

文章编号:1003-8701(2013)02-0011-04

轻度苏打盐碱土水稻大面积超高产 本田管理关键技术

李红艳¹,孙广友^{2,3,4*},赵立勇⁵,王文辉¹,
王国石⁶,阎修民²,骆寅涛¹,王士奎¹,岳福顺¹

- (1. 吉林省大安市农业局水田办公室,吉林 大安 131300 2.中国科学院东北地理与农业生态研究所,长春 130012;
3. 吉林大学环境与资源科学学院,长春 130021 4. 哈尔滨学院,哈尔滨 150000;
5. 中水东北勘测设计研究有限责任公司科学研究院,长春 130021;
6. 中国人民政治协商会议大安市委员会,吉林 大安 131300)

摘 要 在大安古河道盐碱地开发万亩试验区,选用非盐碱性超级稻吉粳 88 进行了轻度苏打盐碱土粳稻超高产试验。结果连片面积 7.33 hm²,产量达到 10 768.2 kg/hm²(标准水),较对照的超级稻品种吉粳 503 增产 7.5%。较区域平均产量 8250 kg/hm² 增产达 30.5%,创出松嫩平原西部苏打盐碱地粳稻大面积超高产纪录。本田管理的关键技术包括:高效洗碱使盐分降低至接近非碱性土壤临界值;适时早插延长生育期与合理密植争取穗多高产技术相结合;以原创配方施肥为基础,同时增施农肥,施足氮肥;控水上创用“浅-深-浅-湿”灌溉模式,实现高效节水。试验结果使原创品种吉粳 88 突破了非盐碱区界限;不同类型苏打盐碱土不仅可以开发种稻,而且有可能实现超高产,对提升区域水稻产量建设粮食基地具有重大经济与社会意义。

关键词 轻度苏打盐碱土 水稻超高产 松嫩平原 大安 古河道万亩试验区

中图分类号 S511.06

文献标识码 A

Key Techniques of Large-scale Super-High-Yield of Rice in Light Soda Saline-Alkali Soil

LI Hong-yan¹, SUN Guang-you^{2,3,4*}, ZHAO Li-yong⁵, WANG Wen-hui¹,
WANG Guo-shi⁶, YAN Xiu-min², LUO Yin-tao¹, WANG Shi-kui¹, YUE Fushun¹

- (1. Rice Office of Daan Agricultural Bureau, Daan City 150000;
2. Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, CAS, Changchun 130021;
3. College of Environmental and Resource Sciences, Jilin University, Changchun 130021;
4. Harbin University, Harbin 150000;
5. Northeastern Water Investigation Design and Research Co., Ltd. Changchun 130012;
6. Daan city committee of China People's Politics Discourse Meeting Jilin Daan 131300, China)

Abstract: A super high yield experiment of rice was carried out on saline-alkali land development experimental area of Daan ancient river channel using 'Jijin 88', a super rice variety of non-salinity. The results showed that the yield was 10768.2 kg/ha in 7.33 hectares, which was 7.5% higher than that of 'Jijing 503' and 30.5% higher than the average of rice production on the Songneng Plain, so it became a new record of rice unit yield in the plain. The key technique included: reducing the saline of soil to critical value of the non-saline

收稿日期:2012-11-25

基金项目:水利部公益项目(Z-201110)

作者简介:李红艳(1970-),女,高级农艺师,主要从事碱地水稻栽培研究。

通讯作者:孙广友,男,研究员,E-mail: Sun_guangyou@163.com

soil used drip washing, transplanting rice proper earlier to extend the growth period and planting closely to get more ears, applying formula fertilizer and plus manure to supply enough nitrogen, irrigating by shallow-deep-shallow-wet mode. This experiment extended the cultural range of 'Jijin 88' and broke non-alkali limit. Different types of soda saline-alkali soil can be developed to grown rice, even super-high-yield can be achieved. This is of important economic and social significance to enhance the regional rice yield and construct food production base.

Keywords: Light soda saline-alkali soil; Super-high yield of rice; Songnen plain; Daan; Ten thousand mu experiment area in ancient river channel

古河道研究发现,严重退化的盐碱地生态环境,却掩盖着大面积可开发土地,是全国少有的后备农业资源^[1-3]。苏打盐碱地种稻总面积目前已达到约 $40 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。特别是大安灌区等国家级灌区的梯次上马,可使全区水稻达到 $60 \times 10^4 \text{ hm}^2$,成为国家重要的优质商品粮基地。

然而,受治碱技术等因素限制,该区稻田绝大多数处于中低产状态,公顷产量徘徊在 $7\ 500 \text{ kg}$ 上下,高产面积十分局限。而按公认标准,连片面积达到 6.66 hm^2 (100 亩)、产量达 $10\ 500 \text{ kg/hm}^2$ 才定为超高产,这在本区尚无先例。这表明,苏打盐碱地能否种稻的问题虽已解决,但能否大面积高产,特别是大面积超高产,已成为亟待突破的科技前沿。而这一科技难题一旦突破,则松嫩西部水稻基地的产能将提高约 40%,经济效益与科技创新意义均十分巨大。

为此,作者以水稻产量达 $10\ 500 \text{ kg/hm}^2$,连片示范面积 6.66 hm^2 为目标,于 2011 年在大安古河道盐碱地万亩试验区开展轻度苏打盐碱地粳稻超大面积高产试验,并获得成功。试验涉及复杂技术体系,本文仅就本田管理的关键技术进行初步分析。

1 试验区环境分析

大安古河道盐碱地综合开发万亩试验区始建于 1989 年,总面积达 $1.7 \times 10^3 \text{ hm}^2$,是目前亚洲最大的内陆苏打盐碱地综合开发试验区。适于不同类型、不同尺度的苏打盐碱地农业试验。1996 年完成轻-中度苏打盐碱土种稻洗碱及高产试验^[4],2000 年完成含碱斑的重度苏打盐碱地洗碱种稻试验^[5]。本次试验在万亩试验区中部的韩福元泡老稻区的轻度苏打盐碱土进行。

1.1 试区地貌环境

地貌属于松嫩低平原的嫩江古河道地貌系统,由嫩江阶地、高、低河漫滩和湖泡低湿地 4 种

类型构成,其中,后三类地势低平开阔,接近月亮湖,适于引嫩水田开发。韩福元泡经排干种稻^[3],现为轻度苏打盐碱土类。

1.2 试区气候环境

试区属于温带半干旱季风气候。据大安气象站资料,年气温 4.3°C ,年降水量 413.7 mm ,夏季占年雨量的 60%,水热匹配,而春季少雨干旱。年蒸发量 $1\ 750 \text{ mm}$,年日照 $3\ 012.8 \text{ h}$,无霜期 142 d 左右, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 $2\ 921.3^\circ\text{C}\cdot\text{d}$ 。光热条件基本可以满足水稻生长需求。

本次以张俊国等培育的超级稻品种吉粳 88 进行试验^[6],生育期 142 d,积温 $2\ 950 \sim 3\ 100^\circ\text{C}\cdot\text{d}$,可见其关键气候指标已达阈值。本次采取适早播种,旱育壮秧等技术加以克服。

1.3 试区土壤环境

轻度苏打盐化土(含盐量在 $0.1\% \sim 0.3\%$),主要分布在韩福元泡面积达 246.66 hm^2 ,原为轻-中-重度苏打盐碱土组合,自然肥力较高。经过 16 年连续洗碱种稻,绝大多数盐分已经降到 1.5% 左右,营养物质氮、磷、钾状态较好。1996 年以来一直保持平均 $9\ 000 \sim 10\ 000 \text{ kg/hm}^2$ 的高产状态,为超高产试验提供了基础。

1.4 试区植被环境

韩福元泡原为碱性浅湖,周边被无植被碱滩包围,呈现碱质半荒漠景观。但剖面测量发现,古河道未被封闭前,为淡水湿地,沉积厚层沼泽化草甸土,故原始肥力高。随着种稻治碱的推进,目前已属于典型的适应轻度苏打盐化土壤的水稻人工植被。

1.5 试区水文与水资源环境

本区降水固然不足,但地下水和江河水丰富。浅层地下水埋深仅 $0.5 \sim 3.5 \text{ m}$,深层($>90 \text{ m}$)为承压水。本试验水源来自嫩江与洮儿河汇合处的月亮湖水库(东灌区),属于优质低矿化淡水,可确保试验对水资源的需求。

综上分析,试区环境基本要素对实施水稻超

高产试验具有可行性。

2 以洗碱为核心的改土技术

2.1 适度深翻,精细整地

试验水田通常翻地一般深度为 25 cm。考虑到土壤有机质层厚达 45 cm,为了改善通气性和开发深部营养成分,降低表层”聚盐“现象。同时超级稻深根特性表明,除约 80%的根系分布在土壤表层 20 cm 以内,还有约 20%分布到 20~40 cm,而这两类较深根系却对超级水稻后期发育有直接

影响^[7]。吉粳 88 属于根系发达,多长根的品种。据此,本次翻地深度控制为 35 cm 左右。同时以旱水结合方法,精细平整试验地,无僵块,排水平稳通畅。

2.2 设计合理降盐指标,高效泡田降盐

经测定,本次超高产试验土壤含盐量为 0.15%上下。考虑到产量与土壤含盐量呈负相关的规律,若达到超高产,必须通过高效泡田使含盐量降至 0.1%左右,即接近非盐化土壤。为此,我们在 5 月 10 日左右开始泡田,使土壤表层含盐量明显降低(表 1)。

表 1 试验地泡田(王文富地块)洗碱降盐效率

样品编号	深度(cm)	总盐(%)	pH	EC	分析结果(mg/kg)							
					Na ⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Ca ²⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
泡田前试验地土壤含盐量(%,mg/kg)												
2011-F-1	0~10	0.15	7.54	225	242.95	51.86	12.91	93.73	0.00	805.20	230.75	23.37
2011-F-2	20~30	0.12	7.36	127	102.60	23.95	144.16	61.91	0.00	732.00	124.25	13.86
2011-F-3	40~50	0.08	7.49	93	87.93	19.70	21.93	59.31	0.00	497.76	145.55	9.49
2011-F-4	60~70	0.07	7.58	82	80.04	17.57	13.65	55.84	0.00	439.20	124.25	8.62
泡田后试验地土壤含盐量(%,mg/kg)												
2011-F-5	0~15	0.12	7.44	231	157.80	62.31	10.94	136.62	0.00	658.80	142.00	32.60
2011-F-6	15~30	0.11	7.62	146	193.68	23.17	7.16	40.51	0.00	658.80	150.88	16.01
2011-F-7	35~40	0.10	7.66	109	141.81	16.01	12.03	54.88	0.00	622.20	150.88	11.94

表 1 说明,按照泡田降盐设计,泡田后秧苗根区土壤表层 0~10 cm 含盐量已由 0.15%降到 0.12%,接近于非盐化土壤。

3 水稻生物生理调控

3.1 适时早插内延生育期

吉粳 88 生育期等同于大安无霜期,超高产试验有相当风险。但碍于尚无既耐盐碱又生育期短,还能超高产的水稻品种,只有大胆尝试。我们的思路是通过挖掘气候资源潜力,来保证生育期和有效积温。为此,采取提早播种、培育大苗的苗期管理措施(另文详述),并适时早插。5 月 15 日前后当气温稳定通过 10℃时就开始插秧,5 月 25 日全部结束。收获期在 10 月 15 日开始,满足了生育期要求。主要采用机插,并尽量浅插(深度 3 cm)以抑制低节位分蘖造成减产。

3.2 合理密植在穗多上挖掘高产潜力

育种者指出,要使吉粳 88 获得 >10 000 kg/hm² 的高产,栽培上首先应确保穗数,然后再争穗大。插秧方式 30.0 cm×(13.6~14.8)cm,每穴插秧苗数 5.1~5.8 个^[6]。而考虑穗大问题可以通过优化肥-水-热组合加以解决。在插秧方式上,采取了合理密植,以 26.0~28.0 cm×14.0~

16.0 cm,4~5 苗/穴为基本模式。

4 配方施肥基础上增施农肥并施足氮肥

4.1 以配方施肥为基础

松嫩西部盲目过量施肥是水稻管理的共性问题。但对于实现超高产目标,又必须满足肥料需求,关键是科学调控。本次基本遵照吉粳 88 培育者推荐的配方施肥 960:氮(N)220.3~228.0 kg/hm²、磷(P₂O₅)102.0~111.5 kg/hm²。钾(K₂O)28.5~38.7 kg/hm²。

4.2 增施农肥,施足氮肥

同时考虑到苏打盐碱土结构较差,增加多施农家肥措施,结合翻地每公顷施 45 000 kg。为了充分发挥吉粳 88 生物生产量较大、生育后期需肥量较多的优势,使产量在 10 000 kg/hm² 基础上进一步提高。注意控制钾肥而施足氮肥。

4.3 合理调配肥种和时间

施肥中底肥、分蘖肥、补肥、穗肥的比例是 3:4:2:1。底肥除农家肥外,每公顷尿素 100~120 kg,二铵 200 kg,钾肥 75 kg。纯磷 70~85 kg,作为底肥;纯钾 90~110 kg,底肥 70%,拔节期追 30%。并正确掌握施肥时间(表 2)。

表 2 轻度苏打盐碱土水稻大面积超高产施肥调控

时间	肥料种类	数量(kg/hm ²)	功效
翻地	农家肥	1 500 ~ 3 000	底肥,增加基础肥力,改善土壤结构
5 月末~6 月初	尿素	100	分蘖肥
7 月上旬	尿素	120 ~ 150	穗肥
-	钾肥	75	-
8 月 10 日	尿素	45 ~ 50	粒肥 出穗后如果叶发黄时施用

5 创用“浅 - 深 - 浅 - 湿”模式合理控水

在灌溉制度上,松嫩西部基本处于粗放状态。

为了节水并有效控制返碱,我们在流行的“浅 - 深 - 浅”模式基础上加以改进^[8-9],创用“浅 - 深 - 浅 - 湿”模式,并在灌水过程中采取凉田而不晒田的控水技术(表 3)。

表 3 苏打盐碱地粳稻大面积超高产灌溉制度试验控水模式 cm

灌水模式	返青	分蘖			孕穗		抽穗	乳熟	黄熟
		前	中	后	前	后			
浅 - 深 - 浅 - 湿	3.3	4	4	3.3	6	6	4	3	1-0

由表 3 可见,穗期前的水层设计比现有同类模式段降低,既有利田面增温,同时节水。每次灌水后直到露地—湿而不干,才再次灌水,达到凉而不晒的效果。机制上,水层不论浅、深,都与湿润状态交替,既不是传统的盐碱地“全水层”,也避免引起返碱的晒田^[10]。按“浅-深-浅-湿”模式的田间灌溉总用水量为 7 978.05 m³/hm²,较目前松嫩平原西部一般每公顷平均约 13 500~15 000 m³,节水 26%~46%。是该盐碱地稻区的一种高效节水模式^[11]。应属于目前松嫩平原模式,可应用于古河道中部低洼稻区。高效节水的机制除合理的灌溉模式外,试验区地势低洼,地下水位接近地表;表土黏重,故渗漏量低,也是重要因素^[12]。

6 结果与讨论

2011 年在松嫩平原西部大安古河道盐碱地开发万亩实验区轻度苏打盐碱土区,进行的粳稻超高产试验,面积为 15 hm²,选用非盐碱性超级稻吉粳 88,测产结果,平均产量达到 9 000 kg/hm²。其中 7.34 hm²按自然水计算,达到 10 850 kg/hm²。经采用国家规定的理论产量测产法与平方米实割验证相结合测产结果,达到 717.88 kg/666.67 m²(标准水),合 10 768.20 kg/hm²。较对照的超级稻品种吉粳 503 增产 7.5%。若与大安市近年水稻平均产量(标准水)8 250 kg/hm²比较,则增产达 30.5%,创松嫩平原西部首个苏打盐碱地粳稻大面积栽培的高产纪录^[13]。

试验涉及复杂技术系统。在本田管理上采取

一些关键技术措施。主要包括:1. 以洗碱降盐为核心,结合适度深翻,精细整地的控土技术;2. 适时早插内延生育期与合理密植争取穗多高产的水稻生物生理调控技术;3. 以配方施肥为基础,增施农肥,施足氮肥;4. 创用“浅 - 深 - 浅 - 湿”灌溉模式合理控水。

这一结果具有多方面的意义:1. 原创品种吉粳 88 的种植范围限于非盐碱区,地理界线不超过松原市中部。本次试验突破了这一地理界线,扩展到吉林省西部广大盐碱地带,试验表明,吉林省西部盐碱区不同类型苏打盐碱土不仅可以开发种稻,而且可以在轻度苏打盐碱土实现超高产。2. 松嫩西部盐碱地开发种稻正在进入历史新时期,未来水田面积将达到近 6×10⁵ hm²,成为东北仅次于三江平原的第二大水稻基地。那么,本试验对全面提升区域水稻产量自然具有重大经济与社会意义。

参考文献:

[1] 王海霞,万忠娟,于少鹏,等. 松嫩平原距今 150 年湿地景观结构重建[J]. 东北师大学报(自然科学版),2004,36(2): 75-81.

[2] 大安古河道综合开发研究课题组. 大安古河道综合开发初步可行性研究[A]. 松嫩平原古河道农业工程研究[C]. 吉林科学技术出版社,2007: 275-340.

[3] 大安古河道综合开发研究课题组. 大安古河道综合开发万亩试验研究[A]. 松嫩平原古河道农业工程研究[C]. 吉林科学技术出版社,2007: 341-394.

[4] 孙广友,张晓平,罗新正,等. 古河道碱性浅湖高效水田开发模式[A]. 东北区域农业综合开发研究 [C]. 科学出版社,2001: 109-120.

[5] 罗新正,孙广友. 松嫩平原含盐碱斑的重度盐化草甸土种稻脱盐过程研究[J]. 生态环境,2004,13(1): 47-50.

6 加强田间管理,及时防治玉米螟

2011 年玉米螟危害十分严重,普通农户平均减产约 20%~30%。在 6 月末,刘兴军用辛硫酸对甲拌磷颗粒撒入心叶内,防治玉米螟。在 7 月中下旬用乐果喷药防治蚜虫。在玉米授完粉后要到地里查看,为减少养分损失,及时去掉空秆和小棒。此后对第二代玉米螟也进行了重点防治。通过这些措施,刘兴军的玉米田基本没有玉米螟,没有发生因玉米螟导致的秸秆折断问题。

7 滴灌施肥保证粒重

根据北京市农林科学院 1995 年 6 个点的联合试验,在底墒充足的条件下,拔节期灌水增产 23%,灌浆期灌水增产 19%,而浇拔节水和灌浆水的增产 39%。在年降雨量 ≥ 350 mm 的地区,灌水更是决定产量的关键^[11]。2011 年 8 月份,正值玉米灌浆期,二十多天没有下雨,刘兴军用“高产高效竞赛活动”赠给的滴灌设备对玉米进行了一次滴灌施肥,保证了后期子粒灌浆速度^[12]。

8 利用生长调节剂防倒伏

耐密性品种玉米分蘖都比较多,亩产吨粮田要及时去掉玉米分蘖,防止在田间争肥争光^[3]。由于亩产吨粮田密度大,在玉米八片叶时用玉黄金进行叶面喷施,矮化植株,抗倒伏,提高产量。

9 适时晚收获、增加粒重

适时晚收增加产量,实验证明适时晚收能提高产量和品质,降低玉米水分,有利于储藏保管,所以不能提早收获,应适时晚收。刘兴军一般在 10 月 5 日后收获。而且割倒后一周左右再扒,增产效果特别明显。

以上总结的吨粮田的技术集成说明吨粮田的实现需要关注每一个管理细节,任何一项技术不到位,都会影响其它措施的效果。

这次梨树地区玉米实现吨粮田是一个重大突破,它是在专家的指导下、由农户自主实现的,充分说明在吉林省中部实现玉米大面积高产是有潜力的^[13]。可以预见,吨粮田的实现将会极大地刺激农户提高玉米单产的积极性,推动梨树地区、甚至吉林省其它地区的玉米高产种植。

参考文献:

- [1] 王立春,边少锋,任 军,等. 提高春玉米主产区玉米单产的技术途径研究[J]. 玉米科学,2010,18(6):83-85.
- [2] 宋凤斌. 吉林玉米栽培[M]. 北京:北京农业大学出版社,1996.
- [3] 邢跃先,檀国庆,张 好,等. 吉林省玉米高产栽培技术[J]. 玉米科学,2006,14(3):126~128.
- [4] 张福锁. 测土配方施肥技术要览[M]. 北京:中国农业大学出版社,2006.
- [5] 张福锁. 主要作物高产高效技术规程[M]. 北京:中国农业大学出版社,2010.
- [6] 任 军,边秀芝,刘慧涛. 吉林省玉米高产土壤与一般土壤肥力差异初探[J]. 吉林农业科学,2006,31(3):41-43,61.
- [7] 张 梅,任 军,郭金瑞,等. 吉林中部黑土区玉米高产栽培土壤培肥技术研究[J]. 玉米科学,2011,19(6):101-104.
- [8] 李维岳. 吉林玉米[M]. 长春:科学技术出版社,2000.
- [9] 刘志全,李万良,路立平,等. 2006 年美国玉米高产竞赛的启示[J]. 玉米科学,2007,15(6):144-145.
- [10] 陈国平,杨国航,赵 明,等. 玉米小面积超高产创建及配套栽培技术研究[J]. 玉米科学,2008,16(4):1-4.
- [11] 陈国平,赵久然. 试论超级玉米的育种、栽培模式[A]. 玉米栽培研究 50 年—陈国平先生文集 [C]. 中国农业科技出版社,2005.
- [12] 尹枝瑞. 一熟制春玉米吉林省产区超高产田的理论基础与技术关键[J]. 中国农业科技导报,2000,2(3):35-39.
- [13] 张福锁,米国华,王贵满,等. 高产高效现代农业之路探索—中国农业大学吉林梨树基地《农户玉米高产高效竞赛》纪实[M]. 北京:中国农业大学出版社,2012.

(上接第 14 页)

- [6] 张俊国,张三焕. 吉粳 88 号产量构成因素对产量作用的分析[A]. 2005 年全国作物遗传育种学术研讨会暨中国作物学会分子育种分会成立大会论文集(一)[C]. 中国作物学会,2005.
- [7] 朱德峰,林贤青,曹卫星. 超高产水稻品种的根系分布特点[J]. 南京农业大学学报,2000,23(4):5-8.
- [8] 王志春,孙长占,李秀军,等. 苏打盐碱地水稻开发综合技术模式[J]. 农业系统科学与综合研究,2003,19(1):56-59.
- [9] 奚广生,王艳玲,孙跃春. 松嫩平原低洼盐碱地井灌水稻节水技术[J]. 吉林农业大学学报,2002,24(5):17-20.

- [10] 曹丽萍. 苏打盐渍土种稻“浅晒浅湿”型节水灌溉栽培技术[J]. 中国水稻,2005(3):31-33.
- [11] 贾振德,徐福贵,杨明学,等. 水稻节水栽培试验研究报告[J]. 北方水稻,2006(4):31-32.
- [12] 罗金明,邓 伟,张晓平,等. 松嫩平原西部苏打碱化稻田的渗透性研究[J]. 干旱区农业地理研究,2008(9):134-138.
- [13] 潘 锋,孙 逊. 为盐碱地变为国家粮食基地提供强力支撑——记松嫩古河道种稻治碱试验研究 20 年[J]. 中国科学报,2012.1.1[B12].