

北方水稻旱育稀植栽培技术的研究

第3报 高产机理及不同土壤气候地区的应用*

方展森 关丽君

(吉林省农科院)

王枫林 王一凡 董春田

(辽宁省农科院)

张昌禄

王广元

金振兴

(山西省农科院)

(内蒙兴安盟农科所)

摘 要

在北方不同土壤气候条件下的试验结果证明旱育稀植水稻以壮秆大穗和高度结实增产,具有稳定高产潜力。从个体发育和群体结构的形态机能入手,阐明了旱育稀植水稻高产机理:单株茎秆干重大,上部叶片长,基部节间粗壮,茎秆大维管束数量多是形成壮秆大穗的基础;叶片较厚,上位三叶叶片较长但保持直立,形成高光效的冠层结构,穗颈大维管束截面积大,是高度结实的基础。分析比较不同土壤气候条件下旱育稀植水稻初期和后期生育特点,提出了我国北方旱育稀植三种技术类型。

我国北方过去大都采用湿润育秧密播密植以及大促大控肥水管理技术,70年代初引入旱育秧以后一般仍沿用原有栽培体系,使这项技术不能在我国充分发挥作用。近十年来许多研究工作者曾进行过稀播稀插技术研究^[1,2,3,4],但因试验条件限制了研究的深度和广度;1982年起,日本北海道水稻专家原正市先生连续5年应邀来黑龙江省传授寒地水稻旱育秧栽培技术,取得高产稳产。为探明旱育稀植在我国北方的高产潜力和机理,以及不同气候土壤条件下的应用,我们于1987~1988年进行了有关试验研究。

试验设计

本试验在吉林、辽宁和山西三省几种土壤气候条件下进行。吉林省永吉县土城子乡巴虎村,非盐渍化草甸土水田,有机质含量2.8%,全氮0.24%,全磷0.085%;辽宁省沈阳市苏家屯,非盐渍化草甸土水田,有机质2.1%,全氮0.16%,全磷0.09%;辽宁省彰武县碳酸氢钠盐碱土,有机质2.0%,全氮0.16%,全磷0.08%;山西省太原市郊属华北典型石灰性土,碳酸钙占全盐量12.9%,pH 8.2,有机质1.4%,全氮0.13%,全磷0.081%。

该项研究以旱育稀植综合技术试验为主,并设置插秧密度、施肥、灌溉等技术措施辅助试验。综合试验采用熟苗、成苗、中苗三种旱育秧。熟苗播种量每平方米100克,育秧期35天,成苗和中苗播种量每平方米分别为300克、600克,育秧期30天。插秧期5月15~20日,栽插规格30×13.3厘米,每穴插2棵,中苗4~5棵。以当地密播密插湿润育秧做对照,播种量每平方米300克,育秧期40天,株行距同上,每穴插5~8棵。

氮肥施量每亩6~9公斤,基肥50~60%,全层施为主并辅以表施,幼穗形成期后一周及幼穗形成期施穗肥2公斤,太原和沈阳在抽穗前5天还施穗肥1.5公斤,种植当地中熟和中

* 执笔人:方展森、王枫林

晚熟两类品种。浅灌为主,中期间歇灌溉。

东北地区 1987 年灌浆结实期低温少日照属歉年,1988 年天气较好属平丰年。山西 1987 年高温干旱有利于水稻生育,1988 年夏涝多大风雨,水稻多倒伏并诱发稻瘟病。

结果与讨论

二年四地的试验中,熟苗和成苗产量不表现差异,合并统计称旱育稀植,达到亩产 600~700 公斤的产量水平,比密播密植的中苗增产 8%,比湿润育秧密播密植增产 28%。其中永吉草甸土,彰武碳酸氢钠盐碱土分别为亩产 617 公斤及 592 公斤,太原石灰性土亩产 649 公斤,沈阳草甸土 704 公斤,和当地主要栽培方法湿润育秧密播密植相比,增产幅度最大的为彰武和永吉,分别增产 37% 和 31%,山西增产 15% 为最小。此外永吉旱育稀植比当地旱育秧密播密植增产 17%。即旱育稀植在北方不同土壤气候条件下增产效果显著,尤其在冷凉气候和不良土壤地区效果突出。

亩产稻谷 600~700 公斤产量构成为(表 1)。每平方米 3.5~4 万粒,400 穗左右,每穗 90~100 粒,相当于旱育秧密播密植水稻每穗粒数的 1.2 倍,相当于湿润育秧密播密植的 1.4 倍,结实率达 85%。即旱育稀植水稻表现壮秆大穗与高度结实相统一的特点。在当地栽培方法粒数少而表现大幅度增产的情况下,不仅粒数增加,结实率和千粒重也明显提高。在当地栽培方法粒数较多的情况下,主要依靠提高结实率和千粒重增产。一般水稻粒数多则结实率低,千粒重也低,成为高产的限制因素,旱育稀植水稻以壮秆大穗与高度结实突破这种产量限制因素,因而具有高产潜力。

表 1 北方不同土壤旱育稀植栽培产量构成因素 (1987~1988 年)

试验地点土壤	栽培方法	密度 (穴/m ²)	穗/穴	穗/m ²	粒数/穗	粒数/m ² (万)	结实率 (%)	结实粒千 粒重(g)	产量水平 (kg/亩)
永吉草甸土	旱育秧	25	16.3	408	87	3.80	84	27.1	617
	中苗	25	20.3	508	78	4.15	77	26.8	567
	当地旱秧	28	17.4	487	84	4.08	76	26.2	529
	湿润秧	30	11.9	358	65	3.42	74	26.4	472
沈阳草甸土	旱育秧	25	16.4	410	103	4.25	85	27.6	704
	中苗	25	19.4	485	78	4.07	80	27.4	654
	湿润秧	30	15.4	463	68	3.39	78	26.9	508
彰武苏打盐碱土	旱育秧	33.3	12.2	406	90	3.54	85	27.2	592
	中苗	33.3	14.4	480	81	3.96	75	26.5	586
	湿润秧	33.3	16.0	536	59	3.28	71	25.7	431
太原石灰性土	旱育秧	33.3	12.1	403	100	3.77	86	27.4	649
	中苗	33.3	13.8	460	88	4.14	80	26.9	601
	湿润秧	43	10.5	450	83	3.66	77	27.0	544

以下分析旱育稀植水稻壮秆大穗与高度结实的高产机理,以及不同土壤气候条件下的栽培技术差异。

(一) 旱育稀植水稻的高产机理

1. 壮秆大穗的形成

(1) 个体发育与壮秆大穗。二年四地试验明确,旱秧苗含氮最高,碳水化合物含量也高,发根力强,具有适应北方春季低温早插秧的独特优点。插秧后返青分蘖快,低节位分蘖成穗。旱育秧早插稀植群体,稻株个体都能健壮生育。如图 1 所示,全生育过程单茎干重不但比湿润秧苗密植栽培高 20~50%,也显著高于中苗密播密植水稻。

幼穗形成期开始,基部节间伸长与顶3叶生长同穗粒的形成过程同步进行。早育稀植水稻基部节间粗壮,顶3叶长度大。二年四地的试验证明,顶3叶长度与每穗粒数呈高度正相关,基部第5节间粗度与每穗粒数也呈高度正相关。

(2) 节间大维管束与壮秆大穗

早育稀植不仅单茎干重大,上部叶片长,基部茎秆粗,而且茎秆的维管束数多。我们的观察证明早育稀植水稻维管束数越多,一次枝梗多即穗型大,粒数也多。表2资料说明,早秧苗从第4叶以后各节间的大维管束数就逐渐发生差异,而移栽后个体发育得到进一步促进,到有效分蘖终止期下位节间维管束数增加2~4个,上部节间和穗颈节的维管束数多4~6个。由此认为,从秧田4叶期大维管束大量增生时开始,早秧苗维管束就明显增多,已为壮秆大

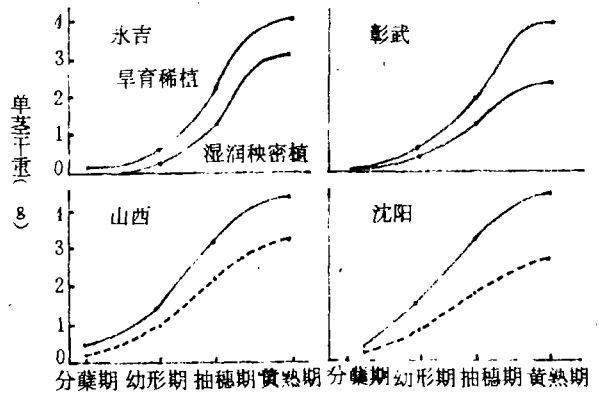


图1 不同栽培方法与各生育期单茎干重 (1987~1988)

表2 早育稀植对主茎各节间大维管束数的影响 (1987年,永吉)

处 理	节 位									次枝梗	每穗粒数
	3	4	5	6	7	11I	11	1	穗颈		
早育稀植	17.9	19.1	20.8	24.6	27.0	29.6	27.7	25.8	10.3	9.3	118.3
湿润秧密植	17.0	18.6	19.8	21.0	22.5	24.0	22.8	21.4	7.7	6.5	85.2

注:品种秋光,下位节间为本田初期,上部节间为剑叶以下序位,大维管束数系切片镜检20主茎的平均值。

穗打下了基础,而本田稀植有效促进上位节间维管束数增加,从而增加一次枝梗和每穗粒数。上述研究与南方同类研究的结果^(5,6)相似,但是不同栽培方法之间穗颈维管束差别增加近一倍,认为这是北方冷凉生态条件,扩大了不同育秧法和栽培方法之间的差异。

(3) 枝梗分化期氮代谢与壮秆大穗

湿润秧密植栽培重施分蘖肥并在有效分蘖终止期晒田,到幼穗分化始期叶色明显减退,叶片含氮量迅速下降;早育稀植水稻以全层基肥为主,不施分蘖肥,有效分蘖终止期开始间歇灌溉,返青分蘖初期上色快,叶片含氮量高,至有效分蘖终止期叶色稍有减退,以后至幼穗形成期也不表现明显落黄现象,叶片含氮量高,为幼穗分化提供必要的氮素,因而分化的枝梗和颖花数多。

2. 高度结实的形成

(1) 冠层结构与光合效率

早育稀植群体总茎数较少,生育中期叶面积平稳发展,比密植群体面积较小,单位叶面积干重较高,因而叶片厚度增大。所以尽管上部叶片较长但保持直立,冠层挺拔,有效地改善群体各叶层的光照状况。

齐穗期叶层配置(图2),早育稀植水稻和密植水稻有很大差别,上层叶面积比较大,中层叶面积比较小,因而能够发挥上层的光合优势,提高中层的光合效率,保持下层有一定的光照强度,防止中下层叶片早衰,保持活力。以往的研究明确:不同层次叶片的净光合速率有较大的差异,上层是高光合速率层,中层是高效层,下层是维持层⁽⁷⁾,因此认为早育稀植水稻冠层结构具有高光效特点,能够产生足够的光合产物,保证大穗能成熟良好。

(2) 颖花占有茎秆干物重与结实

以往的高产研究认为抽穗期每朵颖花占有的茎鞘干物质数量与结实率呈显著正相关^[8,9],但我们二年四地的试验结果却不尽然,早育稀植水稻抽穗期颖花占有干物重一般少于密植水稻,但结实率还是较高。

如表3所示,早育稀植尽管抽穗前干物质积累量较低,但是后期干物质生产量增加,最终每朵颖花所占的干物质总量仍较高,因而结实率仍较高。此外1987~1988年永吉不同施肥水平条件下稀植试验中,超稀植(每平方米12.5穴,每穴插2苗)每穗颖花数多,抽穗前每朵颖花占有干物重少,结实率较低,尤其1987年秋季低温因为结实不良减产严重。以上事实说明出穗前干物质积累有重要作用,在后期不良天气条件下尤为重要,但因为灌浆物质大部分是由抽穗后光合产物所提供,所以对结实起决定性作用。也说明早育稀植水稻结实期有较强的光合能力,它是提高结实率的关键。

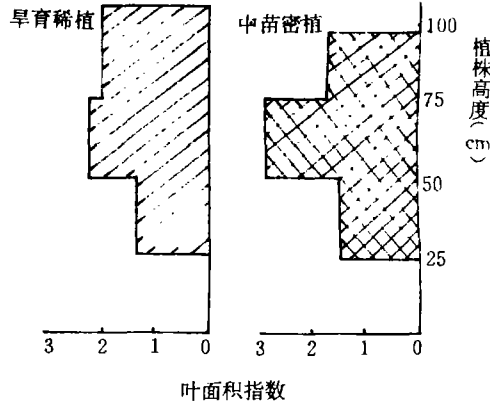


图2 早育稀植与中苗密植水稻冠层结构

(品种秋光 1988年永吉)

(3) 穗颈大维管束大小与结实

各种条件下的试验表明,早育稀植水稻从分蘖期就明显粗壮,茎秆中不仅大维管束多,截面积也大。表4早育稀植水稻大维管束截面积为密植水稻的1.2倍。大维管束是结实期光合产物向穗部运转的通道,大维管束截面积大表示早育稀植水稻成熟力高。

表3 出穗前后干物质与结实率 (1987年永吉)

栽培技术	茎鞘运转量		后期生产量		总干重 (mg/花)	结实率 (%)
	mg/花	占总干重(%)	(mg/花)	占总干重(%)		
早育稀植	3.31	17.1	16.03	82.9	19.38	89
早育密植	4.67	25.3	13.80	74.7	18.47	79
湿润秧密植	5.14	28.5	12.91	71.5	18.05	74

注:品种秋光

表4 早育稀植水稻穗颈大维管束 (1987年永吉)

栽培方法	茎秆(mm)		茎秆截面积(mm ²)	大维管束数	大维管束(μ)		维管束截面积(mm ²)
	长	扁			纵	横	
早育稀植	1.725	1.596	2.23	10.3	164.5	138	0.0203
密播密植	1.47	1.35	1.62	7.7	144.0	119	0.0163
超稀植	2.07	1.93	3.08	11.8	190.0	159	0.0238

注:品种秋光,早育稀植成苗,密播密植湿润秧,大维管束系切片镜检20单茎平均。

对每朵颖花占有大维管束截面积的统计结果明确,早育稀植水稻所占有的截面积并不一定大,但结实率却往往增高,可能与其它运转机能有关。但是超稀植比早育稀植水稻颖花占有截面积显著小,1987~1988年不同天气条件下超稀植水稻结实率都较低,反映出超稀植水稻形态机能存在不协调。近年日本对超高产品种的研究发现大穗型品种“明之星”每朵颖花占有穗轴大维管束面积比较小,是结实率较低的重要原因^[10]。因此认为早育稀植水稻穗轴大维管束面积大,具有良好的成熟力,同时每朵颖花占有穗轴大维管束截面积却往往减少,当每穗粒数过多时就成为结实率低的重要原因。

(二)早育稀植在不同土壤气候地区的应用

1. 早育稀植水稻的生育特点

早育稀植水稻群体分蘖发展平稳(图3),个体分蘖旺盛,即由壮个体和稳群体形成的分蘖数量少,有效分蘖率高。

群体茎数少叶面积也小,但是中期干物质生产速度增高,抽穗前后能赶上并超过密植栽培(图4),最终获得较高的生物产量。

二年四地试验结果有效分蘖达80%左右,比密植水稻60~65%明显提高,谷草比达1.2~1.4也比密植水稻1.0~1.2显著提高,即有效生产率高,经济稳产,如表1。各地试验结果比当地湿润育秧大幅度增产,比中苗密播密植也有稳定增产效果。

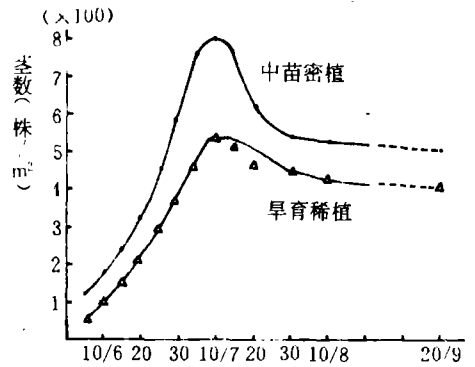


图3 早育稀植水稻分蘖消长动态特点 (1987~1988永吉)

2. 早育稀植水稻在不同土壤气候地区的生育差异

图1表明早育稀植单茎干重的增长因土壤和气候有很大差异,盐碱土壤和低温地区的彰武、永吉水稻初期干重增长缓慢,而中后期,特别是抽穗以后增长迅速,即初期生长不良,而后期生长旺盛。温度较高地区的沈阳,初期生长繁茂,中期茎数多,叶面积大,抽穗以后下部叶片干枯,即前期生长繁茂,而后期早衰。

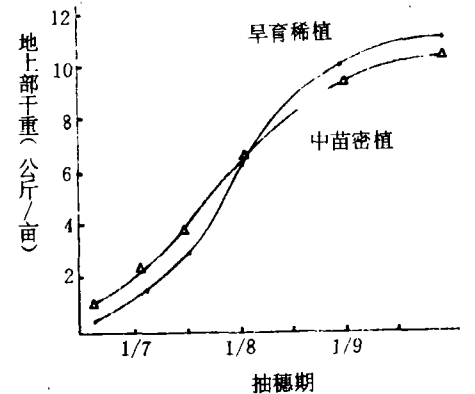


图4 早育稀植水稻干物质增长的特点 (1987~1988永吉)

3. 不同土壤气候地区水稻早育稀植技术

1987~1988年间各地关于插秧密度,施肥方法,灌溉技术等试验的结果,明确北方不同土壤气候地区早育稀植技术,概要如下:

(1)基本技术。以亩产600~650公斤做为产量指标,产量构成为每平方米400穗,每穗90~100粒,结实率85%,容易建立经济高产稳产技术体系。

有必要保证前期(插秧~有效分蘖终止期)一定生长量,尤其是低温,盐碱土壤地区更为必要,主要技术内容是争取低节位分蘖培育壮秆大穗。有效分蘖终止期群体长势能够开始减缓,中期(有效分蘖终止期~幼穗形成期)平衡生长。最高分蘖期与幼穗形成期相同或提早一周以内,是前、中期生长最适中的标志。这样容易达到较高的有效生长效率,即谷、草比1.2~1.3,有效分蘖率80%以上。试验结果明确应当以基肥为主结合幼穗形成期后一周施穗肥做为北方早育稀植基本施肥技术,以浅灌为主结合中期间歇灌溉做为北方早育稀植基本灌溉技术。

(2)不同土壤气候地区技术类型。根据不同土壤气候地区水稻生育差异,提出我国北方地区水稻早育稀植三种技术类型。

①初期生长不良,后期生长旺盛地区。包括东北中部以北低温地区,以及该范围内的盐碱土壤,按插秧期早晚应用成苗、隔离层早育秧成苗、熟苗,力争早插,插秧密度每平方米20~25穴。氮肥60%做基肥全层施为主辅以表施,并在幼穗形成期后一周施穗肥,此外可在

幼穗形成期施调节肥。高产栽培有必要采用中期间歇灌溉。

②初期生长繁茂,后期早衰地区。包括东北中部以南及华北非盐渍化土壤。以旱育秧成苗、熟苗为主力争早插,插秧密度每平方米13~22穴。氮肥50%做全层基肥,幼穗形成期施调节肥,并在幼穗形成期后一周施穗肥,抽穗前5天施粒肥。中期间歇灌溉。

③初期生长不良,后期早衰地区。包括东北中部以南及华北重石灰性土和其他盐碱土。稻区以隔离层旱育秧成苗培育壮秧力争早插,插秧密度每平方米25~30穴。氮肥50%做基肥全层施为主辅以表施,并在幼穗形成期、幼穗形成期后一周、抽穗前5天追肥3次,中期间歇灌溉。

参 考 文 献

〔1〕徐奎彻:论水稻稀播稀插栽培,《吉林农业科学》,1983年,第2期。

〔2〕朱国政:寒地水稻旱育秧稀植栽培技术调查,《黑龙江农业科技》,1983年,第1期。

〔3〕张 艺等:水稻旱育稀植施肥技术的探讨,《东北农学院学报》,1989年,第2期。

〔4〕方展森、关丽君:改进水稻旱育秧技术的研究。第3报,不同播量、品种、栽植密度对产量的影响,《吉林农业科学》,1982年,第1期。

〔5〕江苏农学院植物生理教研组:培育水稻壮秧的生理基础,《植物学杂志》,1976年,IV。

〔6〕蒋彭炎、姚长溪、任正龙:水稻稀播少本插高产技术的研究,《作物学报》,1981年,第7卷,第4期。

〔7〕焦德茂、崔继林:杂交稻群体不同高度叶层的光合特性,《江苏农业科学》,1982(9)。

〔8〕黄丕生等:单季杂交稻高产群体的探讨,《江苏农业科学》,1980(2)。

〔9〕曹显祖:关于杂文稻结实率的研究,《江苏农业科学》,1981,(1)。

〔10〕下田英雄、原城隆:日本水稻栽培和生理研究的成果与展望,《水稻文摘》,1990年9卷,1期。

STUDY ON RICE CULTURAL TECHNIQUE OF DROUGHT SEEDLING AND SPARSE PLANT IN THE NORTH

III. HIGH YIELD FUNDAMENT AND ITS USE IN VARIOUS SOIL AND CLIMATE REGION

Fang Zhanshen and Guan Lijun

(Jilin Academy of Agricultural Sciences)

ABSTRACT

Result showed that rice of drought seedling and sparse plant could increase yield due to strong stem, long spike and high fertile, and stabilize high yield potential. Studying morphology function of individual develop and population struction, anther clarified high yield fundament about rice of drought seedling and sparse plant as follows:

1 The foundations which strong stem and big spike were obtained were heavy dry weight per plant, longer upper leaf, thicker basilar internode and more vascular bundle.

2 Thicker leaf, longer and erect upper three leaves, shoot layer of high photosynthetic efficiency, thick neck of spike and large section vascular bundle were foundations which high fertile was obtained.

Analysing and comparing growth traits in prophase and anaphase of rice of drought seedling and sparse plant on various soil and climate, three technique types which could be used in the north were put forward.