

沿海滩涂耐盐米草稻高产栽培技术

陈启康^{1,2}, 陈博^{1,2}, 陆惠兰¹, 周慧², 梅治平¹

(1. 南通市康博乐农业科技有限公司, 江苏南通 226001; 2. 南京海培特农业科技有限公司, 江苏南京 210007)

摘要 从水土资源利用、耕作改良、配套水系建设、种子选择及处理、水直播、苗床育秧、大田移栽、除草、肥水管理、病虫害防治等方面对沿海滩涂耐盐米草稻高产栽培技术进行总结。

关键词 沿海滩涂; 耐盐米草稻; 高产栽培技术

中图分类号 S504.8 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)18-018-03

High-yield Cultivation Technology of Salt-tolerant *Spartina* Rice in Coastal Mud Flat

CHEN Qi-kang^{1,2}, CHEN Bo^{1,2}, LU Hui-lan¹ et al (1. Nantong Kanghole Agricultural Science and Technology Co., Ltd., Nantong, Jiangsu 226001; 2. Nanjing Haipeite Agricultural Science and Technology Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 210007)

Abstract High-yield cultivation technology of salt-tolerant *Spartina* rice in coastal mud flat was summarized from the aspects of water and soil resources utilization, farming improvement, assorted water system construction, seed selection and treatment, water direct seeding, seedling raising in seedbed, field transplanting, weeding, nutrient and water management, pest control and so on.

Key words Coastal mud flat; Salt-tolerant *Spartina* rice; High-yield cultivation technology

据联合国教科文组织统计,全世界盐碱土地面积有 9.5 亿 hm^2 ,我国盐碱土地面积为 0.37 亿 hm^2 ,约占全世界盐碱地的 1/28,面积相当于我国现有耕地的 1/4^[1]。江苏沿海滩涂总面积 68.73 万 hm^2 ,占全国滩涂总面积的 1/4^[2]。江苏沿海开发已上升为国家战略,到 2020 年规划围垦 18 万 hm^2 的海域滩涂,其中 60% 为农业用地。沿海滩涂种植耐盐水稻不仅可增加粮食产量,而且对我国粮食安全具有重要意义,深入研究沿海滩涂围垦造田种植耐盐水稻的技术意义重大^[3]。利用传统的和现代的遗传工程方法提高植物的耐盐能力及培育耐盐品种是盐碱地开发利用的最有效的途径^[1]。远缘杂交作为一种育种手段,目前主要用于引进不同种属的有用基因,从而改良现有的品种。远缘杂交水稻特别是有异属基因的杂交水稻,可能具有人们今天还难以想象的强大优势^[4]。米草(*Spartina*)为多年生禾本科 C_4 草本植物,其耐盐、耐淹、高繁殖力,最适生于海滩潮间带的中潮带^[5]。水稻品种资源丰富,优质高产,为改良作物品种提供了优良的种质资源条件。水稻远缘杂交可以导入父本植物的有利基因,从而出现近缘杂交不可比拟的多样性和新类型,以扩大水稻的遗传基础^[6]。

为了利用耐盐米草和水稻高产种质资源创制耐盐米草稻新种质,笔者于 2005~2007 年开展了米草与水稻属间远缘杂交研究;2008~2009 年开展了海涂耐盐米草稻新种质创制研究,2009 年从 32 个组合中选育出了耐盐稻谷产量在 6 000~7 500 kg/hm^2 的耐盐米草稻组合 6 个^[7]。“海涂米草与水稻属间远缘杂交育种方法”于 2010 年获国家授权发明专利,2013 年获江苏省第三届发明创新一等奖;《盐碱滩涂综

合改造技术研究与应用》于 2015 年获江苏省科学技术三等奖;2016 年米草稻作为中国农业技术推广协会特种稻米工作委员会的特种稻在沿海滩涂示范种植。笔者于 2009~2015 年,每年在江苏盐城、南通地区沿海滩涂开展耐盐米草稻种植试验和高产栽培技术研究,筛选出耐盐米草稻新品系 20 多个,结果表明,通过科学的高产栽培操作技术实施,沿海滩涂种植耐盐米草稻稻谷产量可达 5 925~8 280 kg/hm^2 。基于创新耐盐米草稻种质的重要性,笔者对沿海滩涂耐盐米草稻高产栽培技术进行总结,以期对沿海滩涂种植米草稻提供科学依据。

1 水土资源利用技术

1.1 水资源利用技术 就地取水灌溉,降低生产成本。利用沿海滩涂盐碱地周围的河、沟水资源,只要是活水(沟、河、海互相流通的水流)均可利用,淡水河是最佳选择。咸水河利用:目测经验是只要河边能长出芦苇、杂草、杂树的水均可利用;测定含水盐量在 2‰~8‰,pH 在 6.5~8.0,可选择相应耐盐量的米草稻种子种植。

1.2 盐土资源利用技术 米草稻种植是利用盐碱垦荒地,根据围垦时间,只要盐碱地能长出盐蒿、田菁、芦苇、杂草、杂树等植物的土地均可利用;测定含盐量在 2‰~14‰,pH 在 6.5~8.5,可选择相应耐盐量的米草稻种子种植。

2 耕作改良技术

2.1 耕耙平整土地技术 海涂盐碱地开垦之前盐蒿、茅草、芦苇丛生;高低不平,无法水浆管理;土壤含盐量、pH 均较高且分布不均匀,因此不能直接种植米草稻。所以,海涂种植米草稻前 5~7 d 先撒施足量的有机肥(堆积发酵腐熟的奶牛粪、羊粪、鸡粪,发酵床猪粪为佳),经翻耕后灌水耙平盐土地。耕耙平整土地不但利于灌溉,促进米草稻生长,而且也是抑制土壤返盐的一项重要措施。

2.2 配套水系建设技术 海涂盐碱地耕耙平整后,不管是利用淡水灌溉还是利用咸淡水灌溉均必须配有健全的田间灌排水系统,以保证排水降盐畅通。沿海滩涂条田标准一般

基金项目 国家自然科学基金面上项目:海涂米草与水稻远缘杂交种质资源发掘与创新(31072064);江苏省南通市科技创新项目(HL2014020);江苏省南京领军型科技创业人才计划项目(616035)。

作者简介 陈启康(1952-)男,江苏启东人,研究员,从事动植物遗传育种及耐盐作物种质创新研究。

收稿日期 2016-05-13

50 m × 200 m 左右,灌水干渠和排水干渠一般设在条田的两头,灌水干渠和排水干渠要严格分开,严禁串灌串排,排(灌)水干渠深以 1.5 ~ 2.0 m、宽以 2.0 m 左右为宜。条田两侧设立条沟,条沟是排(降)盐或控制返盐的关键工程,一般为南北方向,条沟深 1.0 ~ 1.5 m,沟宽 2.0 m,条田两侧的条沟亦可按灌和排分开。每一块条田中用开墒机开挖宽 30 ~ 40 cm、深 40 cm 左右的墒沟,与条沟方向相同,每条墒沟间距 5 ~ 10 m;每 50 m 左右开挖同样规格的腰墒,与条沟方向垂直,以便补水排水及防病治虫,同时达到洗盐、减少土壤耕作层盐分的作用。

3 播种技术

3.1 种子选择及处理技术

3.1.1 种子选择。各地海涂盐碱地盐碱含量、灌溉水含盐量、pH 均较高且各不相同,因此必须选择经过海涂小样种植筛选适合当地种植的耐盐碱性较强的优良米草稻种子。近年来已育成 20 多个耐盐米草稻新品系,耐盐量在 3‰ ~ 15‰(选育的种子耐盐量分 3 档:3‰ ~ 5‰,6‰ ~ 10‰,11‰ ~ 15‰),pH 在 7.0 ~ 8.5。这些品系耐盐碱性较强,发芽率不低于 85%,生育期 130 ~ 150 d,较适合江苏沿海滩涂种植。

3.1.2 种子处理。不管是水直播还是育苗移栽,种子筛选确定后应在播种前晒种 1 ~ 2 d,以增强酶的活性,利于水分吸收,提高出苗率。

3.2 水直播技术 水直播技术是不进行育秧、移栽过程,直接将种子播于大田的一种轻型栽培技术,与常规育秧移栽稻相比,其具有省工、省力、节省秧田和投入成本、增加效益等优点。经多年实践证明,盐碱荒地种植米草稻以水直播为最实用播种栽培技术。

3.2.1 适时播种。4 月 20 日 ~ 5 月 10 日取小样盐碱地播种筛选,5 月 10 ~ 25 日经筛选出的种子按需种量晒种播种,超过 6 月 8 日后播种减产显著。

3.2.2 定播种量。播种量为 90 ~ 105 kg/hm² 可获得较为理想的基本苗。适当加大播种量、保持田间一定的含水量是确保一播全苗的关键措施。

3.2.3 浸种催芽。为使种子适应灌溉水,确保出苗快而整齐,播种前必须将种子装入种子网袋放入河、沟灌溉水中浸泡 24 ~ 36 h,取出种子后催芽 24 ~ 36 h,种子袋上盖麻布或青草,每隔 2 ~ 3 h 洒 1 次灌溉水,当种子有 90% 以上破胸露白且少量出芽时播种为宜。

3.2.4 定畦播种。开沟平整、定畦、灌水后采用“T”字木架趟平,称量、分畦播种,需播种到畦边,落籽要均匀,以确保全苗、匀苗。

3.2.5 补苗、匀苗。25 ~ 30 d 对直播米草稻田进行移密补稀,对丛生苗进行疏苗,将其移栽到缺苗的地方。可采取带土移栽法,以提高成活率。

3.3 苗床育秧技术

3.3.1 秧田准备。选择土壤含盐量在 3‰、pH 在 7.5 以下的海涂滩地培育壮苗;要求地势相对较高,地块平坦,灌排方

便;秧田四周挖一条 40 cm × 50 cm 的深沟,以利于排碱洗盐,然后将秧田按宽 1.5 m、长 15.0 m 的规格做成秧床;为了提高洗盐效果,先将干地平整,再放浅层水平整,同一块秧田高低相差应控制在 1.0 ~ 1.5 cm;播种之前需泡田洗盐,每灌 1 次水,泡田 2 ~ 3 d,换水 2 ~ 3 d;撒施适量腐熟有机肥,带水耕耙 10 ~ 15 cm,泡田 2 ~ 3 d,拉平后再行播种。这样,可有效降低秧田的盐碱含量,增加土壤肥力,改善土壤结构,利于培育壮秧。

3.3.2 适时播种。播种适期:5 月 5 ~ 20 日。播种密度:用种量约为 200 g/m²,均匀落谷。落谷后及时踏谷,以利于抗旱和保暖,促进扎根。播种后,秧床上需铺 1 层地膜,并将四周压实,以提高地温和增加秧田湿度。最后在地膜上铺上 1 层稀薄的稻草(以 1/3 的面积有光线透入为宜)以作遮阴、降温之用。膜内温度控制在 25 ~ 30 ℃ 为宜,确保不超过 35 ℃,否则应适当掀膜通风。1 叶 1 心期开始炼苗,2 叶 1 心期揭膜。

3.3.3 苗期管理。秧床揭膜后,根据秧苗生长情况进行灌、排水,可降低土壤盐分,保证秧苗正常生长。同时需及时追肥,培育壮秧。2 叶 1 心期需施 1 次断奶肥,一般施尿素 225 kg/hm²。4 叶期后需施 1 次送嫁肥,一般施尿素 150 kg/hm² 左右。

4 大田移栽技术

4.1 大田准备

4.1.1 泡田洗盐。海涂滩地大田耕耙拉平后灌深水,每灌 1 次水,泡田 2 ~ 3 d,换水 2 ~ 3 次,使土壤盐碱含量降到一定程度,有利于插秧后水稻生长。

4.1.2 施足基肥。施足基肥是提高水稻产量的必要条件。一般大田应施基肥:腐熟的有机肥 22 500 ~ 30 000 kg/hm²、磷酸二铵 300 ~ 375 kg/hm²、过磷酸钙 150 ~ 225 kg/hm²、硫酸钾 100 ~ 120 kg/hm²。施足基肥后应带水耕耙 10 ~ 15 cm,泡田 2 ~ 3 d;冬闲田一般是在冬前施好基肥,然后深耕晒田,以增加土壤肥力,改善土壤结构,增强土壤通气性。

4.2 移栽技术

4.2.1 适时早插秧。沿海滩涂围垦地含盐量高,水稻生长相对较慢,当秧龄达到 30 ~ 35 d 时,应尽可能早插秧。

4.2.2 坚持密植。由于土壤盐分含量高,对水稻缓苗期和分蘖性均有影响,因此栽插时一定要栽足基本苗。栽插密度为 20 cm × 13.3 cm,须栽足 33 万穴/hm²,每穴栽植 4 ~ 5 株秧苗,保证基本苗 120 万 ~ 150 万/hm²。提高栽插质量,做到浅栽、栽匀、栽牢,尽量减少植伤,缩短缓苗期。

5 管理技术

5.1 大田除草技术 沿海滩涂第 1 年垦荒,盐碱地经耕翻平整后杂草较少,尚有少量盐蒿、芦苇、茅草生长,以手工挖除;种植第 2 年主要防治稗草、薹菜等杂草,可使用敌稗、杀草丹或禾大壮等除草剂;盐蒿、芦苇、茅草生长,以手工挖除。

5.2 大田肥水管理技术

5.2.1 返青期。水直播大田补苗、匀苗后与移栽苗大田同样管理。插秧后大田保持水层 3 ~ 6 cm,深水有利于活棵,但

不能淹没苗心。插秧后 3~5 d 追施尿素 120~150 kg/hm²、硫酸锌 7.5 kg/hm² 作为返青肥,促进心叶快速生长。白天不能脱水,保持每天早晨定时添灌新水,以降低田间盐度,促进秧苗早日返青。

5.2.2 分蘖期。插秧后 7~9 d 秧苗返青进入分蘖期。为了促进米草稻分蘖,秧田需保持 1~3 cm 浅水层,保持每天早晨定时添灌新水,并且每 5~7 d 换 1 次水。足苗后可适当晾田,但不能超过 2 d。插秧后 10~12 d 施第 1 次分蘖肥,施尿素 120~150 kg/hm²。之后每隔 1 周追施 1 次,共施 3 次分蘖肥,促进水稻早生快发,提高分蘖成穗率。

5.2.3 拔节孕穗期。米草稻进入拔节期以后,由于前期灌溉田间盐度已降低,此时田间盐分对米草稻已没有太大的影响。因此,秧田水浆管理应为干干湿湿,以湿为主。即灌 1 次水,落 1 次干,反复进行。这样,既可保证米草稻对水分的需要,同时又可保持土壤的通气性,从而提高米草稻的根系活力和抗病抗倒能力。拔节孕穗肥一般是在基部第 1、第 2 节间已伸长,第 3 节间刚开始伸长时追施氮肥。此时需根据水稻叶色深浅、脱肥轻重确定追肥数量。若叶色浅,脱肥重,可施尿素 135~150 kg/hm²;若叶色深,没有褪淡,可施尿素 75~90 kg/hm²;一般情况下施尿素 110 kg/hm² 左右即可。

5.2.4 抽穗灌浆期。沿海滩涂种植米草稻后期水浆管理需特别注意的是不能断水,否则容易造成地表返盐和水稻植株早衰枯死,会对产量造成较大影响。因此,米草稻灌浆期田间灌溉方式应为间歇性灌水,但不能断水,直至收割前 1 周方可停止灌水,以便于收割。灌浆期可根据叶色适当追施粒肥,对叶色偏黄、明显脱肥的田块可追施尿素 30~40 kg/hm²,或用浓度为 0.2%~0.3% 的磷酸二氢钾进行叶面喷肥,以提高粒重。

(上接第 10 页)

- [21] 程军,潘华引,戚峰,等.污泥和水葫芦混合发酵产氢的影响因素分析[J].武汉理工大学学报,2006,28(21):209-214.
- [22] CHENG J, LIN R, SONG W, et al. Enhancement of fermentative hydrogen production from hydrolyzed water hyacinth with activated carbon detoxification and bacteria domestication[J]. International journal of hydrogen energy, 2015, 40(6):2545-2551.
- [23] 宋文路.基因改造和驯化细菌利用水葫芦发酵联产氢气和甲烷的机理研究[D].杭州:浙江大学,2011.
- [24] 王丽芬,邓辅唐,孙珮石,等.水葫芦渣与污泥混合好氧堆肥试验研究[J].科协论坛,2012(1):117-119.
- [25] 董志德,石亮成,周玲,等.凤眼莲有机肥料堆制技术研究及肥料应用[J].广西农业科学,2010,41(11):1205-1207.
- [26] 黄东风,李清华,陈超.水葫芦有机肥料的研制与应用效果[J].中国土壤与肥料,2007(5):48-52.
- [27] 潘开宇.发酵凤眼莲的菌种筛选[J].安徽农业科学,2009,37(30):15057-15059.
- [28] 凌嘉茵,李萍,徐锐锟,等.双菌发酵水葫芦压滤液生产单细胞蛋白的研究[J].环境科学与技术,2010,33(12):35-38.
- [29] 雷宇杰,黄光玲.微生物发酵提纯凤眼莲发酵产物蛋白含量的研究[J].信阳农业高等专科学校学报,2011,21(1):119-120.
- [30] 乐毅全,郑师章,周纪伦.凤眼莲根际细菌的趋化性研究[J].复旦学报(自然科学版),1990,29(3):314-319.
- [31] 赵大君,郑师章.凤眼莲根分泌物氨基酸组分对根际肠杆菌属 F2 细菌的趋化作用[J].应用生态学报,1996,7(2):435-438.
- [32] 夏会龙,吴良欢,陶勤南.凤眼莲植物修复几种农药的效应[J].浙江

6 病虫害防治技术

以“预防为主,综合防治”为防治方针。2009 年以来,沿海滩涂盐碱地种植米草稻因其周围无主要农作物生长,所以没有发现较多的病虫害发生。但秧苗田和大田期均需注意灰飞虱、稻蓟马等病虫害防治;中、后期需注意加强对螟虫、稻飞虱、穗颈瘟、稻曲病和纹枯病的综合防治。

7 收获技术

米草稻成熟度达 90% 时为收割适期。先成熟先收割,加强选种和分品系收割。米草稻收获后应做到秸秆全部粉碎还田并及时种植小麦、大麦等作物,这样既可防止春季返盐,巩固脱盐,又可增加粮食产量和土壤有机质含量,还可改善土壤理化性质。

8 小结

米草稻是利用海滩上生长的米草及农业上推广的高产水稻品种通过有性远缘杂交育种、常规育种、分子育种技术培育出的特种稻——耐盐米草稻,其是开发沿海盐碱地的优选作物,可在沿海地区推广应用。

参考文献

- [1] 赵可夫,范海.盐生植物及其对盐渍生境的适应生理[M].北京:科学出版社,2005:1-31.
- [2] 成长春.江苏沿海开发战略与区域经济均衡发展[J].江苏社会科学,2009(6):207-213.
- [3] 孙明法,严国红,唐红生,等.江苏沿海滩涂盐碱地水稻种植技术要点[J].大麦与谷类科学,2012(1):6-7.
- [4] 袁隆平.超级杂交稻亩产 800 公斤关键技术[M].北京:中国三峡出版社,2006:11-12.
- [5] 关道明.中国滨海湿地米草盐沼生态系统与管理[M].北京:海洋出版社,2009:1-15.
- [6] 中国农业科学院.中国稻作学[M].北京:农业出版社,1986:327-328.
- [7] 陈自康,田曾元,沙文锋,等.海涂米草与水稻远缘杂交种质资源发掘与创新(II)[J].江苏农业科学,2010(5):311-315.
- 大学学报(农药与生命科学版),2002,28(2):165-168.
- [33] 胡棉好,袁菊红,常会庆,等.凤眼莲-固定化氮循环细菌联合作用对富营养化水体原位修复的研究[J].环境工程学报,2009,3(12):2163-2169.
- [34] 许国晶,段登选,杜兴华,等.养殖池塘利用水葫芦与 EM 菌协同净化水环境研究[J].中国农学通报,2014,30(26):40-46.
- [35] RIVA S. Laccases: Blue enzymes for green chemistry[J]. Trends in biotechnology, 2006, 24(5):219-226.
- [36] 刘文华,蔡宇杰,孙付宝,等.白腐菌 *Trametes hirsute* SYBC-L19 液态发酵水葫芦产漆酶[J].食品与生物技术学报,2012,31(12):1252-1261.
- [37] 王志新,蔡宇杰,廖详儒,等. *Pycnoporus* sp. SYBC-L1 18S rDNA 序列分析及其固态发酵水葫芦产漆酶的研究[J].食品与发酵工业,2009,35(8):5-10.
- [38] KURUP S C, SNISHAMOL C, PRABHU N. Cellulase production by native bacteria using water hyacinth as substrate under solid state fermentation[J]. Malaysian journal of microbiology, 2005, 1(2):25-29.
- [39] DESHPANDE P, NAIR S, KHEDKAR S. Water hyacinth as carbon source for the production of cellulase by *Trichoderma reesei* [J]. Applied biochemistry and biotechnology, 2009, 158(3):552-560.
- [40] 邱晖平,杨晓瑞,朱建良,等.降解水葫芦中纤维素的优良菌株的筛选[J].纤维素科学与技术,2008,16(2):53-58.
- [41] 叶小梅.水葫芦厌氧发酵特性及其工艺技术研究[D].南京:南京农业大学,2011.
- [42] 兰吉武,陈彬,曹伟华,等.水葫芦厌氧发酵产气规律[J].黑龙江科技学院学报,2004,14(1):18-21.