业经济及政策、农业生物技术、作物及园艺理论、畜牧兽医基础、动植物资源以及农业高新技术应用等。这些专著的作者均为年轻博士,他们思路开阔,取材新颖,能反映当前国内外农业领域有关学科的最新成就,并阐述了作者在各自学科中的学术观点,有其独到的

见解。因此,本丛书的出版必将对提高我国农业科学及农业生产技术起到推动作用。今后本书还将继续出版各学科的专著,预期本书将成为我国农业领域的重要学术著作。

中国科学院院士
国务院学位委员会委员
中国博士后科学基金会理事
中国农业大学植物生理学教授

阎隆飞

1994年7月

序 二

自从 80 年代初我国建立学位制度以来, 1984 年农科第一位博士生毕业, 至今全国高等农业院校和中国农科院系统共培养了 600 余名学有专长的博士研究生; 同时, 通过国家公派, 国内外双边联合培养等多种渠道, 在国外又培养了一批国内力量薄弱、新兴学科的博士, 有些已学成回国。这些中青年博士在国内科研、教育、管理岗位上崭露头角, 脱颖而出, 成为农科各学科的学术和业务骨干, 其中不少人已成为新的学科带头人, 有 4 人被国家教育委员会评为 21 世纪青年学科带头人(农科约占全国总数的 10%)。他们勤奋好学, 治学严谨, 成绩卓著, 并在其学术领域中获得显著进展和突破。为了展示成果, 促进学术交流, 推动学科发展, 繁荣科学, 鼓励中青年博士著书立说, 发展新的观点, 新的理论, 新的技术, 新的成果, 农业部教育司与中国农业出版社共同出版《中国博士专著·农业领域》系列丛书。通过专著的出版, 可以对我国博士学术研究成果进行一次公开的展示和检验。

这批专著的出版通过广泛征集选题、作者, 再由全国知名教授、博士生导师组成的编委会

审定,这一过程也是对 21 世纪科技队伍和中青年学术队伍人才库的建立过程,为繁荣农业科技、教育、出版事业作好人才储备。

祝贺《中国博士专著·农业领域》系列丛书的出版。

感谢中国农业出版社、丛书编委会和为专著出版付出辛勤劳动的作者和工作人员。

中国农业大学植物营养学教授 毛达如

1994 年 7 月

前 言

这的确是一本“侃”出来的书。

那还是 1990 年初,张福锁刚从德国留学回来,严小龙已从美国回国数年,正在华南农业大学用自编的教材为学生讲授植物营养学。当我们二人在北京初次相会时,不知道是什么力量驱使着我们彻夜长谈和交流,颇有相见恨晚的感觉。说不完的话语、争不完的问题:植物营养学、遗传学、农业科学;德国的啤酒、美国的肯塔基炸鸡;社会、政治、人生……,信息在传递、观念在渗透、思路在形成。在这静静的夜里,我们“侃”了植物营养与植物遗传的交叉点,“侃”了根际营养与遗传控制,“侃”了植物营养特异性指标、植物营养遗传资源等我们尚不完全熟悉的术语……。没想到这样一“侃”,我们在国外几年含辛茹苦掌握的一点知识会在中国土地上融合并迸发出思想的火花!

尽管我们各自的导师——美国 California 大学 Davis 分校的 E. Epstein 教授和德国 Hohenheim 大学的 H. Marschner 教授分别在各自的研究领域——植物营养遗传和根际营养方面颇有建树,但把这两个方向有机地结合在一起,还是我们偶然所发的奇想。这个结合是从能否把根分泌物作为植物基因的特异表达产物的设想开始的。当然,这种结合不仅限于某一方

面,也是把美国、欧洲的植物营养学理论研究和我国的营养问题相结合;把植物营养学与植物遗传学相结合,同时也把我国南、北方和我们二人相互补充的性格等多个方面紧密地结合在一起了。这不仅坚定了我们立足国内的决心,也使我们相信,虽然目前还不敢说是否有一天我们可能会在学术上赶上或超过我们这两位国外导师,但是却一定能够为推动中国植物营养学科的发展作出一点贡献,也能为养育我们的祖国和人民尽一份力量。

植物营养学在我国的迅速发展,特别是根际营养和营养遗传改良研究的不断升温,不仅表明了学科发展的必然趋势和国家对这一研究的日益重视,同时也看到了学术界找到突破口的激情和彷徨。事情似乎就这样简单:踏破铁鞋无觅处,得来全不费功夫!

问题就在这里。由于植物营养学和植物遗传学都不是很陌生的名词,植物营养遗传学也就不难理解了。于是,研究的热潮就掀起了。然而,当我们冷静地观察和分析其中的大多数研究工作时就会遗憾地看到,由于缺乏对两个学科的系统认识,使不少工作没有明确的目标,研究的内容往往与实际应用相脱节。这是因为,在国内“植物营养遗传学”毕竟是一门新兴的边缘学科。即使是那些在这方面已有一定工作经验的发达国家,也尚未形成完整的学科体系,甚至连一本较为系统的专著也没有。也正是由于这个原因,我们写了这本《植物营养遗传学》,以期为我国开展这一领域的研究提供一些资料并提

出一些看法。

书的框架是以我们这几年开设的课程《植物营养遗传学》为基础的,也揉进了我们的一些实际工作经验。其中第一章和第四章是由张福锁主笔,第二、三、五、六、七章是由严小龙主笔的。书是写出来了,我们清楚地知道,我们的工作经验还很有限,对某些问题的理解也还肤浅。书中的一些新概念,如“植物营养子性状”、“植物营养性状特异性指标”(包括特异养分效率和特异抗性)以及“植物营养遗传资源”等,还待商榷。此外,我们也试图使一些在中、外文中较为混乱的提法得到统一,例如植物对养分缺乏的抗性和忍耐性统称为“养分效率”,而植物对毒害元素的忍耐或抵抗能力统称为“抗性”等,这样的提法是否贴切和妥当,还有望读者指正。

植物营养遗传学是跨学科的产物,至少需要掌握这两个学科的系统知识才能进行这方面的深入研究,这不仅是对植物营养学和植物遗传学专业人员的严峻挑战,而且也是对教学体系和传统观念的冲击。我们在这方面的经验还很不足,尤其是教训不多,还需要不断探索以弥补这些缺陷,这就是干中学,学中干。

书的思路可以“侃”出来,但科学却是实实在在的东西。第二次世界大战以后德国等地出现的“经济奇迹”渗透着那代人顽强工作的血和汗,我们的国外导师都是创造这些奇迹的积极参与者,我们希望成为中国的这样一代人,并通过我们的血和汗使中国走向强盛。这也是我们这一代人的机遇和幸福的根本来源。我们感谢

这样的机会,并希望通过我们努力工作的行动来表达这种谢意。

在完成这本书的写作之际,我们由衷地感谢多年来一直支持我们工作并以崇高的科学精神教诲我们的老一辈科学家,特别感谢华南农业大学的卢永根教授和连兆煌教授、中国农业大学的毛达如教授和陆景陵教授。感谢华南农业大学和中国农业大学植物营养系的同仁给予的关怀和热忱的帮助。感谢那些在很艰苦的条件下和我们一起在实验室反复验证我们的设想、不断向我们提出新的问题和假说的老师和研究生们。此外,也感谢国家自然科学基金和国家教委跨世纪人才基金的大力支持,由于他们的大力相助才使得本书的出版成为可能!

严小龙 张福锁

1995年9月

内 容 提 要

植物营养遗传学是近年来开拓的新领域,是植物营养学与植物遗传学相互交叉的一门边缘学科。本书系统全面地讨论了植物营养性状的概念、特点、遗传方式、形态和生理生化基础以及遗传改良途径;论述了植物营养遗传学的研究范畴、研究方法及其应用前景;提出和论证了植物营养遗传资源和植物营养性状特异指标等新概念,并对现代生物技术在该领域中的应用等作了详尽的介绍。全书以作者及有关实验室近十年来的主要研究成果为依据,对一些已在国内外有较大反响的观点作了系统阐明。

目 录

出版者的话

序一

序二

前言

第 1 章	植物营养性状遗传改良的 意义、研究现状和展望	1
1.1	植物营养性状遗传改良的意义	1
1.2	植物营养性状遗传改良的研究进展	9
1.3	植物营养遗传学研究的问题和展望	17
第 2 章	植物营养性状概述	22
2.1	植物营养性状的概念和定义	22
2.2	植物营养性状的特点	32
第 3 章	植物营养性状的遗传潜力	39
3.1	养分效率的遗传潜力	40
3.2	矿质元素毒害抗性的遗传潜力	59
3.3	植物营养性状的特异性指标	76
第 4 章	植物营养性状的形态和生理 生化基础	78
4.1	植物养分效率的形态和生理生化 基础	79
4.2	矿质元素毒害抗性的形态和生理生化 基础	151
第 5 章	植物营养的遗传资源	180
5.1	植物营养遗传资源的定义	180
5.2	植物的进化与植物营养性状的形成	181

5.3	植物营养遗传资源的收集、贮存、 评价和利用	190
5.4	植物营养遗传资源与作物改良	196
5.5	植物营养遗传资源研究展望	198
第6章	植物营养性状的遗传改良	200
6.1	常规育种方法	200
6.2	细胞遗传学方法	221
6.3	体细胞遗传学方法	230
6.4	植物基因工程	236
6.5	植物营养性状遗传改良的问题与对策	237
第7章	分子生物学技术及其在植物 营养性状研究中的应用	240
7.1	分子遗传标记技术	240
7.2	基因工程技术	257
7.3	结语	275
参考文献		276

第 1 章 植物营养性状遗传改良的意义、研究现状和展望

1.1 植物营养性状遗传改良的意义

21 世纪将是生命科学蓬勃发展的世纪,生命科学的发展将给人类带来前所未有的进步,但是,21 世纪人类也将面临更多的难题,如全球性的环境污染、自然资源和能源的耗竭、人口激增、食品短缺等,目前已日益受到人们的重视。其中粮食供应不足将会成为这些问题的核心。

1.1.1 制约粮食生产的主要因素

受全球有限耕地面积的限制

地球表面土地面积约为 1 亿 5 千万平方公里,其中农田只占十分之一(1976 年统计为 15 亿公顷),然而,在为数不多的农田中 60%是低产田。据资料表明,在过去 300 年间,全球农田面积增加了约 4 倍;从 1870 年到 1970 年的 100 年间,农田面积增加了 1 倍;就 1970~1980