

带钵移栽水稻秧盘制备

Daibo Yizai Shuidao Yangpan Zhibei

张欣悦 著



张欣悦



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

内容提要

带钵移栽水稻秧盘制备

张欣悦 著

中国农业大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

全书包括两大部分内容。第一部分,关于水稻的相关知识,主要对水稻起源、种类划分、种植区分布和栽植技术进行概括性的介绍。第二部分,关于带钵移栽水稻秧盘制备的系列研究,在阐述研究背景、研究目的和意义的基础上,介绍水稻秧盘的种类、制备技术及应用情况,着重介绍带钵移栽水稻秧盘制备的系列研究,最后介绍了带钵移栽水稻秧盘的实际应用示范情况及效益分析。

图书在版编目(CIP)数据

带钵移栽水稻秧盘制备 / 张欣悦著. —北京:中国农业大学出版社,2017.12
ISBN 978-7-5655-1954-3

I. ①带… II. ①张… III. ①水稻栽培-机械化栽培 IV. ①S511.048

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 307339 号

书 名 带钵移栽水稻秧盘制备
作 者 张欣悦 著

策划编辑 梁爱荣

责任编辑 洪重光

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62818525,8625

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.caupress.cn>

E-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月第 1 次印刷

规 格 787×1092 16 开本 13.25 印张 170 千字

定 价 48.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

前 言

如何提高水稻的产量和品质是当今国内外水稻生产的研究热点,有着广阔的研究前景。提高水稻产量和品质的途径有两种方式:一是研发或改良水稻品种;二是革新水稻栽植方式。水稻品种的研发或改良是需要经过水稻栽培专家辛苦钻研和不懈努力才可能实现的,特别是研究适合寒冷气候的水稻品种更是难上加难,因此在寒冷地区水稻生产的攻关方向是栽植方式的革新。水稻传统的栽植方式费时费力费工,大面积种植需要投入大量的人力和物力。随着科学技术的不断发展,水稻种植方式有了很大的改变,机械化程度不断提高。水稻钵育苗栽植技术被公认为是世界上最先进的水稻栽植技术,该技术存在的推广问题是专属钵育秧盘成本高,且配套栽植机的结构复杂、价格昂贵,虽然增产效果明显,但生产成本投入过高,稻农不易接受,不适宜大面积推广。

本书正是为了解决水稻钵育苗栽植技术推广难度高的问题,展开了带钵移栽水稻秧盘制备技术的系列研发,研究对象是带钵移栽水稻秧盘。该类型秧盘以水稻秸秆为主原料,同时辅以黏合剂和其他添加剂经特殊制备工艺研制而成。此秧盘最大的特色是生产原料来源广泛且可以任意配套使用现有水稻栽植机,减轻稻农的机械投入负担。在不增加水稻生产成本的基础上,实现了水稻钵育苗栽植的机械化构想。

全书包括两大部分内容。第一部分,关于水稻的相关知识,主要对水稻起源、种类划分、种植区分布和栽植技术进行概括性地介绍。第二部分,关于带钵移栽水稻秧盘制备的系列研究,在阐述研究背景、研究目的和意义的基础

础上,介绍水稻秧盘的种类、制备技术及应用情况,着重介绍带钵移栽水稻秧盘制备的系列研究,最后介绍了带钵移栽水稻秧盘的实际应用示范情况及效益分析

对于实现水稻钵育苗栽植技术,带钵移栽水稻秧盘制备具有重大的研究意义。它是水稻钵育苗栽植技术的核心,为实现水稻生产全程机械化提供了基础保障。本书的内容是作者对硕士和博士攻读期间以及工作至今科研工作的总结和梳理,由于研究时间跨度长和实际条件的限制及自然条件的影响,在试验数据的采集和处理方面有所欠缺,只能在界定的研究条件下进行试验研究。鉴于带钵移栽水稻秧盘制备的研究处于起步探索和创新阶段,作者对秧盘性能的研究只有较优评价,制备工艺是基于应用过程中显露的实际问题不断进行改进和革新的,并没有进行系统翔实地理论分析研究;加之作者的研究阅历和工作经验欠佳,研究深度和广度不足在所难免,期望本书能得到更多的批评和指教。

全书在大量研究分析中引用和借鉴了国内外许多学者的相关研究成果,这些成果对本研究起到了巨大的支撑作用,作者在此表示由衷地感谢和敬意!作者特别要感谢博士导师汪春教授,在研究过程中给予大力的支持和科研工作的引导;感谢工作单位黑龙江八一农垦大学工程学院的各位领导及同事的帮助与鼓励;感谢同门师弟师妹们在研究工作和试验上的鼎力协作;感谢出版社让本书如期出版。最后在此一并感谢在研究及示范推广过程中给予帮助的所有朋友们。

著 者

2017年10月

目 录

第一部分 水稻	1
第 1 章 水稻起源	3
1.1 概述	3
1.2 水稻生长习性	4
1.3 品种演变	5
第 2 章 水稻种类划分	6
第 3 章 水稻种植区分布	9
3.1 华南双季稻稻作区	10
3.2 华中单双季稻稻作区	10
3.3 西南高原单双季稻稻作区	11
3.4 华北单季稻稻作区	11
3.5 东北早熟单季稻稻作区	11
3.6 西北干燥区单季稻稻作区	12
第 4 章 水稻栽植技术	13
4.1 水稻直播技术	13
4.2 水稻移栽技术	16
参考文献	17
第二部分 带钵移栽水稻秧盘制备	19
第 5 章 绪 论	21
5.1 研究背景	21
5.2 研究目的和意义	23

5.3	核心研究内容	25
5.4	研究课题来源	26
第 6 章	水稻秧盘的种类和制备	27
6.1	水稻毯育秧盘	28
6.1.1	水稻毯育纸盘	29
6.1.2	水稻毯育塑盘	30
6.2	水稻钵育秧盘	33
6.2.1	水稻钵育抛栽秧盘	34
6.2.2	水稻钵育摆栽秧盘	37
6.3	水稻毯钵秧盘	40
第 7 章	带钵移栽水稻秧盘的设计构想	42
7.1	设计理念	43
7.2	设计思想	44
7.3	秧盘原料概述	45
7.3.1	农作物秸秆再利用现状	45
7.3.2	农作物秸秆的组成	48
7.4	制备工艺	49
7.4.1	模压工艺	49
7.4.2	模塑工艺	50
7.5	黏合剂概述	50
7.5.1	分类方法	51
7.5.2	几种常见的黏合剂介绍	52
7.6	本章小结	53
第 8 章	带钵移栽秧盘制备研究初探	55
8.1	成型制备难度分析	55
8.2	制备工艺初选	55
8.3	黏合剂的对比和制备工艺的探索性试验	57

8.3.1 试验设备	57
8.3.2 试验原料	57
8.3.3 黏合剂 A 和 B 的成型试验	57
8.3.4 黏合剂 C 的成型试验	60
8.3.5 黏合剂 D 的成型试验	62
8.3.6 黏合剂 E 的成型试验	64
8.3.7 黏合剂的选取	66
8.4 单因素验证试验	67
8.5 本章小结	68
第 9 章 带钵移栽水稻秧盘热模工艺研究	70
9.1 试验装置	70
9.1.1 试验装置组成	70
9.1.2 试验装置性能测试	71
9.2 带钵移栽水稻秧盘尺寸设计	75
9.3 试验材料准备	76
9.4 带钵移栽水稻秧盘成型试验	76
9.5 带钵移栽水稻秧盘热模工艺参数的单因素试验	79
9.5.1 施胶量对成型性能的影响	79
9.5.2 固化剂对成型性能的影响	80
9.5.3 添加剂对成型性能的影响	82
9.5.4 混料重对成型性能的影响	83
9.5.5 模具温度对成型性能的影响	84
9.5.6 保压时间对成型性能的影响	86
9.5.7 单因素试验小结	87
9.6 带钵移栽水稻秧盘热模工艺参数的裂区正交试验	88
9.6.1 试验设计方案	88
9.6.2 裂区正交试验方案及试验结果	89
9.6.3 试验结果的方差分析	91

9.6.4	贡献率分析	96
9.6.5	试验因素分析	97
9.6.6	较优参数选择	107
9.6.7	裂区正交试验小结	107
9.7	不同脱模剂和添加剂对带钵移栽水稻秧盘性能影响 试验	108
9.7.1	脱模剂概述	108
9.7.2	试验内容	110
9.7.3	性能试验小结	114
9.8	热模工艺工厂化生产	114
9.9	本章小结	115
第 10 章	带钵移栽水稻秧盘冷模工艺研究	118
10.1	带钵移栽水稻秧盘结构设计	118
10.1.1	横向尺寸设计	118
10.1.2	单行钵孔总数	119
10.1.3	单穴钵孔	119
10.1.4	立边厚度	121
10.1.5	纵向尺寸设计	122
10.1.6	透水孔孔径	126
10.1.7	结构强度分析	126
10.1.8	结构设计	128
10.2	冷模工艺成型系统设计与试验	129
10.2.1	设计要求	129
10.2.2	工作过程	129
10.2.3	成型系统组成	130
10.2.4	混料搅拌装置设计与试验	130
10.2.5	辊压成型装置设计	139
10.3	成型工艺及参数优化	154

10.3.1	成型工艺流程	154
10.3.2	影响因素和考核指标	154
10.3.3	结果与分析	155
10.3.4	工艺参数优化	158
10.3.5	试验验证	161
10.4	本章小结	161
第 11 章	带钵移栽水稻秧盘模塑工艺研究	164
11.1	气吸式真空成型的工作过程	164
11.2	成型模具材料	165
11.3	带钵移栽水稻秧盘的结构参数	166
11.4	成型机总体设计	167
11.4.1	设计要求	167
11.4.2	整机结构设计	167
11.4.3	工作原理	168
11.5	成型系统的设计	169
11.5.1	设计方案	169
11.5.2	工作原理	169
11.5.3	成型模具的设计	170
11.5.4	模具材料的选择及热处理技术	172
11.5.5	配气系统的选择	172
11.5.6	传动机构的设计	173
11.5.7	滚筒的设计	182
11.5.8	纸浆池的设计	183
11.6	运动仿真	183
11.6.1	定义连杆机构	183
11.6.2	设置运动副	184
11.6.3	设置耦合副	185
11.6.4	解算方案	186

11.7	气吸式真空成型秧盘生产线设计	187
11.8	本章小结	188
第 12 章 带钵移栽水稻秧盘应用示范情况及效益分析		190
12.1	应用示范情况	190
12.2	效益分析	192
12.2.1	经济效益	192
12.2.2	社会效益	192
12.2.3	生态效益	193
参考文献		194

第一部分 水稻

第 1 章 水稻起源

第 2 章 水稻种类划分

第 3 章 水稻种植区分布

第 4 章 水稻栽植技术



第1章 水稻起源

1.1 概述

1.1.1 水稻的起源

水稻是世界上最重要的粮食作物之一，也是我国的主要粮食作物。水稻的起源问题，长期以来一直是学术界争论的焦点。据考古学家发现，中国南方种植水稻已有七千多年的历史。在2016年11月9日举行的“第54期中国科技论坛——中国稻作起源地学术研讨会”上，学术界的科学家们集中研讨了“水稻起源于中国”这一学术论说，又将水稻的种植起源向前推进了3000年。因为农业考古学家们发现了一万年前的人工种植稻原始遗址，主要发现地区是在江西万年仙人洞。

1.1.2 水稻的栽培

水稻收获后，籽粒脱去颖壳，再经碾磨抛光后，即可获得我们日常餐桌上最为常见的大众主食——大米。大米的食用方法，因世界各地习俗的不同而变得多种多样，在我国除了直接烹饪食用外，大米还可以作为主要原料用来酿造米酒和调味醋等食品，毋庸置疑水稻是一种经济型粮食作物。

世界上的大多数人口都靠大米为生，自古以来世界各地均有种植水稻的历史。但是，最初是谁发现这种作物可以食之饱腹并开始种植水稻的呢？

依据查找的相关资料，水稻是一个极其古老的作物。据考古学家发现，中国南方种植水稻已有七千多年的历史。在2016年11月9日举行的“第54期中国科技论坛——中国稻作起源地学术研讨会”上，学术界的科学家们集中研讨了“水稻起源于中国”这一学术论说，又将水稻的种植起源向前推进了3000年。因为农业考古学家们发现了一万年前的人工种植稻原始遗址，主要发现地区是在江西万年仙人洞。

洞——吊桶环遗址、湖南道县玉蟾岩遗址、浙江浦江上山遗址等。简言之,世界水稻种植起源于中国。

(信息来源:科技日报社——中国科技网(北京)原标题“中国栽植水稻起源于一万年前”)

1.2 水稻生长习性

水稻是一年生禾本科植物,叶长而扁,圆锥花序由许多小穗组成,可根据叶龄诊断其生长期。全国不同的土壤地区,均有水稻种植,这说明水稻生长对土壤的要求并不严格。

水稻是一种喜湿作物,因此水稻生长周边环境必须有充足的水源,这是水稻种植最基本的环境条件。同时,水稻亦是喜温作物,水稻生长对温度的要求较高。以北方寒区水稻为例,移栽前水稻秧苗生长在温室大棚内,处于不同时期对大棚温度有着不同的要求。①浸种温度控制在 $11\sim 12^{\circ}\text{C}$,浸种时间 $7\sim 8$ 天(需积温 $80\sim 100^{\circ}\text{C}$),若使用烘干的种子则浸种时间应延长,至少延长 $1\sim 2$ 天。通过 $30\sim 32^{\circ}\text{C}$ 高温破胸、 25°C 适温催芽。②种子根发育期,棚温控制在 $30\sim 32^{\circ}\text{C}$,最低温度不低于 10°C 。③第一完全叶伸长期,棚温一般控制在 $22\sim 25^{\circ}\text{C}$,最高温度不超过 28°C ,最低温度不低于 10°C 。④离乳期,最高温度不超过 25°C ,最低温度不低于 10°C 。⑤第四叶长出期,温度应控制在 $17\sim 20^{\circ}\text{C}$,棚内最高温度不宜超过 20°C 。



图 1-1 水稻生长

移栽到水田后,在灌浆结

实过程,以日平均温度 20°C 以上为好。温度低,灌浆速度变慢,日平均气温降至 15°C 以下,植株物质生产能力停止,这是水稻安全成熟的界限。日平均气温降至 13°C 以下,光合产物停止运转,灌浆随之停止,这是水稻成熟的晚限。

1.3 品种演变

中国是最早开始有文字记载水稻品种的国家。古代水稻种植场景如图 1-2 所示。

史书《管子·地员》中记录了古代水稻的 10 个品种名称和各自适宜种植的土壤条件,而且历代农书中,包括一些古诗文著作中也记录着当时水稻种植的品种名称。



(图片来源:中青在线)

图 1-2 古代水稻种植场景

宋代出现了专门记载水稻品种及水稻种植特性的著作——《禾谱》,那时各种地方

志中也开始大量记载水稻的地方品种,已有籼稻、粳稻和糯稻的品种分类;根据地域不同,早稻、中稻和晚稻品种齐全。到明、清时期,水稻品种分类的记录更为详细,较为著名的书籍是明代的《稻品》。

不同历史时期,通过自然品种的变异和人工筛选的培育等途径,人类不断地培育具有特殊性状的水稻品种,如:①具有浓郁香味的香稻;②适合酿酒使用的糯稻;③种早熟品种;④耐低温、耐旱和耐盐碱土壤等特殊条件的品种等等。几千年来经过变异和筛选,水稻品种被保存下来有 3 万多种。

(信息来源:360 百科网, <https://baike.so.com/doc/6959418-7181929.html>)

第2章 水稻种类划分

全世界的水稻科学家们一直在不断地研发和培育水稻新品种,目前水稻种类很难估算出具体数量。按照划分方法的不同,水稻是多种多样的,接下来介绍几种较为常见的划分方法。

(1)根据稻米中淀粉成分含量的不同,可以划分为糯稻和非糯稻两种。淀粉含量直接影响到米粒的黏性强弱,米粒黏性强,说明淀粉结构以支链淀粉(amylopectin)为主,一般称为糯稻;而米粒黏性弱,说明淀粉结构以直链淀粉(amylose)为主,一般称为非糯稻。

(2)根据水稻生长气候和种植地区的不同,可以划分为籼稻(*Indica rice*)和粳稻(*Japonica rice*)两种。

- 籼稻——籼稻去壳成为籼米(图 2-1a)后,米粒外观细而长、透明度较低,煮熟后的米饭口感偏松且较干。籼米中含有 20%左右的直链淀粉,属中黏性。籼稻耐热性好,目前在我国的种植区主要分布在华南的热带和淮河以南的亚热带气候区,整个籼稻生长周期短,在无霜期长的地区一年可多次成熟。籼稻是由野生稻经过品种培育而来的。

- 粳稻——粳稻去壳成为粳米(图 2-1b)后,米粒外观圆而短、呈透明状,煮熟后的米饭口感黏而糯,香气四溢。粳米中直链淀粉较少,低于 15%。粳稻耐寒性好,目前在我国的粳稻种植区主要分布在温带