

王永锐水稻文集

Papers of Rice Plant of Professor Wang Yongrui

《王永锐水稻文集》编辑组 编



中山大学出版社

王永锐水稻文集

Papers of Rice Plant of Professor Wang Yongrui

《王永锐水稻文集》编辑组 编



中山大学出版社

• 广州 •

版权所有 翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

王永锐水稻文集 / 《王永锐水稻文集》编辑组编. —广州: 中山大学出版社, 1999.5
ISBN 7-306-01532-X

I. 王…

II. 王…

III. 水稻—生理—研究—文集

IV. S511.01-53

中山大学出版社出版发行

(地址: 广州市新港西路 135 号 邮编: 510275

电话: 020-84111998、84037215)

广东省新华书店经销

广东从化市印刷厂印刷

(地址: 广东从化市街口新村路 15 号 邮编: 510900 电话: 020-87916882)

787 毫米×1092 毫米 16 开本 31 印张 735 千字

1999 年 5 月第 1 版 1999 年 5 月第 1 次印刷

定价: 78.00 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。



王永锐教授近照



王永锐教授（左1）和潘晓华教授（右1）与海丰国营农场技术干部在田间考察水稻生长情况（1994年）



王永锐教授和夫人黄成贤在北京天安门合影（1998年）

序 一

王永锐先生是中山大学生命科学学院教授，曾任该院副院长兼生物学系主任，是我国著名的水稻生理学家。我和王永锐教授交往已久，深感他在水稻生理学上的丰富学识及有创见的研究成果，非但对水稻栽培技术的发展有理论和实践上的指导意义，而且对我所直接从事的水稻遗传育种研究也有许多可借鉴之处。不同学科间的相互渗透，正是科学发展的必由之路。王永锐教授在长期繁忙的教学、科研和管理工作中，善于总结、勤于笔耕，著作甚丰，在我的书架上就有他近十年来编著的4本科学专集和散见于国内外学术期刊上的部分论文，随时参阅，获益良多。最近又高兴地得知他已将自己70年代以来发表的有代表性的73篇论文汇集成《王永锐水稻文集》，这既是作者对自己几十年来在科学实验活动中所付出的汗水和心血的结晶和美好回忆，同时也是他特意向读者奉献的一部宝贵的科技文献，值得我们珍视和参考。

王永锐教授的研究重点是水稻营养生理，他从水稻生长发育规律着手研究作物对营养元素的需求，探讨营养元素的作用机理及合理施用技术，为以较低的肥料投入来获得更多的优质农产品提供理论依据和实践指导，并延伸到水稻耐营养胁迫研究以及超常量金属离子对水稻生育的毒害研究。他的研究工作还较多地涉及杂交水稻的生理优势和优势预测、水稻雄性不育的生理生化机理、水稻免耕栽培生理基础、生物固氮菌肥对水稻生长发育影响及其生理效应等等。试验题材广泛，学术思想活跃，其中不少内容是我国水稻栽培和生理学中的研究热点，成绩卓著。

值此《王永锐水稻文集》即将付印之际，谨应邀写上寥寥数语作为序言，并以此表达我衷心祝贺之意。

中国水稻研究所学术委员会主任、研究员



1998年6月6日

序 二

《王永锐水稻文集》(以下简称《文集》)是作者继 1986 年出版的《杂交水稻产量生理》、1989 年的《水稻营养和合理施肥》、1991 年的《作物高产群体生理》及 1995 年的《水稻生理育种》之后,概括作者近 30 年来从事水稻高产生理研究全面成果的又一著作,书中体现了水稻高产生理较全面的理论体系。全书围绕着水稻高产的关键问题,对营养与种质等方面开展了有系统的探讨。《文集》揭示了关系到水稻高产的基本理论问题,详细研究了光合作用速率、光合产物的分配去向、叶绿素含量与光合作用的关系以及氮、磷、钾三大营养要素对提高光合作用功能的基本问题。《文集》揭示了水稻高产所依赖的耕作技术与种质的问题。针对水稻生长发育各个阶段的生理过程变化来揭示水稻高产的机理。在矿质营养方面着重耐低钾的生理过程的研究,探讨了水稻田在缺钾或低钾条件下的比较生理,阐明了耐低钾基因型水稻品种的矿质营养特性;与此同时,还阐述了硅、铬、铁等元素对水稻生理代谢的影响,以及硅对缓解镉、铬毒害的生理过程的探讨;并且深入研究了优质水稻及杂交水稻对氮、磷、钾营养要求的高产生理,按水稻生长发育的不同阶段,特别着重对生长中期、中后期及后期对氮、磷、钾的要求,以及在蛋白质含量、还原酶活性、光合作用功能、水稻各器官干重量等方面来探讨稻谷产量的生理生化过程的特性。为了更准确预测水稻高产的潜力,本《文集》采用生物物理技术来测试水稻各个生育阶段的生理生化变化实质,使用 ^{32}P 示踪技术来测试水稻杂种后代的分蘖能力。根据水稻乳熟期籽粒里的碳水化合物大量积累的事实,采用 ^{14}C -葡萄糖同位素示踪技术预测水稻产量优势。从这一系列的研究结果进一步揭示出水稻高产的机理。《文集》还报导了作者利用同样的生物物理技术,探测了杂交水稻生长发育各个阶段的生理优势并进行了产量预测。研究工作还涉及了固氮菌肥对水稻生长发育的生理效应,以及水稻免耕栽培的生理基础等。通过以上的研究,作者基本上弄清楚水稻高产一系列的生理特性及耕作技术的要求,为指导水稻高产打下了可靠的理论基础。

我国人口的基数很大,人口增长的速度又特别高,为了解决人口不断增长对粮食需求的压力,水稻高产的研究和不断地获得高产杂种水稻,是我国农业科学一项长期而且十分艰巨的任务。我们要有一整套关于水稻优质高产的预测和研究成果,为指导水稻高产的育种和耕作创造条件。我们要求有更系统、更深入的水稻生理生化的机理探讨。本《文集》的出版,无疑能够为这一伟大目标提供一种可行的前景和途径。

中山大学生命科学学院教授

张启发

1998 年 6 月 18 日于中山大学

序 三

《王永锐水稻文集》的出版无疑是值得众人祝贺的一件喜事！

我国种植水稻的历史悠久。近年来水稻单位面积产量每年都有进步，某些农户的高产试验田单产（单季）亩（1/15公顷）产可达800~900多公斤，甚至超出1000公斤。但全国的水稻平均产量单产仍落后于许多国家。这说明，要使我国水稻获得高产，仍需要探索、寻找高产的良方，从栽培技术、土质改良、高产栽培生理等诸多方面找到改进的环节，尤其是改造中、低产田。而寻找水稻高产良方尚需要有如医生看病诊断一样探清原由，才可能对症下药，通过进一步改良水稻品种、改造土壤提高耕地的有机质含量、改进栽培技术和广泛使用生物技术高科技产品等而获得水稻高产、超高产。我国的稻作科学几千年来已有许多学者做了很多工作，资料、文献多如渊海，增产效果每年都有提高。王永锐教授及其同事的《水稻文集》正如他们自己说的“如浩瀚大海中添加一滴水花”或起“抛砖引玉”的作用。王永锐教授具有敏锐的洞察力，他从在国际水稻研究所（IRRI）研究杂交水稻生理开始，进而研究杂交水稻的分蘖与 ^{32}P 在分蘖的分布和乳熟期 ^{14}C -同化物在稻穗的分布与谷产量的关系，从而提出杂交水稻的产量预测方法及其原理，并强调苗期和乳熟期同时分析方可避免杂交水稻苗期营养生长优势而掩盖了谷产量高低的准确预测。其后通过研究，他发现水稻具有“两段式阶梯灌浆”形式，并提出水稻（包括三系杂交稻、两系法杂交稻、优质稻、黑米稻及常规栽培稻）始穗期共施氮、钾营养促使提高水稻高产的理论和措施。除此，还涉及水稻雄性不育系的生理生化、耐低钾水稻品种筛选、硅营养缓解超常量有毒金属元素的毒害、生物固氮菌肥和L-蓝光膜对水稻的生理及高产效应等研究。

王永锐教授对水稻科学诸多方面作了不少研究工作，努力了一辈子，《水稻文集》就是他及其同事们的心血和汗水凝成的成果，出版文集的目的在于方便水稻科学界和相关科学的学者们查阅、参考及有利于今后继续深入研究。现承蒙他热情邀请我为《水稻文集》撰序，我们又是同在水稻科学领域里做研究工作，交往非浅，常谈水稻研究、学术、进展，因此便欣然提笔为《水稻文集》作序。

藉此《王永锐水稻文集》出版，以此序言表示热烈祝贺，也为我国水稻科学的进步拍手叫好！

广东省农科院水稻研究所研究员

潘玉荣

1998年6月写于广东省农科院

祝贺《王永锐水稻文集》出版

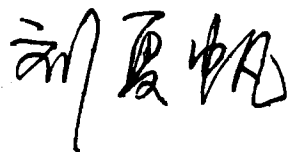
当今世界人口剧增、粮食紧缺、能源不足、环境污染，严重影响人类的安全生存。为解决人口增长与粮食不足的矛盾，提高可耕地的单位面积作物产量是一条重要途径；而提倡合理施肥、节肥增产，以节约生产大量化肥的能源消耗和减少环境生态污染，也是符合世界各国可持续发展农业的基本国策。

王永锐教授从事植物生理学、水稻高产营养生理学的教学和科学研究 30 年，研究三系杂交稻、两系法杂交稻、优质稻、黑米稻的生长发育与节肥增产规律；抑制超常量有毒金属元素对水稻的毒害；生物固氮肥的增产与减少施用化肥的效应；选用耐低钾水稻品种与节省钾肥施用量，和三系杂交稻的生理优势及其产量预测等，取得了显著成绩。

王永锐校友工作勤奋、踏实，既埋头于实验室研究，又深入田间与科技人员和农民群众共同进行实践研究。《王永锐水稻文集》的出版，是他与其合作者们在水稻科学研究工作上多年心血凝成的硕果。这种不辞劳苦、为国为民的精神实在可喜可贺。

《王永锐水稻文集》内容丰富，理论与实践紧密结合，对增添水稻科学知识和提高水稻产量很有益处，可供从事水稻科学研究的人们参考、借鉴。

中共广东省委党校教授
海丰县人民政府首任县长
海丰中学广州校友会会长



1998 年 11 月 26 日

前 言

《王永锐水稻文集》(以下简称《文集》)收集了作者 70 年代以来在国内外发表的部分代表性论文,计 73 篇,并把它划分成六个部分:(1)矿质营养与耐低钾水稻品种筛选;(2)优质稻及远缘杂交稻的高产及育种生理;(3)水稻生育中期施肥的生理与稻谷产量;(4)水稻始穗期(生育后期)施氮钾营养与稻谷产量;(5)杂交水稻(三系杂交稻和两系法杂交稻)的生理优势和谷产量优势预测;(6)专题论述,其中包括水稻免耕栽培生理基础、生物固氮菌肥对水稻生长发育的效应及 L-蓝光膜对水稻幼苗生长及其结实生理的影响和水稻不育系的生理生化特性等。在这些内容中,有部分是我国近年来稻作栽培生理学的研究热点,因此得到中国科学院科学基金(1984~1987)、国家“七五”科研(1985~1990)攻关、广东省科委和中山大学“211”前沿性研究课题基金的资助。这些研究成果大多数已在生产实践中和理论探讨上发挥了它应用的作用及社会效果。现集成一册,目的在于方便水稻科学界和相关学科的学者查阅、参考,有利于今后继续深入开展研究。

全世界人口日益增长,而耕地却逐年减少。我国人口增长的绝对数量任何时候比任何国家都多,而人均耕地面积则愈来愈少。因此,设法改良水稻等作物品种,使它具有理想株形,同时又具有内在的高产生理生化优势潜力,其中特别是具有高光合功能,以截获更多的太阳光辐射能,生产更多的光合产物,并把这些光合产物合理地运输分配到经济器官,使单位耕地面积获得高产、超高产,以解决我国耕地日趋减少、人口愈越膨胀和粮食有可能供不应求的潜在矛盾发生。这是我国今后水稻及其他作物研究的最大目标。

我们曾在《杂交水稻产量生理》(中山大学出版社,1986)一书中提出:高产水稻品种存在“两段式阶梯灌浆”方式,第一阶段是由开花授粉至乳熟末期,籽粒的灌浆、充实物质主要来源于功能叶片的光合产物,多余部分即贮存在茎、叶鞘中;第二阶段是乳熟末期至蜡熟后期,由于叶片的功能衰退,籽粒的充实物质却来源于茎、叶鞘中贮藏物质的再动员、再分配,谷产量高。相反,低产水稻品种虽具有良好或理想株形性状,但第一阶段的光合功能或灌浆功能减弱,或不减弱,而第二阶段的功能严重减弱或不具备,使籽粒结实率低,充实度下降多,谷产量低。本《文集》的不少篇幅内容阐明:相近矮秆、半矮秆株形的高产水稻品种和低产水稻品种的谷产量存在差异是客观事实,从而进一步说明“两段式阶梯灌浆”理论也是客观存在的,是正确的。因此,选育高产水稻品种,除了要细致地考察其株形性状外,还必须通过植物生理生化和生物物理等方法,分析这些理想株形品种或品系是否具备高产能力,深入分析它们的光合功能、叶绿素含量、PSII 原初光能转化效率、RuBPase、叶绿体电子传递速率、功能叶片的光合效率及光合产物的运输分配,还要分析根系活力,根系吸收和利用氮磷钾等矿质营养元素的效率,根、茎、叶鞘运输组织结构及其功能,茎、叶鞘维管束大小、数目及代谢过程中多种酶的活性。

在水稻育种过程中，能否预测杂种后代的谷产量高低，以及提早淘汰劣势组合及品系，选择有高产潜力的优势组合或品系，减少人力、物力及财力的消耗，做到及时、准确地育成既具有理想株形，又具有优良生理性状的高产、超高产水稻品种，这是 80 年代以来我国开创的一项重要研究课题。中国科学院生物物理研究所杨福愉院士等（1991）试验细胞匀浆互补法和 ATP 预测水稻杂种优势，中国科学院植物研究所（北京）张其德等（1991）采用叶绿素 a 荧光诱导动力学技术验测水稻的生产能力，武汉大学和中国科学院华南植物研究所用酯酶同功酶方法预测杂种优势，都已取得显著成果。本《文集》作者根据水稻分蘖强弱与磷及含磷营养、DNA、RNA 的密切关系，而采用 ^{32}P 示踪技术探明水稻杂种后代分蘖能力与其 ^{32}P 含量密切相关，且依据水稻乳熟期籽粒中碳水化合物积累最迅速、最丰富的事实，而采用 ^{14}C -葡萄糖或 ^{14}C -蔗糖涂于剑叶的同位素示踪分析技术分析 ^{14}C -同化物在籽粒中的分布（%）及其输入积，都阐明了三系水稻杂种（ F_1 ）在分蘖期采用 ^{32}P 和乳熟期采用 ^{14}C -葡萄糖涂于剑叶的同位素示踪分析技术可预测其谷产量优势。这个成果是在国家“七五”科研攻关项目资助下完成的。它为水稻高产、超高产育种研究开创了一条植物生理学和生物物理学研究途径，是一条省时、省工、省钱，且可加速选育高产、超高产新品种、新组合的有效途径。在这些实践及理论的启示下，使我们撰写出版了《水稻生理育种》（科学技术文献出版社，1995）一书，其目的在于使水稻生理育种理论升华，同时也给水稻育种工作如浩瀚大海增添一滴水花，或起抛砖引玉作用，促进我国水稻高产、超高产的育种工作快出成果、多出成果。

水稻高产离不开营养供应，氮、磷、钾是水稻等作物生长发育的三大营养元素。水稻一生历期 100 多天，而迟熟品种可达 135 天以上，三系杂交水稻中有的杂交组合（ F_1 ）还长达 150 天左右。水稻生育前期施氮磷钾三要素肥料促进分蘖的必要性早已为人熟知。水稻生育中期施“促花肥”和“保花肥”近 20 多年来也已被认识，推广应用。在天气晴暖、阳光普照的条件下施中期肥，能调节、控制颖花数量和第一次枝梗及第二次枝梗数量增加，退化颖花和退化枝梗数量减少，尤以第二次枝梗分化数量增加、退化数量减少是最能够达到增产目的。然而水稻始穗期后（生育后期）还要不要供给氮钾营养，是单供氮肥，或单供钾肥，或氮钾营养同时供给方能更好地促进水稻植株的正常生理生化代谢，提高籽粒结实率、充实度和谷产量，也是近 10 年来稻作学研究的热点。我们曾在《水稻营养和合理施肥》（科学出版社，1989）、《作物高产群体生理》（科学技术文献出版社，1991）和《水稻生理论文集》（中山大学学报，论丛 19，1989）论述过水稻生育后期共施氮钾营养的重要性。水稻生育后期供氮、供钾或共施氮钾营养的研究，不少学者都做了相当多的试验研究工作，并取得了显著成果。这些研究成果目前虽未被普遍认识和应用，但却已改变了过去的“水稻扬花，产量到家”，认为水稻开花后可以不再施肥、只坐待收割的传统认识，不少地区也尝到了水稻始穗期或生育后期施氮肥、钾肥和共施氮钾肥增加了稻谷产量的好处。本《文集》中较多篇幅论述了水稻始穗期共施氮钾营养的生理生化变化和提高谷产量的状况，前人尚未作过这般详细的分析，它可提供人们再试验、再思考，或在推广应用过程中再改进；也可为水稻高产、超高产栽培理论、技术打下一个基础，并提供有效的技术措施。

我国有相当一部分耕地缺钾或严重缺钾，且我国钾肥生产量也存在供不应求的状

况。通过植物营养生理的方法，比较耐低钾和不耐低钾的水稻品种及其生理生化特性的差异，从中筛选耐低钾水稻品种也是成功的，在研究方法上和理论上都具有科学意义。这又提议我们通过植物生理育种的方法，可以改善水稻品种向人们需要的方向发展，育成更多、更好的，既增产、又节肥的水稻优良品种。但硅与钾恰好相反，耕地中的有效硅含量十分丰富，既是如此，必有其重要作用。然而国内外过去对耕地的硅营养研究的资料并不太多。作者根据如此状况，多年前就着手开展硅抑制超常量的有毒金属营养元素毒害水稻幼苗的试验研究，阐明了硅营养能够抑制和缓解超常量的 Se, Cu, Na, Cd, Cr 等的毒害作用。对硅的真面目作了进一步刻画。这不但对目前水稻生产提倡施用硅肥有益，也对防止耕地有毒物质污染及净化生态环境有利，使人们重新思考硅对禾本科作物不仅仅是起强茎、壮秆的作用，还有更重要的起缓冲、抑制耕地有毒物质对作物毒害的作用。因此可以认为，土壤中的硅营养对一般作物都是具有普遍意义的。

水稻免耕栽培生理、生物固氮菌肥和 L-蓝光膜对水稻的生理效应和增产效果以及水稻不育系生理生化特性也是作者近年来开展研究的内容，是今后继续研究的课题。借助本《文集》载入这些内容，可供水稻研究、水稻生产参考、应用。

由于作者水平有限，论文的深度和广度尚嫌不足，敬请水稻科学界前辈、同行和广大读者批评、指正。笔者借此机会衷心感谢《文集》中所有合作者，感谢倪晋山教授、陆定志教授、胡笃敬教授、刘芷宇教授等对我们的关心和支持，感谢支持出版本《文集》的林特生等朋友以及北京市农博技术研究所（所长陈民先生）、湛江市道弘生物固氮有限公司（董事长兼总经理陈华琴女士）和汕尾市海丰县丰裕有限公司（经理陈兆周先生）等单位。

王永锐

1998年6月写于中山大学

目 录

第一部分 矿质营养与耐低钾水稻品种筛选	(1)
水稻对硒吸收、分布及硒与硅共施效应	(3)
水稻幼穗发育期硒与硅共施效应	(8)
硅营养抑制钠盐及铜盐毒害水稻秧苗的研究	(13)
硅和砷(V)对水稻植株生长的影响	(17)
硅营养缓解Cd, Cr毒害两系稻(F ₁)幼苗生长及根系活力	(22)
硅营养缓解水稻幼苗Cd, Cr毒害的生理研究	(30)
耐低钾水稻的幼苗生长及其营养吸收状况	(37)
应用营养水培法筛选水稻耐低钾基因型品种	(43)
耐低钾基因型水稻的矿质营养和穗粒性状	(50)
耐低钾基因型水稻品种孕穗期剑叶生理及根系活力	(56)
Absorption of nutrients and their replaceable functions in rice varieties tolerant of and sensitive to K deficiency	(60)
属间远缘杂交水稻苗期耐盐性比较研究	(61)
无机磷对植物叶片光合作用的影响及其机理的研究进展	(66)
第二部分 优质稻及远缘杂交稻高产及育种生理研究	(75)
优质稻对 ³² P的吸收、分配与分蘖特性和谷粒产量	(77)
几个优质稻对 ³⁵ S, ¹⁴ C分配与谷粒产量	(85)
黑稻“黑优24”和香稻“竹香占3-16”分蘖期的营养吸收、分配及其分蘖 特性	(89)
黑稻“黑优24”和香稻“竹香占3-16”氮、磷、钾营养水平与开花前后 ¹⁴ C-葡萄糖分配及谷粒产量	(96)
钾肥对“黑优24”植株性状和 ³² P运转分配的影响	(103)
水稻大粒稻和小粒稻的性状研究	(108)
优质稻几个生理性状研究	(116)
属间远缘杂交新型水稻灌浆成熟期冠层叶片光合产物分配去向	(121)
属间远缘杂交新型水稻灌浆成熟期冠层叶片光合产物在产量形成过程中的 贡献程度的比较研究	(129)
属间远缘杂交(<i>Oryza</i> × <i>Sorghum</i>)后代氮素反应特性及高产生理基础 研究	(135)
第三部分 水稻生育中期施肥的生理与稻谷产量	(141)
水稻生育中期施肥的探讨	(143)

Effectiveness of supplied nitrogen at the primordial panicle stage on rice plant characteristics and yields	(148)
水稻品种生育中期在不同氮水平条件下的谷粒产量和氮素积累	(151)
黑米稻生育中、后期施氮、磷、钾肥与 ^{14}C -同化物运转分配和谷产量	(161)
营养胁迫下枝梗颖花分化、退化与生理性状的相关	(168)
杂交水稻结实率与钾素营养	(185)
第四部分 水稻始穗期(生育后期)的氮钾营养与稻谷产量	(195)
杂交水稻始穗期氮钾营养对剑叶生理特性的影响	(197)
始穗期施氮钾肥对水稻 ^{14}C -同化物运转、分配及产量的影响	(203)
杂交稻生育后期施肥对光合、呼吸作用和蛋白质含量及硝酸还原酶活性 的影响	(209)
两用核不育杂交稻生育后期施氮钾肥的生理效应及产量	(215)
两系稻始穗期氮钾营养对谷产量的影响及生理效应	(221)
始穗期施氮钾肥对两系稻 N31S/P40 结实性的影响	(226)
两系杂交稻始穗期追施氮钾肥提高叶片光合功能的作用	(232)
两系杂交稻始穗期追施氮钾肥对同化物运输与分配的影响	(237)
两系稻 N31S/P40 (F_1) 改变库/源比对叶片衰老及同化物分配的影响	(244)
水稻库/源比对叶片光合作用、同化物运输和分配及叶片衰老的影响	(250)
库/源比与生育后期施氮钾肥对水稻剑叶中几种活性氧清除酶活性的影响	(259)
Effects of nitrogen and potassium nutrition during late growth stage of rice on translocation of ^{14}C and grain yield	(264)
The effects of topdressing at heading stage on translocation of assimilation from leaf to grain	(266)
不同光强生态型水稻对始穗期氮钾营养的效应	(268)
不同光强生态型水稻始穗期氮钾营养与碳同化物的分布	(276)
不同光强生态型水稻结实期碳代谢特征研究	(289)
培杂山青始穗期氮钾营养与剑叶光合速率及谷产量效应	(295)
水稻氮、磷、钾营养和合理施肥	(300)
作物高产与开花前后的氮和钾营养	(303)
水稻后期施肥的增产作用及其机理研究概况	(304)
第五部分 杂交水稻生理优势及稻谷产量优势预测	(309)
杂交水稻 ($V_{20}A \times IR_{54}$) 几个生理性状优势和谷粒产量研究	(311)
杂交水稻及其生理优势的研究	(318)
杂交水稻“汕优 2 号”、“汕优 6 号”和“威优 6 号”对磷 (^{32}P) 的吸收、 分配和干物质增长情况研究	(338)
杂交水稻开花前后对 ^{32}P , ^{35}S 和 ^{14}C 的吸收、分配与穗粒性状研究	(344)
杂交水稻分蘖和乳熟期 ^{32}P , ^{14}C 分布与分蘖数和谷产量	(356)

杂交水稻光合强度及 ¹⁴ C的分配与穗粒性状的关系	(362)
杂交水稻开花后 ³² P, ³⁵ S和 ¹⁴ C在稻穗的分配与谷粒产量优势	(369)
杂交水稻分蘖优势与 ³² P, ³⁵ S和 ¹⁴ C在分蘖分配的关系 (I): 野败型 杂交稻	(377)
杂交水稻分蘖优势与 ³² P, ³⁵ S和 ¹⁴ C在分蘖分配的关系 (II): 红莲型 杂交稻	(385)
杂交水稻分蘖优势与 ³² P, ³⁵ S和 ¹⁴ C在分蘖分配的关系 (III): 野败型 杂交稻和D型杂交稻	(390)
³² P, ¹⁴ C在杂交水稻分蘖和穗中的分布与谷粒产量的关系	(394)
Translocation and distribution of ³² P, ³⁵ S and ¹⁴ C-glucose in hybrid rices and their parents	(400)
Relationship between grain yield and ³² P, ¹⁴ C in tiller and panicle of 56 hybrid rices	(405)
Translocation of ¹⁴ C-sucrose assimilates to the parts of plant of hybrid (Le/Qi) and its parent (<i>Oryza sativa</i> L.)	(407)
Using radioactive tracers to predict grain yield of hybrid rice	(411)
同位素 ³² P, ³⁵ S和 ¹⁴ C与杂交水稻的分蘖和产量优势预测	(412)
杂交水稻的生理优势和杂种优势预测	(418)
³² P, ¹⁴ C预测杂交稻产量的方法和效果	(424)
第六部分 专题论述	(433)
免耕水稻的光合特性	(435)
通用型生物固氮肥的研制、推广及其发展前景	(440)
通用型生物固氮菌肥拌种对水稻秧苗及分蘖素质的影响	(449)
生物固氮菌肥对水稻生理及谷产量效应的研究	(452)
L-蓝光膜覆盖水稻幼苗的生理及对孕穗、结实的后效应	(458)
Effects of laser seed treatment on rice panicle characteristics	(464)
提高广东粮食自给率问题探讨 (提要)	(466)
王永锐著作及未刊入《文集》的论文目录	(469)
编后记	(479)

CONTENTS

Part one Mineral nutrition and rice variety screening for tolerant to low potassium

potassium	(1)
Selenium absorption and distribution in rice (<i>Oryza sativa</i> L.) plant and effects of mixed application of Se and Si	(3)
Effectiveness of mixed application of Se and Si in rice (<i>Oryza sativa</i> L.) at young panicle developing stage	(8)
A study on poisoning rice (<i>Oryza sativa</i> L.) seedling with Na and Cu salts through inhibition of Si nutrition	(13)
Effects of silicon and arsenic (V) on the growth of rice seedling (<i>Oryza sativa</i> L.)	(17)
Studies on poisoning of two-line hybrid rice (F ₁) (<i>Oryza sativa</i> L., Indica) seedling growth and root system activity with Cd and Cr salts through inhibition of Si nutrition	(22)
Physiological studies on Poisoning effects of Cd and Cr on rice (<i>Oryza sativa</i> L., Indica) seedling through inhibition of Si nutrition	(30)
Growth and nutrient absorption of rice variety (<i>Oryza sativa</i> L.) tolerated to low K ⁺ condition	(37)
Screening rice varieties (<i>Oryza sativa</i> L.) of genotype tolerant to K deficiency with nutrition solution culture	(43)
Mineral nutrition and panicle character of rice (<i>Oryza sativa</i> L.) genotype variety tolerant to K deficiency	(50)
The flag leaf physiology and root system activity at booting stage of rice varieties (<i>Oryza sativa</i> L.) genotype tolerant to K deficiency	(56)
Absorption of nutrients and their replaceable functions in rice varieties tolerant of and sensitive to K deficiency	(60)
Comparative study on salt endurance in seedling of intergeneric hybrid rice	(61)
Advance in the study of effects of inorganic phosphate on plant leaf photosynthesis and its mechanism	(66)

Part two Plant physiological breeding for high grain yield of good grain quality rice and intergenetic rice

Relationship between absorption, distribution of ³² P and characteristics of tillers and grain yield in good quality rice	(77)
--	------

Relationship between absorption, distribution of ^{35}S and ^{14}C -glucose and grain yield in some rices of good quality	(85)
Nutrient absorption, distribution and tillering characteristics of black grain rice "Heiyou 24" and odorous rice "Zhuxiangzhan" (<i>Oryza sativa</i> L.)	(89)
Translocation and distribution of ^{14}C -glucose at reproductive stage and grain yield of black grain rice and odorous rice (<i>Oryza sativa</i> L.) under high level condition of N, P, K	(96)
Effects of potash applications on the plant characteristics and translocation of ^{32}P of black grain rice "Heiyou 24" (<i>Oryza sativa</i> L.)	(103)
Studies on the characteristics of small grain and large grain sized varieties in paddy rice (<i>Oryza sativa</i> L.)	(108)
Studies on some plant physiological characteristics of good grain quality rice	(116)
The distributing way of photosynthates from canopy leaves at maturing stage to contribute during grain yield formation of intergeneric rice hybrids	(121)
Study on the varietal difference of contribution of assimilate to grain yield formation among canopy leaves of high-yielding intergeneric hybrid rice (<i>Oryza</i> $\times$ <i>Sorghum</i>)	(129)
Study on varietal difference in response to nitrogen application of intergeneric hybrid (<i>Oryza</i> $\times$ <i>Sorghum</i>), its maternal variety and 3-line-hybrid rice in pot experiment and in Yoshida's nutrition solution culture	(135)

Part three Plant physiology and grain yield of rice plant under the topdressing at middle growth (panicle initiation and development) stage

Studies on supply fertilizers at primordial panicle stage of rice plant	(143)
Effectiveness of supplied nitrogen at the primordial panicle stage on rice plant characteristics and yields	(148)
Grain yield and nitrogen accumulation in grain under three levels of nitrogen applied at panicle formation stage of IRRI'S three rice varieties	(151)
The effects of N, P, K supplied at the middle and late growth stages on translocation and distribution of ^{14}C -assimilates and grain yield	(161)
Correlation analysis between differentiation, degeneration of branch and spikelet on rice panicle and physiological characters under nutrient stress ...	(168)
The relationship between the filled grain percentage and potassium nutrient in hybrid rice (F_1)	(185)

Part four The relationship between high grain yield and topdressing nitrogen and potassium at initial stage of panicle exserting

Effects of N, K Supply at initial stage of panicle emerging on physiological traits in flag leaf of hybrid rice Shanyou 63	(197)
--	-------