

寒地水稻双稀型超高产栽培法的研究

肖 免 刘乃生

(黑龙江省农业科学院水稻研究所)

摘要 本文通过试验,提出“双稀型超高产栽培法”技术概念,认为寒地水稻在秧田播量降至 75 克/平方米,本田平方米基本苗 22.5 株情况下取得超高产产量。其增产原理是:单株成穗数显著提高,从而用最小基本苗满足群体要求;依靠每穗颖花数增加、结实率提高来提高产量。双稀型超高产的主要技术特征是:有效分蘖节位降低,有效分蘖天数延长,无效分蘖天数减少,有效分蘖率提高,单株分蘖趋进饱和,抽穗后生长速率增加,光合效率高,避免“秋落”,从而增产;同时,双稀法较传统旱育稀植节约种子 80%,从而达到高效。

“超高产”属水稻高产再高产研究范畴。八十年代,北方稻作区发展了旱育稀植技术,南方稻作区产生了稀少平栽培法,南北呼应,皆以降低栽培密度为技术中心,形成了多种形式并存的稀植栽培法。八十年代末期,北方稻作区在旱育稀植基础上又提出了“超稀植”技术概念,南方稻作区亦在稀少平之上又继而提出了“三稳一高”栽培法。通观近期水稻高产栽培研究有如下几大焦点:第一,水稻个体生长与群体生长的矛盾与协调;第二,在保证水稻群体数量相对稳定情况下,提高水稻个体质量;第三,提高个体与群体分蘖成穗

率,最大限度减少无效分蘖;第四,如何提高抽穗后的光合生产能力。本项目的研究,以协调水稻个体生长与群体生长矛盾为中心,探讨水稻高产再高产技术途径,并兼顾有关持续高产的栽培理论,目的在于继续提高黑龙江省稻区单产水平。

试验材料与方法

试验采用田间试验方法,试验地为桦川县建国乡大堆丰村,土壤为种植 30 年左右的黑土型水稻土。试验设计如表 1 所示,秧田处

表 1

试验设计

处理代号	秧田播量 (g/m ²)	本 田 插 植 规 格			秧本田比例
		苗数/m ²	穴数/m ²	苗数/穴	
1	50	15	15	1	1 : 100
2	75	22.2	22.2	1	1 : 100
3	100	30	15	2	1 : 100
4	150	45	22.2	2	1 : 100
5	200	60	30	2	1 : 100

理 1 平方米,本田处理 15 平方米,供试品种 龙花 83—079。4 月 28 日播种,5 月 30 日插

秧。全层基肥:公顷施磷酸二铵 100 公斤,尿素 100 公斤,7 月 15 日公顷追施尿素 50 公斤,插后 7 天用去草净灭草,实行保水灌溉。

结果与分析

一、秧田试验结果

从表 2 可见,依一般秧苗素质分析,5 个处理的秧苗皆为壮苗。其中带蘖率、百株干

重、充实度等三项指标具有相同表现趋势,即随播量降低而提高,至处理 2 达到临界高点,继续降低播量,秧苗素质反而下降,因此,平方米播 75 克干种的处理 2 为培育壮秧的稀播临界点。

二、产量结果

测产采取小区内采点测产,每区采两点,每点 0.5 平方米,测产结果及方差分析(见表 3、4)。

表 2 秧苗素质状况

处理代号	株 高 (cm)	秧 龄 (天)	叶 龄	茎基宽 (cm)	第一叶鞘高 (cm)	带 蘖 率 (%)	百株干重 (g)	充 实 度 (g/cm)
1	13.8	32	3.4	0.47	2.9	70	4.2	0.30
2	14.9	32	3.6	0.41	2.9	80	4.8	0.33
3	16.2	32	3.8	0.49	2.6	80	4.5	0.27
4	14.8	32	3.6	0.43	2.8	40	4.3	0.29
5	13.5	32	3.4	0.34	2.8	10	3.7	0.28

表 3 试 验 产 量

处理代号	产 量 (kg/ha)
1	8944.5
2	9940.5
3	9848.3
4	9858.5
5	9422.0

表 4 产 量 方 差 分 析

变异因素	自 由 度	方 差	F 值	F _{0.05}
处 理	4	3136.4	2.53	3.26
重 复	3	2903.5	2.34	
机 误	12	1240.3		
总变异	9			

从产量结果看,随着插植基本苗降低,产量逐渐提高,至处理 2 产量最高,继续降低基本苗则产量反而下降,因此,处理 2 为稀植临界点。该插植规格为 30×15 厘米,每穴单本。与平方米 75 克播量相配套,秧本田比例 1:100,在品种为龙花 83-079 等 12 个叶片情况下,这种稀播与稀植临界点的栽培法,即双稀型栽培法。

三、双稀法主要增产因素

(一)产量构成因素分析

产量构成因素有多种表示方法,经典表示方法有:Engledew 法,表示成产量为穗数与穗重的乘积;松岛法将穗重又分为三个因素:每穗颖花数、结实率和千粒重的乘积;最近,江苏省凌启鸿教授又将穗数表示为基本苗与单株成穗数的乘积,并将产量的继续提高寄于单株成穗数的提高。基于双稀法栽培特点的要求,将单株成穗数表示为单株平均最高分蘖数与分蘖成穗数的乘积,写成:

产量 = 基本苗 × (单株平均最高分蘖茎数 + 1) × 分蘖成穗率 × (1 - 损苗率) × 每穗颖花数 × 结实率 × 千粒重。

产量构成因素结果(见表 5)。

1. 每穗颖花数的大幅度增加是双稀法增产的重要原因。双稀法较处理 3(近于超稀植方法)每穗颖花数增加 9.7%,较处理 4、5 分别增加 22.4%与 9.6%,在诸多因素中,此因素增加效益最高,是双稀法增产的重要因素之一。

如用 Engledew 法分析,双稀法增产的

表 5

试验产量构成因素分析

处理代号	基 本 苗 (株/m ²)	平均最高分蘖数 (茎/株)	分蘖成穗率 (%)	穗 数 (穗/m ²)	颖花数 (个/穗)	结 实 率 (%)	千 粒 重 (g)	穗 重 (g/穗)
1	15.0	21.3	96.0	306.7	90.9	90.8	28.2	2.32
2	22.2	20.5	96.7	446.0	98.1	90.0	28.5	2.54
3	30.0	12.1	90.8	329.6	89.4	89.3	28.0	2.20
4	45.0	11.9	83.9	449.3	80.1	85.6	29.1	2.08
5	60.0	8.2	80.0	397.5	89.5	89.5	29.0	2.15

主要原因是穗重的增加。双稀法较处理 3、4、5 分别增加 15.5%、22.1%、18.1%。稳定穗数,增加每穗产量是近几年高产再高产的主要目标。因此,双稀法高产道路与近期高产生理期望并行不悖。

2. 双稀法主要技术特征是降低基本苗。与双稀法并行的超稀植亦是大幅度降低基本苗,双稀法降低基本苗以降低每穴苗数为主,单位面积穴数为辅。超稀植以降低单位穴数为主,降低每穴苗数为辅。双稀法基本苗在 12 个叶片品种情况下降至 22.2/平方米,超稀植在 13~12 叶片品种情况下降至 25~45/平方米(9×8 寸—2 株或 9×6 寸—3 株)。双稀法每穴基本苗降至最低一单本。由于单本,产生了生长补加效应,如处理 1 与处理 2 较处理 3 与 4 每穴苗数分别降低 1 倍,单株分蘖数相应提高 76%与 72.3%。而处理 3 较处理 5 单位面积穴数降低 1 倍,单株分蘖却仅增加 47.5%。所以,降低基本苗后分蘖增加效应表现为降低每穴苗数高于降低单位面积穴数。又如,处理 2 较处理 3 基本苗低 33.3%,但单位面积成穗数却提高 35.3%。另外,只有每穴单本才能使分蘖趋向饱和分蘖,单株分蘖数值飞跃性地超过 20,而两本以上却停留在 12 个左右,因此,单本植追求饱和分蘖,饱和分蘖导致穗粒增加,因而增产。

3. 基本苗与平均最高分蘖数、单株成穗数有显著负相关性,分别为 $r^{**} = -0.91$ 与 $r^{**} = -0.92$,其中单株成穗数的提高是高产再高产的技术途径之一,因此,双稀法降低基本苗数导致单株成穗显著提高而增产。

4. 分蘖成穗率的提高亦是高产再高产的技术要求之一,南方稻区稀少平栽培法产生之前一般为 50%,稀少平栽培法提高至 60~70%,我省的旱育稀植亦为 70%左右,但双稀法提高到 96.7%,较处理 3 增加 6.5%,较处理 4 增加 15.2%,较处理 5 增加 19.7%,较大面积生产增加幅度更大,几处生产“无浪费”状态,这充分说明双稀法技术质量是十分良好的。

5. 结实率与基本苗亦呈相关趋势,双稀法结实率达到 90.0%,较处理 3 提高了 1.9%,较处理 4 与 5 提高 0.5%,较大面积生产增加 5~10%。

6. 千粒重变化幅度较少,但其对产量影响较小。

(二)增产基础条件分析

1. 生育进程

在生育进程多项考察指标中(见表 6),除有效分蘖终止期外,其它变化较小,几乎忽略。有效分蘖终止期与基本苗变化具有相关趋势,即随基本苗降低,有效分蘖终止期后移,有效分蘖时间延长,无效分蘖时间缩短。传统的旱育稀植,在 8 月初抽穗情况下,有效分蘖终止期多发生在 6 月 25~30 日,而双稀法推迟至 7 月 8 日,较处理 5 延长 8 天,较大面积生产田延长 10~15 天,有效分蘖天数延长,为单株分蘖指数与分蘖成穗数的提高奠定了基础,这一变化是双稀法对传统水稻栽培技术变革的重大特征之一。

从表 7 可见,双稀法在 7 月 1~10 日间单株分蘖又继续增加 7.6 茎,占总分蘖数的

表 6

试验生育进程

(单位:月、日)

处理代号	播 期	移 植 期	分 蘖 始 期	有效分蘖终止期	抽 穗 期	成 熟 期
1	4.28	5.30	6.14	7.11	7.30	9.20
2	4.28	5.30	6.14	7.8	7.30	9.18
3	4.28	5.30	6.14	7.6	7.31	9.16
4	4.28	5.30	6.14	7.3	7.31	9.16
5	4.28	5.30	6.14	6.30	7.31	9.15

表 7

试验单株分蘖指数状况

处理代号	6 月				7 月						8 月
	14	19	24	28(日)	1	4	7	10	13	17(日)	20(日)
1	0.8	2.3	3.8	6.9	10.1	14.6	18.1	19.5	21.3	21.0	20.4
2	1.5	3.2	5.2	9.2	12.9	16.4	19.0	20.1	20.5	20.3	19.5
3	0.47	1.4	2.8	4.6	7.4	9.6	11.3	12.1	11.7	11.8	11.6
4	0.77	2.3	3.5	6.0	8.6	10.2	11.6	11.9	11.9	11.5	9.7
5	0.13	1.4	2.5	4.2	6.1	7.5	8.0	8.1	8.2	7.6	6.1

37%。而处理 4、5 仅增加 3.3 与 1.9 茎,占总分蘖数的 27.7%与 23.2%;双稀法此期分蘖大部分为有效分蘖,有效分蘖比率为 86.8%,而处理 4、5 此期分蘖基本为无效分蘖,有效分蘖比率仅为 34.2%与 1.5%。这一差异是双稀法增产的重要基础条件之一。

2. 抽穗期主要生理指标

表 8

试验抽穗期生理生化状况

处理代号	叶面积指数	叶绿素 (SPAD 值)	干物质 (g/m ²)	氮量 (g/m ²)
1	2.99	44.7	629.7	10.14
2	3.72	45.1	741.9	10.98
3	2.62	42.1	663.0	9.75
4	3.05	41.7	668.4	8.42
5	3.64	40.3	783.3	10.42

3. 抽穗期氮含量分析

表 9 可见,剑叶、叶、茎及整体含氮量与基本苗皆有负相关性。说明降低基本苗对抽

穗后光合作用功能有增加的趋势。鞘与穗含氮量变化较为复杂,其规律有待深入研究。

4. 生长速率分析

表 9

试验抽穗期各器官含氮量

(单位:%)

处理代号	剑 叶	叶	茎	鞘	穗	全 株
1	3.74	3.29	0.89	1.36	1.04	1.61
2	3.93	3.12	0.74	1.14	1.19	1.48
3	3.36	3.08	0.73	1.16	1.42	1.47
4	3.19	2.52	0.55	0.92	1.32	1.26
5	3.16	2.52	0.67	1.21	1.20	1.33

表 10 可见,处理 2 始终保持高的生长速率,生长较为平稳,至抽穗前达到最大生长速

率,符合高产栽培的生长要求,尤其抽穗后生长速率明显高于其它处理,较处理 3、4 和 5

分别增加 38%、37.6% 和 8.6%。从而说明双稀法充分利用抽穗后的光能而增产。

5. 氮吸收速率

从表 11 可见,双稀法在两个时期表现较高的氮吸收速率,即 7 月 15~25 日的孕穗期与抽穗后的灌浆成熟期。孕穗期氮吸收速率

表 10 试验群体生长速率 (单位:g/m²·日)

处理代号	5 30	6 15	6 25	7 5	7 15	7 25	8 5	9 20	(月) (日)
1	0.119	0.614	5.543	7.729	20.72	28.07	16.81		
2	0.280	1.957	9.194	13.50	20.63	28.39	14.45		
3	0.051	1.435	5.953	13.66	13.65	31.40	10.41		
4	0.065	1.867	8.803	16.88	26.66	12.34	10.56		
5	0.396	2.512	9.737	16.52	18.03	30.72	14.62		

表 11 试验群体氮吸收速率 (单位:g/m²·日)

处理代号	5 30	6 15	6 25	7 5	7 15	7 25	8 5	9 20	(月) (日)
1	0.006	0.024	0.178	0.194	0.116	0.491	0.074		
2	0.013	0.082	0.292	0.202	0.564	-0.065	0.150		
3	0.002	0.063	0.181	0.230	0.299	0.193	0.024		
4	0.003	0.058	0.283	0.187	0.661	-0.379	0.034		
5	0.017	0.109	0.303	0.192	0.290	0.114	0.059		

的提高可部分说明双稀法颖花增多的原因,抽穗后该值显著增加,表明其抽穗后光合作用强,完全符合高产栽培生理。

综上所述,双稀法增产决不是偶然的,而是稀播稀植后秧苗个体质量提高,个体生长与群体生长矛盾得以协调,各项生理生化指标优化所致。

结论与讨论

(一)通过试验证明,在 12 个叶片品种情况下,稀播临界点为 75 克干种/平方米,稀植临界点为 22.2 穴/平方米,每穴单本,同时采用稀播与稀植临界点的栽培法为双稀型栽培法。

(二)双稀法第一增产原因为每穗颖花数增加,每穗颖花增加的原因是个体生长与群体生长协调,尤其是孕穗期氮吸收速率显著

提高,而传统栽培方法该期表现为群体密度大而个体生长氮吸收衰落。

(三)双稀法降低秧田播量与基本苗,在极大程度上消除了个体生长障碍,秧苗素质显著提高,单株分蘖、成穗数与传统栽培相差近 10 倍。可谓双稀法增产第二个原因,在寒地稻区采用仅 22 个左右基本苗创造一个适宜群体,可谓开创性的。如果采用 13 个叶片品种,基本苗有降低 10~12 个的可能性。

(四)双稀法较传统栽培法另一项明显不同就是有效分蘖终止期后移,有效分蘖时间延长,无效分蘖减少并趋近消亡,这一重大变化是水稻栽培的重大变革,它的外延将开辟水稻研究新领域。

(五)双稀法抽穗期生理生化指标较传统栽培法明显优化。抽穗后生长速率明显增加,光合作用增强,光合产物积累多是双稀法增产的第三大原因。双稀法为秋优型栽培法。