

日本水稻机械化高产栽培技术 引进及其应用的研究*

吕长文

(黑龙江省农业局)

为了摸索与积累适于黑龙江省的水稻机械化栽培技术经验,1980年在省农业局的组织下,各有关单位派员参加,从日本引进了一套机械设备和物资,在五常县第三良种场进行水稻机械化高产栽培试点,针对寒地稻作特点,把引进技术同当地条件密切结合,进行了一些试验和技术革新,在有关方面共同努力下,试验获得成功。本文就其主要栽培技术和应用问题,谈一些意见。

一、试验概况及试验结果

试验地位于五常县西北,拉林河北岸。地处北纬 $45^{\circ}30'$,东经 $127^{\circ}40'$,属北部寒地稻作区。土壤属草甸型河淤稻田土,耕种34年老稻田。pH6~6.2,有机质2.98~3.28%,全氮0.19~1.83%,全磷0.107~0.145%,有效磷3.75~5.0毫克/100克。地力中等。土壤通透性较好。自流灌溉。水源充足。为满足机械设各用电,还自备有84KW发电机一台。

当地常年无霜期128~132天,4~9月的生育积温近22年统计平均为 2721°C ,日照为1343小时,年降水量570~660毫米。

试验田呈长方形条田,面积150亩。划分A、B、C三个作业区,每区又划分2~3个小区,各小区又分别编成1~10个田块。每田格1200~1400平方米。区间灌排渠系齐全。

技术设计:通过使用日本农业机械,实

现作业全面机械化,采用科学栽培技术,达到高产目的。产量构成设计是:平方米500~600穗,平均每穗60粒,成熟度80%,千粒重25~26克,产量指标预计亩产稻谷1000斤。计划4月10日播种,5月20日插秧,8月初抽穗,9月20日成熟。

试验结果:水稻成熟后用联合收割机收获。收割、脱粒、装袋一次完成。以小田块(稻池子)为单位,逐个单割、单脱、单计产量。实行逐袋称重,扣除袋重和稻谷水分,实打实收实测土地,结果144亩稻田(6亩各种试验对比田除外),平均亩产稻谷1052斤。其中64.8亩“早锦”,亩产1080.2斤。有2亩地亩产高达1247斤,产量构成见表1。

表1 水稻收获产量构成要素

项目 品种	密度 (厘米)	平方米 收获 穗数	平均每 穗粒数	平方米 总粒数	成熟率 (%)	千粒重 (克)
早 锦	28×11	547	72.3	38286~ 43932	81.1	26.5
系选14	28×9	572	67.7	37236~ 41600	78.3	25.7

试验田水稻产量比邻近的生产大队平均亩产600~700斤,增产50~75%。从整个试验结果看,试点是成功的,起到了试验示范作用。各地前来参观者达五千多人次。

* 本试验是在钟光天同志领导下进行的。参加现场试验工作的有:郭殿举、仲伟铎、李万春、李炯道、孙甲、王玉成、肖清玉、申龙日、吴赞永(农艺方面)、梁荫成、李连宝、李喆浩、金泰文(农机方面)、及良种场的刘奕镇、李树仁等同志。

二、水稻机械化 高产栽培技术

(一) 选用耐寒高产良种, 实行计划栽培

选用从日本引进的“早锦”与当地的“系选 14”两个耐寒高产品种搭配种植。“早锦”当地属偏晚熟品种, 生育积温需 2900℃, “系选 14”属中晚熟品种, 生育积温需 2750℃左右。都是当地栽培条件不能成熟或不易正常成熟的品种。由于大棚盘育苗, 多获得积温 277.5℃, 加上机械化作业, 实行计划栽培, 为水稻安全抽穗和安全成熟创造条件。

种子严格精细处理, 选后千粒重 27.3 克, 纯度 99.8%, 发芽率 98%。实行精量播种, 每盘 120 克 (芽种为 144 克), 亩插秧需 33 盘, 亩播量为 7.9 斤, 比当地一般育苗播量

32 斤, 省种 3 倍多。

生产实际结果, 同原技术设计相符。验证了计划栽培的科学性。以“早锦”为例: 4 月 10 日~15 日播种育苗, 苗期 35~40 天, 积温 502.9℃。5 月 19 日~24 日插秧, 到 8 月 2 日抽穗, 共 74 天, 积温 1642℃。9 月 19 日成熟, 抽穗到成熟共 48 天, 积温 803.1℃, 总计获得积温 2948℃。

(二) 大棚机械化盘育中苗, 培育健苗

采用 M-18 型塑料大棚盘育中苗。全部育苗过程在棚内使用机械操作。棚长 63 米, 宽 5.4 米, 高 2.75 米, 安装播种育苗成套设备。通过播种综合装置, 一次完成装土、浇水、播种、覆土四项作业。秧盘内径长 58 厘米, 宽 28 厘米, 高 3 厘米, 与插秧机秧箱规格配套。播后放入蒸气出芽室出苗, 再经绿化、硬化炼苗、培育成苗, 进行插秧见图 1。

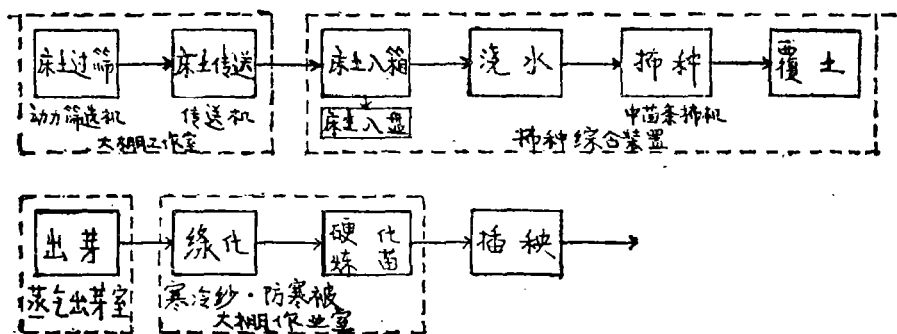


图 1 塑料大棚机械化盘育苗工序图

中苗条播法比 1979 年日本水稻专家在公主岭试验示范用的散播法有更多优越性: 每盘 39 行, 平均每行 113 粒, 每盘成苗

3710~4050 株, 成苗率 90% 多。由于种子呈条状, 通风透光好, 落籽均匀, 出苗后茎粗、叶宽、根多、干物重多见表 2。

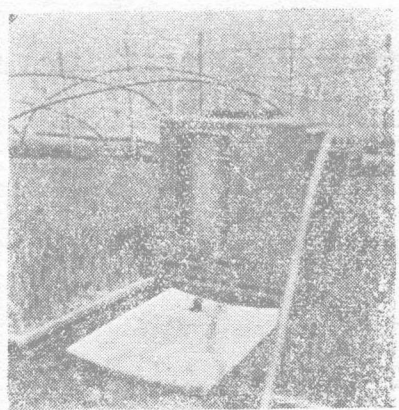
表 2 条播与散播秧苗素质比较

对比项目 播种方法	品种	播种期 (月、日)	株高 (厘米)	叶长 (厘米)	最长根 (厘米)	根数 (个)	叶鞘长 (厘米)		叶身长 (厘米)		干物重 (克/百株)	
							一叶	二叶	一叶	二叶	地上部	地下部
散播法 (1979 年公主岭)	早锦	4.10	10.7	3.3	4.2	9.9	2.1	3.7	1.4	3.3	1.6	0.50
条播法 (1980 年五常)	早锦	4.10	11.6	3.9	6.2	10.8	2.4	4.2	2.0	5.4	2.1	0.63

秧苗绿化到1.5叶前。以保温、遮光为主。试验表明：棚温先高后低，25~20℃生育好。1.5叶后硬化炼苗，以浇水、追肥、防病、通风锻炼为主，棚温20~15℃效果好。



秧苗绿化要避寒冷沙遮光保温

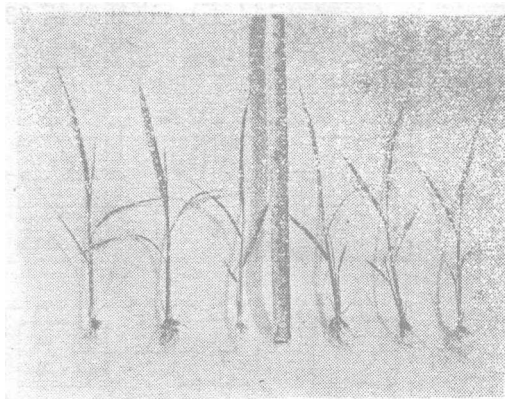


硬化炼苗，观测棚温变化

硬化炼苗期间，因土质、土壤水分、温、湿度等不同，先后发生苗立枯病。经我们鉴别出有三个菌种：(1)镰刀菌（フザリウム属菌・Fusarium spp），床土表面出现块状白色霉状物，蔓延积聚变浓，床土断面剖视，种子周围间有白色变淡红色菌丝，根部伸长不良逐渐紫褐，秧苗点点被害扩大，叶部发黄卷缩逐渐变褐枯死。(2)毛霉菌（ムコール属菌・Mucor・fragilis），表土蔓延白色菌丝，播种层种子周围有白色菌丛，根少且伸长不良，逐渐变褐，叶色淡褐发白萎缩生育不良。(3)绿色木霉菌（トリコデルマ属菌・Trichoderma Viride）、初发时地表出现白而厚的菌丛，后变青绿色，叶色由青绿迅速

黄化，根短粗，根数少，逐变褐。我们针对不同菌种的苗立枯病，先后打了三次不同药剂。第1次用敌克松1000倍液；第2次用立枯灵液剂（タチガレン液剂）1000~1200倍液；第3次用百菌清（ダコニール）800~900倍液喷施。打药间隔7~8天，中间交叉适量追肥，防治效果极好，未发生任何药害。

经过35~40天育苗期，基本培育成健苗。“早锦”平均叶令3.5，苗高12~15厘米，茎秆偏粗有弹性。第1叶鞘长2.6厘米，第2叶身长4.7~5.4厘米，叶色绿中带黄。根长3.5~4.5厘米，最长根长6.2厘米，平均10.8个根，百株地上部干物重2.1克，地下部0.63克，充实度0.3。



盘育中苗健苗生态（李连宝摄）

秧苗素质同1979年日本专家公主岭试验田比较，两个品种均达到或超过其生育指标。唯叶鞘较长，第2叶身稍长，是个缺点见表3。

大棚工厂化育苗保温性能好。据观测：4月15日~30日十五天外温平均7.9℃，大棚内温平均12.3℃。苗床小棚内温平均13.6℃，比外温高5.7℃。育苗期积温共达500.4℃，多获得积温277.5℃，创造热量资源，发挥品种高产潜力。

（三）壮秧早栽，机械插秧

用S402A型动力插秧机5月19日始插，5月26日插完。实现了“不插六月秧”的要求。

表 3

秧苗素质比较

项 目 对 比	品 种	育苗 天数	播 种 量 (克/盘)	株 高 (厘米)	叶 长 (厘米)	根 数 (个)	最长 根长 (厘米)	叶 鞘 长 (厘米)		叶 身 长 (厘米)		干 物 重 (克)	
								1 叶	2 叶	1 叶	2 叶	地上部	地下部
1979年公主岭 大棚盘育中苗	早锦	35	100	10.7	3.3	9.9	4.2	2.1	3.7	1.4	3.3	1.6	0.50
1980年五常大 棚盘育中苗	早锦	38	120	11.6	3.3	10.8	6.2	2.4	4.2	2.0	5.4	2.1	0.63
1980年五常 大棚盘育中苗	系选 14	36	120	11.4	2.8	11.7	4.1	2.5	4.4	1.5	5.2	2.1	0.70



S402A型插秧机田间作业

插秧密度, 28×11 厘米的, 平方米 32.5 穴, 每穴平均 5.8 株, 平方米 188 苗。28×9 厘米的, 平方米 40 穴, 每穴平均 5.2 株, 平方米 208 苗。比 1979 年公主岭试验田 30×13 厘米的, 平方米 25.4 穴, 每穴平均 4.6 株, 平方米 117 苗, 增加 60~77% 的基本苗数。这是从地处北纬 45°30', 比公主岭又北移 2 个纬度这一寒冷地稻作栽培实际条件出发考虑确定的。结果两种密度, 均达到亩产千斤。

日本插秧机进度快, 质量好, 故障少。

各项作业指标, 均达到农艺技术要求见表 4。

表 4

机插与手插质量比较

项 目 处 理	漏穴率 (%)	漂秧率 (%)	勾秧率 (%)	伤秧率 (%)	平均插深 (厘米)	均 匀 度 (株/穴)		
						0~2	3~9	10以上
机 械 插 秧	2.7	2.3	0.26	1.32	2.0	11.8	85.2	3.0
人 工 手 插	5.8	6.2	1.57	1.40	3.3	2.0	78.5	19.5

注: 品种为“早锦”。插秧密度 28×11 厘米。

“早锦”插后 15 天, 分蘖达 186%, 分蘖节位低 2 个节, 8 月初安全抽穗, 9 月 19 日霜前成熟。由此看出: 大棚盘育苗和机械插秧配套, 实现壮秧早栽, 保证安全抽穗, 这是日本近代稻作技术极为重要的一项生育指标。经过我省生产实践, 验证了这一栽培技术对寒地稻作稳产高产的重要科学意义。

(四) 生育诊断, 科学施肥

土壤化验分析: 有机质 2.98~3.28%,

全氮 0.16~0.183%, 全磷 0.17~0.145%, 有效钾 16 毫克/100 克土。有机质含量较高, 含氮中等, 缺磷少钾。近十年施肥水平, 隔年亩施猪、羊粪混杂的农肥 3000 斤左右, 地力中等。在此基础上, 按亩产千斤稻谷需肥要求, 根据田间生育指标看水稻长相进行生育诊断。总的采取起身迅猛, 中期稳住, 后期保熟的施肥方法。

基肥在 5 月 13 日机引 CH-350 型肥料

撒播机将化肥均匀撒施地面。随后用旋耕犁耕12厘米,肥与土层搅合。亩施氮7.23斤(有效成分·下同)、磷13.8斤,钾5.65斤。即氮肥总量的55.3%,磷78%,钾38.8%做了基肥。

追肥共5次,移栽后5~6天,用动力喷粒机撒播,亩施氮、磷、钾各2.6斤做返青肥。有效分蘖中期,亩施氮1.95斤做蘖肥。生育盛期的7月上旬补施0.26斤氮做平衡衔接肥。幼穗分化前全面亩施5斤钾做壮秆保穗肥。抽穗前13天亩施氮、钾各1斤做穗肥。结果水稻生育正常,成熟时有3~4片活叶,培育成健壮高产的水稻。

施肥总量,按作业区亩施氮10.37~13.08斤,磷16.90~17.70斤,钾13.30~14.55斤。

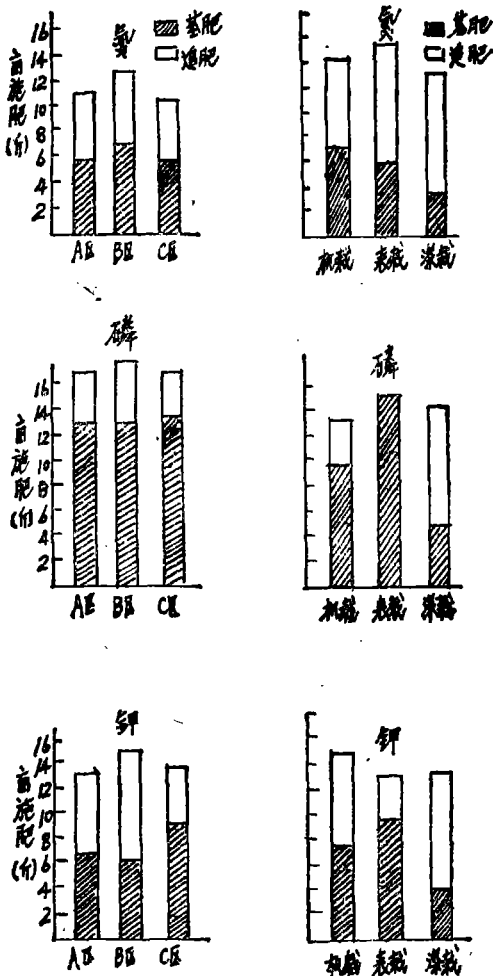


图2 五常、公主岭试验田施肥量比较

施用硫酸铵、过磷酸钙、磷酸二铵、硫酸钾、硫加磷11号等酸性肥料,并起改良稻田土壤作用。与1979年日本专家在公主岭进行的施肥量试验相比较如下图:

(五) 掌握生育阶段, 浅水灌溉

前期浅灌,促分蘖扎根;中期烤田,控上促下;后期间断灌水,防早衰,保成熟。灌水管理见下图:

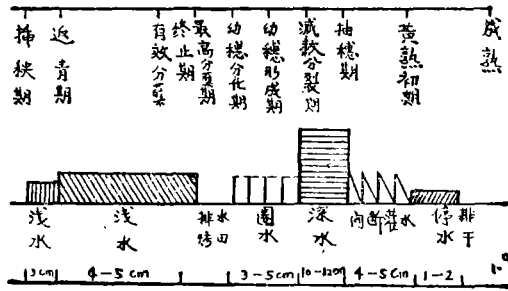


图3 灌水管理模式图

田间调查,入6月下旬,田间茎数猛增,平方米达650个以上。生理生态观察,叶色浓绿,叶片下披,地上部第1、2节间伸长,无效分蘖增多。生育诊断,有生育过剩趋势。如何调节?我们采取排水烤田措施,收到良好效果。烤田2天后叶色由浓转绿,田间茎数逐渐下降见图4。

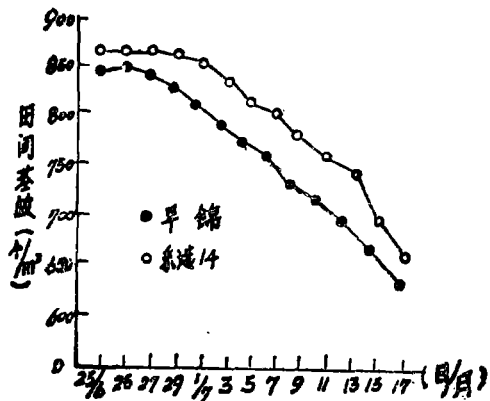


图4 烤田对水稻田间茎数变化

(六) 化学药剂灭草和防治病虫害

第一次除草用草枯醚(MO粒剂-9)。为我省首次使用的高效、低毒、安全、非激素接触性水田除草剂。对稗草、牛毛草等水田

一年生杂草灭草效果显著。主要在杂草幼芽时通过土壤的 MO 处理层时接触药剂,受强烈渗透作用长出地面而枯死。我们在插秧前后的 5 月 18 日~27 日间,用动力喷粒机亩施药 4~5 市斤,灭草 90~95%。经验是:(1)耙地要平;(2)严格掌握撒药适期,以耙地后 7 天内效果高,其中插秧后 2 天撒药灭草最彻底;(3)撒药后圈水 3~4 天;(4)亩施药量 4~5 斤为宜。

第 2 次除草用 50% 杀草丹乳油 (サータン乳剂)。当稗草 1.5 叶~2 叶前,亩用 0.67 斤乳油兑过筛细土 33 斤,均匀撒播,灭草 90% 以上。

以防治稻瘟病为重点,使用 2 种新药剂:(1)富士一号颗粒剂 (フジワン粒剂)。系稻瘟病渗透转移性防治剂,撒播水面能长时间起防止稻瘟病菌侵入稻体的作用。防叶瘟在初发的 7~10 天前,防穗茎瘟在抽穗前 20 天施用。亩施 4~5 市斤,圈水 3~4 天。药效达 95% 以上。(2)稻瘟净 (キタジン P 粒剂)。亩用药 5~6 斤,药效 90% 左右。

(七) 机械收获,机械干燥

用 NX3000-DT 半喂入式联合收割机收获。一人操作收割 4 行,割幅 140 厘米,每小时 3~4 亩,留茬高度 5~8 厘米,倒伏 85 度角内的都能割起。霜前收获总损失为 1.017%,霜后收获的为 1.41%,均低于国内规定指标。



水稻联合收割机田间作业 (王再生摄)

用 KR3305 型烘干机干燥稻谷,动力为三相 ZooV1.5KW。每次装 3300 公斤,每小时降低水分 0.7~0.8%,燃料消耗量 1.5~5.0t/n。

综观日本水稻高产栽培技术,做到了种子标准化、育秧工厂化、插秧机械化、施肥科学化、收获系列化,具有现代科学技术水平。其主要设备和栽培技术,基本上是适用于我省的。如能根据各地条件有计划地加以试验和应用,对促进我省水田机械化和现代化必将起到重要的作用。

对水稻机械化栽培技术的经济效益,经过一年来的生产实践和科学分析:总的看表现产量高,用工少,劳动生产率高。但是由于头一年引进和试验,用于运输和组装机械设备用工较多;一些必要的基建如电力安装等耗费较大;以及对机械的使用和操作不够熟练,效能未能完全发挥等原因,虽然产量较高,收益较多,但支出费用也较多。试验田平均亩产 1052 斤,比当地水平高的生产大队增产 50~75%。据匡算:以生产的稻谷和稻草作为总收入,以种子、床土、肥料、农药、油料及电力、机械设备折旧、人工费等作为总支出,试验田生产每斤稻谷成本为 0.184 元,比当地生产大队插秧田每斤成本 0.104 元提高 76.7%。但工厂化育秧和机械插秧,比普通育苗手插秧,省种子三倍,又省较多人工;能提早插秧 15~20 天,插秧进度快,缩短插秧期,把节省下来的劳力,可投入多种经营和搞其它建设,有利于增加总收益。尤其第二年继续使用机械,由于组装已完成,基建一般无需再行投资,因地制宜,土洋结合,能省必省,能代就代,提高技术,加强科学管理,必将大大降低生产成本,增加经济收益。

水稻机械化栽培技术,在减少劳动消耗,提高劳动生产率方面表现出很大优点。按正常作业计算:平均每亩用工为 52 个小时,比当地插秧田一般栽培方法 130 个小时,省工 1.5 倍。平均每个工日生产稻谷 92 斤,比当

地普通育苗手插秧的劳动生产率提高近2倍。平均每个劳动力年生产稻谷22500斤,比当地手插秧栽培的增多1.7倍。充分显示了实现水稻亩产千斤以上的高产,是以机械化作业和现代科学技术为手段所取得的。

三、水稻机械化栽培技术 在我省应用的探讨

1. 制备颗粒状育苗床土

1979年日本专家在公主岭试验田使用了从日本国带来的商品性粒状床土。我们自力更生研制出养分全、偏酸性、无草籽、土壤消毒、通透性好,直径4~5毫米的颗粒土。对育成壮秧起到重要作用:(1)采集山地土、大墙土、草炭做原土,运至晒场通风干燥。(2)配制比例为山地土40%+大墙土50%+草炭10%。纯水田表层土,效果也好。(3)分别土类筛细,底土与覆土分别放置,一般每盘底土6.27斤,覆土2.34斤,大体为3:1。(4)运至室内密闭升温15℃以上,层层浇匀热开水,堆高50~60厘米,一周后

全部诱发灭草。(5)用硝基腐植酸每盘土加入160克,占床土重量的4%,将pH由6.5调到4.5~5.0,最适合稻苗生长。(6)施肥按氮、磷、钾1:1:1,每盘床土施入硫酸铵6.2克,三料过石2.8克,硫酸钾2.6克,核氮、磷、钾各1.3克。覆土不加肥,免伤芽。(7)底土部分加立枯灵粉剂8~10克;覆土加2~3克,防立枯病。(8)用东方红54马力引擎带动颗粒机,制出并加工成直径4~5毫米的近似圆形颗粒状床土。经测验:每盘喷水1500毫升,5秒内渗透到秧盘底部,表土无迳流。比散土育秧多1.5~2.1个白根,生长整齐。移栽后分蘖早3~4天,千粒重多0.4克,亩增产83斤。

2. 用日本插秧机插薄膜湿润育苗

如何提高插秧机利用率,扩大机插面积?5月27日用日本插秧机机插当地湿润育苗,在自制的切秧器和秧铲两个工具帮助下,切秧、卷秧获得成功。秧苗生育良好。秋后产量调查:机插的比手插的收获穗数多8.1%,亩产961.4斤,增产16%见表5。

表5 机插与手插湿润育苗产量比较

项 目	品 种	平方米 穴 数	株 高 (厘米)	穗 长 (厘米)	平方米 穗 数	成粒数	空秕率 (%)	千粒重 (克)	亩 产 (斤)	产 量 (%)
机插湿润育苗	系选14	38	91.9	16.6	543.4	73.4	15.3	26.2	961.4	116
手插湿润育苗	系选14	32	89.2	15.4	502.4	69.6	17.6	26.2	828.3	100

3. 用日本插秧机插连秧、无土育秧试验

试验表明:小棚连秧秧苗素质好,机插每穴株数均匀,漏穴率低,插深平均2~3厘米,缓苗快,根发达,分蘖早,适于机插。机插无土育秧,每穴5~21株不等,缺穴率占7~8%,插秧深,缓苗慢,效果不好。

4. 架层育苗(架子苗)应用试验

大棚盘育苗常规做法是仅放一层秧盘。如何利用大棚空间提高大棚利用率?我们搞了2、3、4三种层次的木架子,层距40~60

厘米不等。4月21日绿化时将盘苗置于不同架层观察:3叶期前生长整齐,根壮色正,生齐健壮。3叶期后,因上层棚温过高,通风差,叶片少1个,叶鞘叶身长,出现徒长见表6。

移栽后返青慢,比平铺一层苗晚3~4天,出穗成熟均晚4天。但产量仍达千斤左右。初步认为有一定栽培价值。但尚需进一步扩大试验。

表 6

不同架层秧苗素质比较

处 理 项 目	株 高 (厘米)	叶 数 (个)	叶鞘长(厘米)			叶身长(厘米)			根 数 (个)	最长根 (厘米)	鲜 重 (克/百株)	干 重 (克/百株)	充 实 度	茎 粗 (毫米)
			1	2	3	1	2	3						
二 层 苗	10.3	2.3	3.1	4.2	—	1.4	5.8	3.8	7.2	3.2	8.6	2.8	0.27	1.61
三 层 苗	10.4	2.4	3.1	4.7	—	1.4	5.4	5.8	7.7	3.3	9.2	2.9	0.28	1.28
平铺置床一层苗	9.6	3.6	2.7	3.7	3.9	1.8	4.7	5.3	10.9	3.5	10.6	2.9	0.30	1.57

四、发展我省水稻机械化 栽培技术建议

1. 建议生产制造适用于我省水稻机械化栽培的机具和物资。如塑料大棚、塑料秧盘、水槽等以塑料为主的产品，由省轻工和化工部门组织试制和生产。播种机、旋耕犁、由省机械工业部门组织有关科研和生产单位测绘、仿制和生产。对立枯灵、草枯醚、富士一号等防病和除草有显效的农药、除草剂，由省化工部门组织仿制和生产。

2. 应用日本插秧机，加速扩大机插面积。我省水稻机插面积迄今不到水田面积百分之十。除要更新或改装现有插秧机外，应积极仿制生产日本插秧机，插当地的薄膜湿润育苗和小棚趸秧，以利提高水稻产量。

3. 积极制备育苗床土，扩大应用范围。制备床土技术应扩大应用于我省早育苗、湿润育苗、趸秧等方面，上年备好下年用。利用夏季高温多湿条件，诱发草籽，事半功倍。

4. 提倡使用旋耕犁，改革翻整地方法。使用旋耕犁（机）耕耙稻田证明：碎土力强、无生格、无开闷垅，地表平坦，提高了机插

质量。经测定：一般耕深 12 厘米，最大 18 厘米，平均耕幅 145.5 米，地表不平度 1.25 厘米，沟底不平度 0.88 厘米，膨松度 63.9%，直径 8 厘米土块不到 10%，一次完成耕耙作业，达到农艺技术要求。从成本看，旋耕 1 亩等于翻 1 亩耙 3 亩，减少 2~3 次耙地作业，且不需破坏池埂，省掉年年筑埂用工。据计算：旋耕 1 亩比铧式犁翻省 1.15 标准亩费用。建议我省积极生产制造质高价廉的旋耕犁（机）、提倡水田耕作以旋耕为主，用旋耕犁（机）逐步取代铧式犁，在水田地区广泛应用。

参 考 文 献

- 〔1〕 李君训：1980 日本水稻栽培 科学普及出版社
- 〔2〕 日本水稻机械栽培资料汇编 1980
吉林省农科院情报室
- 〔3〕 星川清亲：1979 イネの生長
农山渔村文化协会第 8 版
- 〔4〕 田中稔：1979 稲からの稲作技術 家の光协会
- 〔5〕 稻箱育苗の病害とその防除 1978
农山渔村文化协会
- 〔6〕 星川清亲：1978 稚苗・中苗の生理と技術
农文协
- 〔7〕 山本义解：1980 水稻育秧工厂の建設と播种育苗
作业に関する留意事項
日本久保田铁工株式会社