

文章编号: 1003-8701(2002)03-0011-05

水稻混合稀植栽培技术的研究

Ⅲ. 混合稀植栽培高产群体的生育规律及产量构成

王成瑗¹, 张文香¹, 赵磊¹, 杨银阁¹, 严光彬¹,
王蕴波², 王玉杰³, 赵秀哲¹, 高连文¹

(1. 吉林省通化市农科院, 吉林 海龙 135007; 2. 佛山科学技术学院, 广东 佛山 528247;
3. 吉林农业大学, 吉林 长春 130118)

摘要: 采用 3 个不同熟期的水稻品种, 在不同形式的混合稀植栽培条件下种植, 阐述了各品种的生育性状(株高、叶龄、叶龄指数、茎数、生长量)在各生育时期的高产生育指标及增长规律、产量、产量结构(每穴穗数、穗粒数、单穴粒重、经济系数、千粒重、饱满率)及增产比例。

关键词: 水稻; 混合稀植栽培; 生育性状; 产量结构

中图分类号: S511.044

文献标识码: A

在 I、II 报中讨论了水稻混合稀植栽培的增产机理和高产栽培技术^[1,2]。本文在前两报的基础上进一步讨论水稻混合稀植栽培高产群体的生长发育规律和产量构成, 为该技术在生产上推广应用提供理论基础。

1 混合稀植栽培群体的营养生长规律

水稻混合稀植栽培打破了常规栽培中等株、行距栽培的插秧模式, 将等株、行距与不等株、行距的插秧方式混合在一起, 使每一穴都具有边行效应, 最大限度的发挥个体的增产潜力。由于每一穴所处的位置和边行效应的不同, 同一组合内(3 行、4 行混合)的个体生长速度和发育规律存在着差异。本文以 3 行混合稀植栽培为处理 1(50.0+30.0+30.0) cm × (20.0 cm, 13.3 cm, 20.0 cm), 15.8 穴/m²; 处理 2(40.0+30.0+30.0) cm × 20.0 cm, 15.2 穴/m², 错位插秧; 4 行混合稀植栽培为处理 3(50.0+30.0+30.0+30.0) cm × 20.0 cm, 14.3 穴/m², 错位插秧, 总结其生长发育规律, 为生产提供栽培依据。

1.1 混合稀植栽培植株高度的生长规律

水稻营养生长期的植株高度是衡量其生长状况的一个指标, 营养生长期节间不伸长, 株高的增长是储藏器官叶鞘和光合器官叶片依次伸长和增大的结果。通过表 1、2、3 可以看出, 同一品种不同栽培方式在同一时期株高差异不大, 株高的生长是呈直线上升。混合稀植栽培边行的植株生长速度略高于等株行距的超稀植栽培, 中间行的株高与等株行距的普通

收稿日期: 2001-11-08

作者简介: 王成瑗(1959-), 男, 山东省胶南市人, 吉林省通化市农科院副研究员, 硕士, 主要从事水稻育种与栽培技术研究。

稀植栽培相近。中熟品种通 88-7(成熟株高 104.9 cm),采用处理 1 的混合稀植栽培方式,产量 9 564.2 kg/hm²,分蘖始期(6 月 5 日)株高为 19.2~21.2 cm,分蘖盛期(6 月 20 日)为 38.2~39.8 cm,有效分蘖终止期(7 月 5 日)为 57.4~59.0 cm(表 1)。高秆中晚熟品种通系 3 号(株高 121.2 cm)采用处理 3 的混合稀植栽培方式,产量 9 681.0 kg/hm²,分蘖始期(6 月 5 日)株高为 17.6~18.3 cm,分蘖盛期(6 月 20 日)为 42.0~42.6 cm,有效分蘖终止期(7 月 5 日)为 56.6~58.8 cm(表 2)。矮秆晚熟品种陆奥香(株高 92.9 cm)采用处理 2 的混合稀植栽培方式,产量 9 350.0 kg/hm²,分蘖始期(6 月 5 日)株高为 20.2~21.8 cm,分蘖盛期(6 月 20 日)为 33.2~34.4 cm,有效分蘖终止期(7 月 5 日)为 47.0~48.0 cm(表 3)。

表 1 通 88-7 采用处理 1 栽培高产群体的生育规律

项 目	调 查 日 期 (日/月)										
	5/6	10/6	15/6	20/6	25/6	30/6	5/7	10/7	15/7	20/7	
株 高(cm)	边行	21.2	22.8	31.8	38.2	43.8	52.2	57.4	62.0	68.4	73.2
	中行	19.2	22.2	33.0	39.8	45.6	51.4	59.0	66.6	73.0	79.8
	9×4	24.6	27.4	35.4	40.2	43.2	51.8	60.6	65.0	73.0	76.8
	12×6	24.0	25.8	35.0	41.6	47.2	52.8	61.2	70.6	78.2	84.4
叶 龄(叶)	边行	5.2	6.4	7.8	8.9	9.9	10.7	11.5	11.9	12.7	13.0
	中行	5.9	6.8	7.9	9.0	9.9	10.9	11.8	12.2	12.9	13.0
	9×4	5.7	6.5	7.7	8.8	9.8	10.7	11.4	11.8	12.7	12.9
	12×6	5.8	6.8	7.9	9.0	10.0	11.0	11.8	12.2	13.2	13.2
茎数(个/穴)	边行	3.0	3.0	6.6	12.0	17.2	24.0	25.0	24.8	24.5	24.0
	中行	3.2	3.4	7.6	12.2	18.6	28.2	30.2	29.8	29.6	28.8
	9×4	3.0	3.0	7.0	12.2	15.4	22.6	22.8	23.0	20.6	18.0
	12×6	3.0	3.4	7.6	13.0	21.2	31.4	35.8	36.6	35.2	34.0
生 长 量 (株高×茎数)	边行	63.6	68.8	209.9	458.4	753.4	1 252.8	1 435.0	1 537.6	1 675.8	1 758.8
	中行	61.4	75.5	250.8	485.6	848.2	1 449.5	1 781.8	1 984.7	2 161.8	2 298.2
	9×4	73.8	82.2	247.8	490.4	665.3	1 170.7	1 381.7	1 495.0	1 503.8	1 382.4
	12×6	72.0	87.7	266.0	540.8	1 000.6	1 657.9	2 191.0	2 584.0	2 752.6	2 869.6
叶龄指数(%)	边行	40.0	49.1	60.0	68.2	76.2	82.0	88.2	91.7	98.0	100.0
	中行	45.1	52.5	61.2	69.2	76.8	84.0	90.5	93.5	99.5	100.0
	9×4	43.7	50.4	59.7	67.7	75.7	82.7	88.1	90.9	98.3	100.0
	12×6	43.8	51.2	60.2	68.0	76.1	83.0	89.4	92.7	100.0	100.0

注:5月25日插秧。9×4为30.0 cm×13.3 cm,25.0穴/m²;12×6为40.0 cm×20.0 cm,12.5穴/m²。下表同。

1.2 叶龄与叶龄指数的增长规律

叶龄与叶龄指数是衡量水稻发育速度的一个指标,在栽培上通常用这两个指标确定水稻群体的生育时期和栽培技术措施。混合稀植栽培的叶龄与叶龄指数的增长与株高的增长相似,随着生育天数的增加呈直线上升,混合稀植栽培的边行和中间行的叶龄与叶龄指数与等穴数普通栽培或超稀植栽培相似。中熟品种通 88-7(13片叶),分蘖始期叶龄为 5.2~5.9 片叶(叶龄指数 40.0%~45.1%),分蘖盛期 8.9~9.0 片叶(叶龄指数 68.2%~69.2%),有效分蘖终止期 11.5~11.8 片叶(叶龄指数 88.2%~90.5%)(表 1)。中晚熟品种通系 3 号,分蘖始期叶龄为 4.9 片叶(叶龄指数 37.4%),分蘖盛期 7.9~8.1 片叶(叶龄指数 60.7%~61.5%),有效分蘖终止期 9.7~9.9 片叶(叶龄指数 74.6%~76.1%)(表 2)。晚熟品种陆奥香三个时期的叶龄与叶龄指数分别为 6.9 叶(47.3%~49.3%)、9.4 叶(64.4%~67.1%)和 11.7~11.8 片叶(80.1%~84.3%)(表 3)。通过上述分析可以看出,虽然不同熟期的品种在同一时期的叶龄与叶龄指数存在着差异,但是同一品种在不同栽培方式下却差异较小,这主要是生育前期水稻的营养体较小,土壤肥力、温度、光照和水分不构成限制因素的原因。

1.3 茎数的增长规律

无论何种栽培方式,单位面积茎数都是构成穗数的基础。在密植栽培的田块中,单穴分蘖数量较多,由于生育中、后期通风透光及土壤供肥能力等因素的限制,成穗率较低,成熟率下降;超稀植栽培单位面积总的蘖茎数量较低,生育中、后期由于边际效应的影响,通风透光及土壤供肥能力等因素相对优于密植栽培,成穗率和成熟率较高;混合稀植栽培不仅可以提高单穴的蘖茎成穗率,而且还可以保持超稀植栽培成熟率较高的优点。

表2 通系3号采用处理3栽培高产群体的生育规律

项 目	调 查 日 期 (日/月)										
	5/6	10/6	15/6	20/6	25/6	30/6	5/7	10/7	15/7	20/7	
株 高(cm)	边行	17.6	19.8	35.4	42.6	48.2	50.1	56.6	62.8	67.8	74.8
	中行	18.3	20.8	35.0	42.0	47.2	52.2	58.8	63.0	69.0	74.6
	9×6	18.8	21.2	33.0	41.0	46.2	54.6	60.6	65.6	68.6	72.0
	12×6	19.8	22.2	34.6	42.0	47.4	54.2	60.0	64.8	67.2	72.6
叶 龄(叶)	边行	4.9	5.7	7.1	7.9	8.5	9.2	9.7	10.4	11.3	11.7
	中行	4.9	5.7	7.1	8.1	8.7	9.3	9.9	10.5	11.3	11.9
	9×6	5.6	6.4	7.3	8.3	9.0	9.6	10.2	10.8	11.6	12.2
	12×6	5.1	6.1	7.3	8.2	8.9	9.7	10.2	10.8	11.6	12.4
茎数(个/穴)	边行	4.4	4.6	7.4	12.4	16.4	17.2	24.2	25.6	26.0	26.0
	中行	3.0	4.1	6.2	9.8	13.0	17.2	20.0	21.6	21.0	21.0
	9×6	4.8	5.0	8.8	12.0	16.8	20.2	25.2	25.8	25.0	25.0
	12×6	4.8	5.2	8.0	13.6	16.2	21.6	27.6	28.4	28.4	28.4
生 长 量 (株高×茎数)	边行	77.6	91.1	261.9	528.2	790.5	861.7	1 369.7	1 607.7	1 762.8	1 944.8
	中行	54.9	62.4	217.0	411.6	613.6	897.8	1 176.0	1 360.8	1 449.0	1 566.6
	9×6	90.2	106.0	290.4	492.0	776.2	900.9	1 527.0	1 692.5	1 715.0	1 800.0
	12×6	95.0	115.4	276.8	571.2	767.9	1 170.7	1 656.0	1 840.3	1 908.5	2 061.8
叶龄指数(%)	边行	37.4	44.2	54.1	60.7	65.5	70.6	74.6	80.0	86.6	90.1
	中行	37.7	43.8	54.4	61.5	66.7	71.5	76.1	80.7	87.2	91.3
	9×6	42.4	48.5	55.5	62.7	68.2	72.9	77.6	81.8	87.6	92.3
	12×6	38.4	45.2	54.6	61.5	66.7	72.1	76.4	80.7	86.6	92.2

表3 陆奥香采用处理2栽培高产群体的生育规律

项 目	调 查 日 期 (日/月)										
	5/6	10/6	15/6	20/6	25/6	30/6	5/7	10/7	15/7	20/7	
株 高(cm)	边行	21.8	28.8	32.4	34.4	35.4	41.4	48.0	55.4	59.8	64.6
	中行	20.2	27.6	32.0	33.2	35.4	40.6	47.0	55.0	57.4	62.8
	9×6	18.4	25.2	29.6	31.8	33.2	37.0	46.8	51.0	55.6	58.8
	12×6	19.0	25.4	29.6	31.4	33.0	38.4	47.2	53.8	56.8	62.8
叶 龄(叶)	边行	6.9	7.8	8.3	9.4	10.2	11.2	11.7	12.4	13.2	14.1
	中行	6.9	7.8	8.2	9.4	10.2	11.1	11.8	12.4	13.1	13.7
	9×6	6.8	7.6	8.1	9.1	9.8	10.9	11.3	11.9	12.7	13.5
	12×6	6.7	7.5	8.1	9.2	10.1	11.1	11.6	12.1	12.9	13.9
茎数(个/穴)	边行	3.0	7.4	9.6	15.6	22.8	31.8	36.0	36.2	36.4	34.2
	中行	3.0	8.6	11.6	17.2	24.8	34.8	38.4	38.4	37.4	35.0
	9×6	3.6	9.6	11.8	17.6	24.6	36.2	37.6	37.8	37.6	31.8
	12×6	3.2	9.4	10.2	17.4	25.8	38.2	42.6	43.0	42.4	41.2
生 长 量 (株高×茎数)	边行	64.5	213.0	311.0	536.6	807.1	1 316.5	1 747.2	2 005.5	2 176.7	2 209.3
	中行	60.6	237.0	317.2	571.0	877.9	1 412.9	1 804.8	2 112.0	2 146.8	2 198.0
	9×6	66.2	241.9	349.3	559.7	816.7	1 339.4	1 759.8	1 927.8	2 090.6	2 105.0
	12×6	60.8	238.8	301.9	546.4	851.4	1 466.9	1 982.4	2 313.4	2 408.3	2 587.4
叶龄指数(%)	边行	47.3	53.4	56.8	64.4	69.9	76.7	80.1	84.9	90.4	96.6
	中行	49.3	55.7	58.6	67.1	72.9	79.3	84.3	88.6	93.6	97.9
	9×6	48.6	54.3	57.9	65.0	70.0	77.9	80.7	85.0	90.7	96.4
	12×6	46.9	52.4	54.4	63.9	70.6	77.6	81.1	84.6	90.2	97.2

通过表1可以看出,中熟品种通88-7单穴茎数分蘖始期(6月5日,3.0~3.2个/穴)、盛期(6月20日,12.0~12.2个/穴)与密植和超稀植栽培差异不大,但是从有效分蘖终止期看,普通栽培在6月25日,超稀植栽培在6月27~28日,混合稀植栽培在6月30日~7月5日(24.0~28.2个茎/穴)。中晚熟品种通系3号的茎数增长为:分蘖始期3.0~4.4个茎/穴,分蘖盛期9.8~12.4个/穴,有效分蘖终止期20.0~24.2个/穴(表2)。晚熟品种陆奥香分蘖始期3.0个茎/穴,分蘖盛期15.6~17.2个/穴,有效分蘖终止期36.0~38.4个/穴(表3)。无论何种混合稀植栽培方式,边行和中间行的蘖茎数虽低于超稀植栽培(40.0 cm×20.0 cm),确高于普通稀植栽培(30.0 cm×13.3 cm)。

1.4 生长量增长模式

生长量(株高×茎数)是衡量单位面积群体是否趋于合理的一个重要指标。因为水稻单穴的生长量与单穴的干重呈极显著的正相关,可以把生长量看成是干物质积累的代用指标^[3,4]。混合稀植栽培的生长量增长模式与单穴茎数的增长相似,中熟品种通88-7分蘖初期生长量为61.4~63.6,分蘖盛期为458.4~485.6,有效分蘖终止期为1435.0~1781.8。中晚熟品种通系3号分蘖初期生长量为54.9~77.6,分蘖盛期为411.6~528.2,有效分蘖终止期为1176.0~1369.7。晚熟品种陆奥香分蘖始期生长量为60.6~64.5,分蘖盛期为571.0~536.6,有效分蘖终止期为1747.2~1804.8。随着各品种生育期的延长,同时期生长量增大。

2 混合稀植栽培群体的产量构成

2.1 株行距不等的3行混合稀植栽培(通88-7)的产量构成

表4 混合稀植栽培与常规栽培、超稀植栽培的产量结构比较

品 种	栽培方式	株高 (cm)	穗数 (穗/穴)	穗粒数 (粒/穗)	粒重 (g/穴)	经济系数	混合千粒重 (g)	饱满粒率 (%)	产 量 (kg/hm ²)
通88-7	边 行	105.6	26.6	108.5	70.4	0.62	24.4	78.2	—
	中 行	104.6	17.6	99.7	45.6	0.58	26.0	83.6	—
	混合稀植	104.9	22.8	110.3	58.7	0.60	23.7	72.8	9564.2
	普通栽培	104.2	15.4	110.8	39.1	0.60	23.1	71.7	8733.5
	超稀植栽培	111.0	27.9	116.9	71.1	0.60	22.1	67.3	7450.4
通系3号	边 行	121.2	25.2	127.1	73.0	0.55	22.8	65.6	—
	中 行	120.0	24.6	109.4	63.0	0.53	23.4	68.6	—
	混合稀植	121.2	23.4	122.2	67.2	0.55	23.8	67.9	9681.0
	普通栽培	118.3	23.3	105.6	56.1	0.52	22.9	76.4	7960.5
	超稀植栽培	118.0	27.4	109.2	66.2	0.54	23.2	78.4	7843.5
陆奥香	边 行	91.6	34.3	113.8	62.8	0.62	19.7	60.4	—
	中 行	93.5	31.4	99.0	66.7	0.61	21.5	64.6	—
	混合稀植	92.9	29.4	108.4	62.1	0.61	19.7	60.4	9350.0
	普通栽培	89.1	25.6	94.4	54.3	0.61	22.6	67.4	9268.5
	超稀植栽培	92.5	35.1	98.3	73.7	0.61	21.4	60.9	8666.7

注:边行为混合稀植栽培的边行和中行为混合稀植栽培的中行,混合稀植栽培为边行和中行的平均值。产量性状值由样本考种测得,产量由小区测产获得。

由表4可以看出,产量在9564.2 kg/hm²的群体产量构成:边行每穴穗数26.6穗,平均一穗粒数108.5粒,单穴粒重70.4 g,混合千粒重24.4 g,饱满粒率78.2%,经济系数0.62。中行每穴穗数17.6穗,平均一穗粒数99.7粒,单穴粒重45.6 g,混合千粒重26.0 g,饱满粒率83.6%,经济系数0.58。该项栽培方式比普通栽培(30.0 cm×13.3 cm,25穴/m²)增产9.51%,比超稀植栽培(40.0 cm×20.0 cm,12.5穴/m²)增产28.37%。

2.2 行距不等、株距相等错位插秧的4行混合稀植栽培(通系3号)的产量构成

产量在 $9\ 681.0\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 的群体产量构成:边行每穴穗数 25.2 穗,平均一穗粒数 127.1 粒,单穴粒重 73.0 g,混合千粒重 22.8 g,饱满粒率 65.6%,经济系数 0.55。中行每穴穗数 24.6 穗,平均一穗粒数 109.4 粒,单穴粒重 63.0 g,混合千粒重 23.4 g,饱满粒率 68.6%,经济系数 0.53。该项栽培方式比普通栽培($30.0\ \text{cm} \times 20.0\ \text{cm}$, $16.7\ \text{穴}/\text{m}^2$)增产 21.61%,比超稀植栽培($40.0\ \text{cm} \times 20.0\ \text{cm}$, $12.5\ \text{穴}/\text{m}^2$)增产 23.42%。

2.3 行距不等、穴距相等错位插秧的3行混合稀植栽培(陆奥香)的产量构成

产量在 $9\ 350.0\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 的群体产量构成:边行每穴穗数 34.3 穗,平均一穗粒数 113.8 粒,单穴粒重 62.8 g,混合千粒重 19.7 g,饱满粒率 60.4%,经济系数 0.62。中行每穴穗数 31.4 穗,平均一穗粒数 99.0 粒,单穴粒重 66.7 g,混合千粒重 21.5 g,饱满粒率 64.6%,经济系数 0.61。该项栽培方式比普通栽培($30.0\ \text{cm} \times 20.0\ \text{cm}$, $16.7\ \text{穴}/\text{m}^2$)增产 0.87%,比超稀植栽培($40.0\ \text{cm} \times 20.0\ \text{cm}$, $12.5\ \text{穴}/\text{m}^2$)增产 7.88%。

参考文献:

- [1] 王成媛,张文香,等. 水稻混合稀植栽培技术的研究 I. 水稻混合稀植栽培的增产机理[J]. 吉林农业科学, 2000, (4): 7-12.
- [2] 王成媛,张文香,等. 水稻混合稀植栽培技术的研究 II. 水稻混合稀植高产栽培技术[J]. 吉林农业科学, 2001, (2): 15-19.
- [3] 王成媛,张文香,等. 水稻稀植、超稀植栽培高产生育模式及促控技术的研究 I. 早熟品种公顷 9000 公斤产量的营养生长模式[J]. 吉林农业科学, 1994, (4): 21-26.
- [4] 王成媛,张文香,等. 水稻稀植、超稀植栽培高产生育模式及促控技术的研究 II. 早熟品种公顷 9000 公斤产量的生殖生长模式及产量结构[J]. 吉林农业科学, 1996, (1): 24-29.

Research on Technology of Mix-space-transplanting Cultivation of Rice

III. The Growing Laws and Yield Components of Mix-space-transplanting Cultivation of Rice

WANG Cheng-ai, ZHANG Wen-xiang, ZHAO Lei, et al.

(Tonghua Academy of Agricultural Sciences, Hailong 135007, China)

Abstract: This article reported the high yield group's growing laws of height of plant, stems of hole, leaf ages and growing quantity of mix-space-transplanting of rice ($50.0 + 30.0 + 30.0$) $\text{cm} \times (20.0\ \text{cm}, 13.3\ \text{cm}, 20.0\ \text{cm})$ or ($40.0 + 30.0 + 30.0$) $\text{cm} \times 20.0$ or ($50.0 + 30.0 + 30.0 + 30.0$) $\text{cm} \times 20.0\ \text{cm}$ intersect transplanting by using three rice varieties of Tong 88-7, Tongxi 3 and Luoxiang. And it also reported the high yield components of mix-space-transplanting of rice.

Key words: Rice; Mix-space-transplanting; Growing laws; Yield component