

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2016.11.004

水稻不同秧龄和气温对生育初期生育的影响研究^①

高升, 钟万顺, 隗溟,
杨瑞吉, 黄爱英, 何光华

西南大学 农学与生物科技学院/南方山地农业教育部工程研究中心, 重庆 400716

摘要: 试验选用籼型杂交水稻品种西农优 17, 在相同条件下培育成 0~6.2 叶龄的秧苗, 同期移栽于人工气候室(箱)内, 昼温/夜温为 25/20 °C 和 20/15 °C, 自然日照, 研究不同秧龄对生育初期发根、出叶和干物质积累的影响. 另外一部分同期移栽于自然环境下, 研究对孕穗、抽穗开花期的影响. 结果表明: ① 栽后 7 d, 反映发根力的 5 个指标, 新根数、最长新根长、平均新根长、总新根长和新根质量, 都随移栽叶龄增加和发根节位上移而增加; 反映叶片生长的出叶速度(叶/d)和叶片伸长速度(cm/d)呈现出相反趋势, 移栽叶龄愈大, 叶片长度随叶位上移逐渐延长, 出叶速度愈小; 叶龄增加量愈小, 而叶片伸长速度愈大, 抽出叶片(身)长度愈大. ② 栽后 7 d 内, 新根数与叶龄增加量呈负相关, 与叶片抽出长度呈正相关. ③ 用栽后 0~3 d 的出叶速度作为植伤指标, 随移栽叶龄增加出叶速度减小, 植伤加重, 芽苗没有观察到植伤; 栽后 8~16 d, 移栽叶龄增加出叶速度恢复愈快. ④ 栽后 21 d 各项指标都随移栽叶龄增加而增加, 用各叶龄值/6.2 叶龄值进行比较, 叶龄差距最小, 根数次之, 干质量差异最大. ⑤ 25/20 °C 的高适温与 20/15 °C 的低适温相比, 促进了各项生长指标的增加. ⑥ 随移栽叶龄减少, 主茎总叶数减少, 大田移栽至孕穗、抽穗的生育时间推迟.

关键词: 秧龄; 移栽; 发根力; 出叶速度; 叶片伸长速度; 植伤

中图分类号: S511

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2016)11-0023-07

近年来, 随着我国城镇化速度加快和农业劳动力的转移, 在水稻集中产区, 机械化插秧和收获日渐普及, 但在重庆市一年一熟和两熟制的种植形式, 冬闲—中稻、早熟蔬菜—中稻、油菜或小麦—中稻仍然广泛存在, 直播(芽苗)、抛秧和机插秧(小苗或中苗)及人工插秧(中苗或大苗)多种苗龄方式并存, 水稻播栽方式呈多元化发展趋势, 使用轻型简化省力栽培方式的比例逐年上升, 传统耕作方式正在改变, 给水稻大面积农业生产技术指导和管理工作带来了难度, 对栽培科学和技术提出了更高要求. 虽然国内机插秧、直播稻、抛秧和大苗^[1-7]都有大量的报道, 但过于受实际栽培技术的约束, 供试的秧龄范围过于狭窄, 国内一直缺乏对不同秧龄规律性的探索研究, 缺乏整体性和系统性的比较分析. 本试验用芽苗、小苗、中苗和大苗不同苗龄同期移栽, 涵盖了直播、机插秧、抛秧、中苗和大苗秧的苗龄, 研究不同苗龄对生育初期生长和群体生产力及经济产量的影响, 本文是该试验研究的第一部分.

1 材料与方法

整个试验在西南大学校办农场进行, 试验设计参考文献[8]并加以改进. 材料用籼型杂交中稻西农优 17 (*Oryza sativa* L.), 分蘖力中等. 室内湿润薄膜育秧, 为避免育秧期的低温影响, 选择日平均气温稳定

① 收稿日期: 2015-08-06

基金项目: 农业部公益性行业专项(201303129).

作者简介: 高升(1990-), 男, 河南郑州人, 硕士, 主要从事作物栽培研究.

通过 17 °C 的 4 月 6 日播种, 以后每隔 3~5 日播种下一期, 整个试验播期见表 1. 前 4 期昼揭夜盖, 后 6 期昼夜不盖. 25 °C 恒温泡种 72 h, 催芽 15 h 成胚根半粒米长, 室温晾芽谷 3 h 播种; 每次播种 7 m² (净秧厢), 播种量为 12~15 g/m², 人工摆播 4 cm×4 cm, 水、肥管理同一般大田. 盆钵直径 25 cm, 高 40 cm, 内装蔬菜地过筛肥沃表土, 每盆油菜饼粉 10 g, 5 g 过钙作底肥全层施用, 1.0 g 尿素作面肥, 与表土和水混匀, 前 3 种秧龄栽秧后保持湿润, 随生长逐渐加深水层至 2 cm, 其余栽后灌水深 2 cm, 10 种苗龄秧当天栽完; 栽前仔细选择生长整齐一致秧苗, 轻拔轻洗, 每盆栽 4 株, 秧苗入土 1 cm 深; 放入人工气候箱(室), 昼/夜温度 25/20 °C (适度高温) 和 20/15 °C (适度低温), 自然光照, 每叶龄处理 5 盆; 抽穗期试验的盆置于网室内(自然温度和光照), 每叶龄处理 3 盆, 拔节期再每盆补施 0.5 g 尿素, 同时标记叶龄和出穗期.

移栽时测定根数、分蘖数、地上部干质量、苗高、胚乳残留%(残留胚乳质量/糙米质量); 移栽后 7 d, 16 d 和 21 d 测定时, 每次取 3 株测定根系发育状况, 新根数、最长新根长、平均新根长、新根干物质质量、叶长、干质量等, 将仔细洗净的稻苗用固定液(FAA: 福尔马林+冰醋酸+酒精配制而成)固定, 基部用番红染色, 在解剖镜下观察, 节上向外明显隆起的根原基数加上可见的根系数计入新根数; 主茎叶龄数计算: 心叶(n 叶)冒尖,(n-1)的半长和(n-1)等长, 分别计为 0.2, 0.4 和 0.8, n 叶的叶枕抽出(n-1)叶枕计为全展; 叶龄增加量: 等于前后 2 次主茎叶龄数之差; 抽出叶片长: 用直尺测量所有全展叶长加上心叶长(cm); 平均叶片长: 抽出叶片长/叶龄增加量; 用栽后 0~3 d 的出叶速度(叶/d)作为植伤指标.

2 结果和分析

2.1 移栽时秧苗素质

由表 1 可知, 随着移栽叶龄增加, 苗高、分蘖数、干质量、地上部质量/苗高和发根数都呈明显增加的趋势, 移栽叶龄与地上部干质量、根数的 2 个指数回归方程都达到极显著的相关性, 相关系数都在 0.96 以上; 而胚乳残留(%)减少, 在 2.5 叶胚乳残留 7.8% 后, 残留部分干质量的减轻已很缓慢, 胚乳的残留部分外观上看起来主要是由果皮与种皮的细胞壁及少量其他物质构成, 再有所减轻估计是由于微生物活动引起, 类似的情况也曾由文献[9-10]报道过, 因为剩余的干质量显得对幼苗增质量已无实际意义, 因此都建议幼苗离乳在约 92% 的胚乳干质量被利用掉的时期.

表 1 移栽时秧苗素质

叶龄	育苗日数/ d	苗高/ cm	分蘖数/ 株	干质量/mg		地上部质量: 苗高/ (mg·cm ⁻¹)	胚乳残留/ %	根数/ 株	备注
				地上部	胚乳				
0	2	1.2	0	1.3	15.0	1.1	78.5	1.0	芽苗 SP*
1.0	4	3.6	0	2.6	12.0	0.7	62.8	5.0	小苗 S.S*
1.6	8	9.4	0	8.5	5.9	0.9	21.7	6.2	
2.5	11	14.2	0	20.4	1.5	1.4	7.8	8.6	中苗 M.S*
3.2	16	15.8	0	32.8	1.3	2.1	5.8	9.6	
3.7	20	17.0	0.3	45.2	1.1	2.7	5.7	12.6	
4.4	25	20.1	1.0	72.6	0.9	3.6	4.7	17	
5.2	30	23.5	1.6	122.4	0	5.2		26.8	大苗 L.S*
5.8	35	25.9	1.9	216.2	0	8.3		42.5	
6.2	39	29.6	2.1	324.2	0	11.0		50.6	

2.2 移栽 7 d 时成活情况

2.2.1 发根状况

由表 2 可知, 2 种温度下 5 个根系指标均有随移栽叶龄增加而增加的趋势, 移栽叶龄与新根数、总新根长和新根干物质质量的 3 个指数回归方程都达到极显著的相关性, 相关系数都在 0.93 以上.

25/20 °C 高温促进根系生长, 20/15 °C 低温抑制根系生长, 25/20 °C 和 20/15 °C 下移栽叶龄(x)与发根数(y)回归方程分别为

$$y_1 = 4.52x_1 - 1.61 \quad r'_1 = 0.9158, n = 10$$

$$y_2 = 3.71x_2 - 1.16 \quad r'_2 = 0.9682, n = 10$$

高、低温下的回归系数比较, $4.52 > 3.71$ 表明适度低温抑制了部分根原基数向根系的发育; 发根数(y)与总新根长(L)回归方程分别为

$$y'_1 = 8.78L_1 - 3.72 \quad r''_1 = 0.9843^{***}, n = 10$$

$$y'_2 = 6.59L_2 - 12.8 \quad r''_2 = 0.9968^{***}, n = 10$$

高、低温下的回归系数比较, $8.78 > 6.59$ 表明适度低温抑制了已形成根系的伸长生长, 但 W/L (新根干物质质量/总新根长) 却上升, 反映出根系充实度增加, 有一定的补偿作用. 以 $20/15^\circ\text{C}$ 占 $25/20^\circ\text{C}$ 比例大小作为对较低温的适应性, 新根数、平均新根长、总新根长和新根干物质质量 4 个指标以 3~5 叶中苗秧对较低温的适应性最强, 发根力也最强.

表 2 移栽 7 d 的发根力

叶龄	新根数/ 株	最长新根长/ cm	平均新根长/ cm	总新根长/ (L , cm)	新根干物质质量/ (W , mg)	$W : L$ / ($\text{mg} \cdot \text{cm}^{-1}$)
25/20 $^\circ\text{C}$						
0	6.9	8.5	5.8	40.0	1.3	0.033
1.0	4.8	6.4	4.5	21.6	1.6	0.074
1.6	7.6	13.5	8.6	55.4	5.8	0.089
2.5	12.6	14.6	8.8	110.9	8.5	0.077
3.2	13.2	14.8	9.2	121.4	13.7	0.113
3.7	15.4	18.2	9.1	140.1	17.8	0.127
4.4	19.6	18.3	10.3	201.9	31.2	0.155
5.2	25.8	19.2	8.6	221.9	34.1	0.165
5.8	26.9	19.5	8.4	226.0	38.1	0.165
6.2	35.1	18.5	8.2	287.8	49.2	0.171
20/15 $^\circ\text{C}$						
0	5.1	6.1	4.8	24.5	0.8	0.033
1.0	4.3	5.2	3.2	13.8	0.8	0.058
1.6	6.3	7.6	4.8	30.2	3.4	0.113
2.5	8.9	9.6	5.1	45.4	6.4	0.141
3.2	10.5	9.7	5.3	55.7	8.6	0.154
3.7	13.8	11.4	5.6	77.3	13.1	0.169
4.4	16.1	11.5	5.4	86.9	15.7	0.181
5.2	20.7	11.9	6.1	126.3	27.1	0.215
5.8	24.7	12.9	6.2	153.1	38.1	0.249
6.2	26.1	13.1	5.2	157.7	38.8	0.286

2.2.2 出叶状况

由表 3 可知, $25/20^\circ\text{C}$ 与 $20/15^\circ\text{C}$ 相比, 高温促进生长, 叶龄增加量和抽出叶片长均增加, 低温抑制生长; 移栽叶龄愈低叶龄增加量愈高, 即出叶速度(叶/d)愈快, 移栽叶龄与叶龄增加量呈极显著的线性负相关(去除芽苗, $n=9$); 移栽叶龄愈低而抽出叶片(身)长度小, 即叶片伸长速度(cm/d)低, 移栽叶龄与抽出叶片长呈极显著的线性正相关, 与平均叶片长呈极显著的指数正相关, 相关系数都在 0.95 以上; 本试验观察到, 水稻苗期和分蘖期叶片长度随叶位上移逐渐延长, 所以移栽 7 d 内, 叶位愈低的叶片, 全展的时间短, 叶龄增加量高, 但抽出叶片长度小.

文献[15]中日本学者将水稻栽后 0~3 d 作为出叶停滞期, 8~16 d 作为出叶恢复期, 表 4 表明, $25/20^\circ\text{C}$ 适度高温下 b_1, b_2 均高于 $20/15^\circ\text{C}$, 有利于缩短返青期, 增加叶片, 尽快形成光合生产体系; 无论温度高低, 移栽叶龄愈低, 出叶停滞期 b_1 愈大, 植伤愈轻, 芽苗无植伤; 大苗 b_1 明显低于芽苗 b_1 , 植伤较严重, 但出叶恢复期移栽叶龄愈高, 恢复生长愈快, 大苗 b_2 比出叶停滞期增加(但 b_2 的绝对数值仍小于芽苗 b_2), 6.2 叶龄 b_1/b_2 在 0.59~0.65 之间, 恢复性生长较快, 而芽苗出叶恢复期 b_2 反而小于 b_1 , b_1/b_2 在 1.58~1.90 之间.

表 3 移栽后 7 d 主茎出叶

叶龄	25/20 °C			20/15 °C		
	叶龄增加量	抽出叶片长/cm	平均叶片长/cm	叶龄增加量	抽出叶片长/cm	平均叶片长/cm
0	2.86	13.5	4.7	2.52	6.8	2.7
1.0	1.52	17.8	11.7	1.05	8.6	8.2
1.6	1.43	16.8	11.7	0.81	8.2	10.1
2.5	1.45	19.0	13.1	0.95	8.8	9.3
3.2	1.39	22.7	16.3	0.92	11.5	12.5
3.7	1.43	24.6	17.2	0.86	11.6	13.5
4.4	1.34	24.2	18.1	0.65	11.1	17.1
5.2	1.02	24.7	24.2	0.62	11.9	19.2
5.8	0.93	25.7	27.6	0.52	12.5	24.0
6.2	0.82	27.0	32.9	0.5	14.7	29.4

表 4 主茎出叶速度 ($y=a+bx$; b_1, b_2)叶 · d⁻¹

叶龄	移栽后 0~3 d		移栽后 8~16 d		b_1 / b_2
	b_1	r	b_2	r	
25/20 °C					
0	0.453	0.978**	0.238	0.996**	1.90
1.0	0.284	0.995**	0.213	0.978**	1.33
1.6	0.183	0.985**	0.232	0.932**	0.79
2.5	0.193	0.966**	0.224	0.981**	0.86
3.2	0.176	0.981**	0.213	0.982**	0.83
3.7	0.159	0.971**	0.206	0.991**	0.77
4.4	0.146	0.952**	0.189	0.981**	0.77
5.2	0.128	0.982**	0.172	0.996**	0.74
5.8	0.116	0.986**	0.168	0.984**	0.69
6.2	0.104	0.994**	0.161	0.996**	0.65
20/15 °C					
0	0.3130	0.992**	0.198	0.992**	1.58
1.0	0.152	0.985**	0.181	0.998**	0.84
1.6	0.095	0.993**	0.158	0.987**	0.60
2.5	0.113	0.987**	0.155	0.95**	0.73
3.2	0.103	0.998**	0.152	0.995**	0.68
3.7	0.098	0.986**	0.148	0.996**	0.66
4.4	0.865	0.987**	0.136	0.992**	0.64
5.2	0.082	0.990**	0.128	0.982**	0.64
5.8	0.071	0.989**	0.124	0.992**	0.57
6.2	0.069	0.982**	0.116	0.991**	0.59

注: r 表示相关系数; ** 表示 $p < 0.01$ 为差异极具有统计学意义, 下同。

2.2.3 叶片出生与根系生长

出叶状况可用叶龄增加量(叶)和抽出叶片长度(cm)2种方式度量, 它们与栽后 7 d 内新根数呈相反趋势(图 1), 叶龄增加量与新根数呈极显著和显著负相关, 而抽出叶片长度与新根数呈极显著正相关。

2.3 移栽后 21 d 时生长状况

由图 2 可知, 25/20 °C 与 20/15 °C 相比, 除个别点外, 25/20 °C 移栽区的叶龄比例(即本移栽区各个移栽叶龄处理, 移栽后 21 d 的叶龄与 6.2 移栽叶龄的比值, 下同)、根数比例和干质量比例都较高, 表明高适温度对水稻前期生长有促进作用。0~6.2 叶龄移栽后 21 d 内的整个生育趋势大致可分为 3 类: 第一类对叶龄促进作用最大, 芽苗在 21 d 可达到 6.2 叶龄的 0.6(即 60%)左右, 0~6.2 叶龄比例的整个趋势大致呈斜向上直线型, 类似的还有株高比例; 第二类是根数比例增加较快, 芽苗在 21 d 可达到 6.2 叶龄的 0.2 以上, 0~6.2 叶龄苗根数比例的整个趋势大致呈斜向上指数型, 类似的还有分蘖比例; 第三类是干质量比例增加最慢, 芽苗在 21 d 只能达到 6.2 叶龄的 0.1 左右, 整个趋势大致呈急剧斜向上指数型。

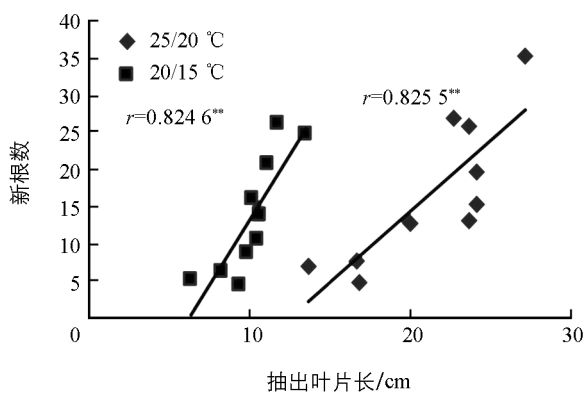
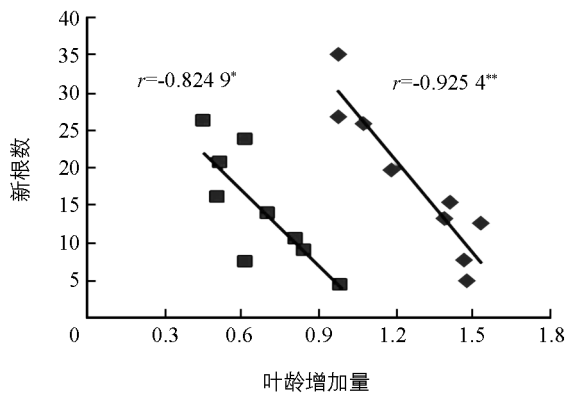
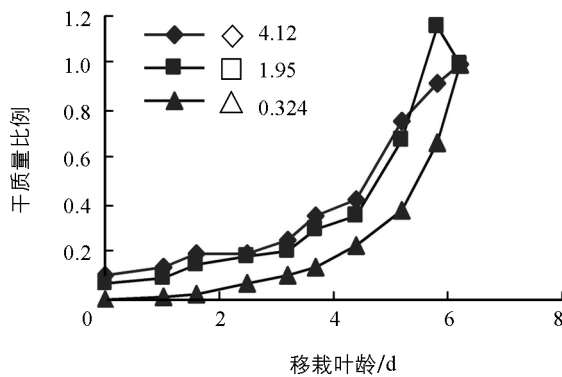
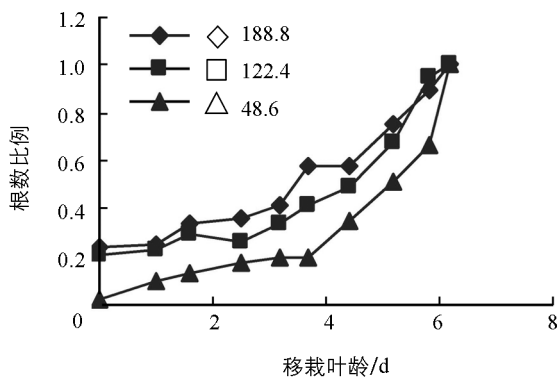
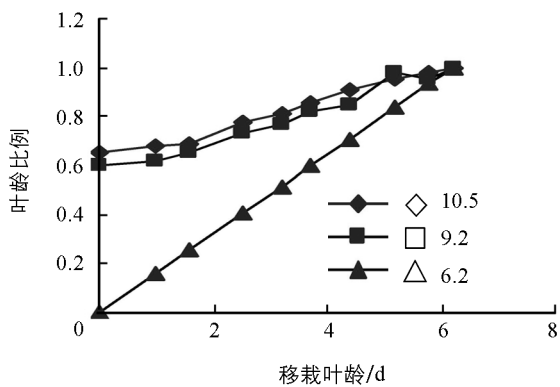


图 1 栽后 7 d 新根数与叶龄(A)和抽出叶片长(B)的关系



6.2 叶龄=1, 图中数据均是 6.2 叶龄的数据, ◆ 25/20 °C 移栽区, ■ 20/15 °C 移栽区, ▲ 移栽时数据.

图 2 移栽 21 d 时生长状况

2.4 对抽穗期的影响

由图 3 可知, 在自然条件下, 0~6.2 叶龄同期移栽, 苗龄愈小, 播种至抽穗的天数愈短, 主茎总叶数愈少, 播种至主茎剑叶全展(孕穗期)和抽穗分别需 84~108 d 和 90~116 d, 主茎总叶数在 14.8~16.5 之间; 但苗龄愈小, 大田生长期愈长, 移栽至剑叶全展和抽穗分别需 82~69 d, 86~77 d, 移栽叶龄每减少 1 叶, 至剑叶全展大田生长期增加 2.1 d, 至抽穗增加 1.7 d. 所以在重庆市积温不充足的高海拔地区, 两熟制迟茬口采取短秧龄迟播迟栽(如机插秧)方式, 需特别防止孕穗期

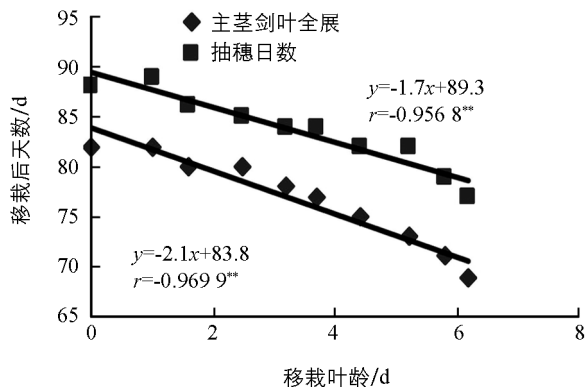


图 3 不同移栽叶龄与主茎剑叶全展和抽穗日数

和抽穗开花期的低温危害;而在重庆市沿江河谷、浅丘平坝的高温伏旱区,需防止高温对杂交水稻抽穗开花的高温危害^[11-12]。

3 讨 论

由于拔秧、插秧等造成植伤,出叶速度明显减慢,秧苗栽后初期有一个恢复性生长阶段,而这时因根系吸收和叶片光合作用等生理功能较弱,其新生器官生长的物质有赖于茎鞘贮藏性光合产物的输出^[13-14]。本试验不同秧龄移栽后 0~3 d 出叶停滞期,芽苗和小苗有较丰富的胚乳残留,依靠异养比例高,加之叶片小,所以经历时间短,出叶速度(叶/d)快,而大苗移栽时根系损伤重,生理功能减退,主要依靠茎鞘贮存营养供应出叶发根,加之叶片大,叶身长,出叶速度(叶/d)就慢;但栽后 7 d,由于移栽叶龄与平均叶片长呈极显著的指数正相关,所以进入 8~16 d 出叶恢复期,芽苗和小苗逐渐进入完全自养阶段后,叶面积增加小,光合生产体系效率低,出叶速度 b2 下降,而大苗增加叶面积大,叶片数多,光合生产体系效率高,出叶速度 b2 上升,反映出不同移栽叶龄秧苗生育初期具有不同的生育转换特点。

据日本学者研究^[15],随移栽叶龄(n)增加,主茎发根节位按(n-3)上移,在主茎伸长节间以下,受节的物理空间,即节的直径或周缘维管束环大小限制,发根节位愈高,根原基数、根原基直径和根系活力逐渐增加,此特性表现出一定的稳定性,本试验证实了移栽后 7 d 和 21 d,随移栽叶龄增加,发根节位上移,反映出发根能力的 5 个根系指标均随移栽叶龄增加而增加;适度低温抑制了部分根原基向根系的发育,抑制了已形成根系的伸长生长,这是本试验低温抑制发根力的 2 个主要形态学原因。

0~6.2 叶龄移栽后 21 d 的整个生育趋势,依据占 6.2 叶的比例大致可分为 3 类,分析其原理是,主茎 n 叶抽出=(n-3)叶位分蘖出现和发根(一次根),即主茎分蘖和发根滞后于抽出叶片 3 个叶位,所以形成叶龄增加快于分蘖数和发根数的趋势;移栽叶龄愈小,叶片愈短,叶片数少,光合同化和物质生产量少,经过 21 d 光合生产、分配、转型和再生产的复利法则过程,干质量差距加大^[16]。

在自然条件下的迟播迟栽与早播迟栽相比,如芽苗比 6.2 叶秧龄推迟 37 d 播种而同期移栽,芽苗和小苗秧的种子发芽期、幼苗期和分蘖期一直处于较高的温度下,经过基本营养生长期的生长后,进入对高温敏感的可变营养生长期,主茎生长点较早地通过发育转变,使主茎的总叶数减少,播种至抽穗的天数变短;而大苗播种早,进入可变营养生长期后,气温较低,主茎生长点延迟通过发育转变,使主茎总叶数增加,播种至抽穗的天数变长,这是 0~6.2 叶同期移栽,播种至抽穗天数变化的发育学原理^[17-18]。

参考文献:

- [1] 张卫星,朱德峰,林贤青,等.不同播量及育秧基质对机插水稻秧苗素质的影响[J].扬州大学学报(农业与生命科学版),2007,28(1):45-48.
- [2] 沈建辉,曹卫星,朱庆森,等.不同育秧方式对水稻机插秧苗素质的影响[J].南京农业大学学报,2003,26(3):7-9.
- [3] 沈建辉,邵文娟,张祖建.苗床落谷密度、施肥量和秧龄对机插秧苗质及大田产量的影响[J].作物学报,2006,32(3):402-409.
- [4] 姚义,霍中洋,张洪程.不同生态区播期对直播稻生育期及温光利用的影响[J].中国农业科学,2012,45(4):633-647.
- [5] 陈品,陆建飞.长江中下游地区直播稻的生理生态特性及其栽培技术的研究进展[J].核农学报,2013,27(4):0487-0494.
- [6] 吴建富,潘晓华,石庆华.免耕抛秧稻的立苗特性与立苗技术研究[J].作物学报,2009,35(5):930-939.
- [7] 江苏水稻叶龄模式研究协作组.水稻壮秧指标的研究[J].江苏农学院学报,1985,6(2):1-6.
- [8] YAMAMOTO Y, IKEJIRI A. Characteristics of Rooting and Leaf Emergence Rate, Early Growth and Heading Date of Rice Seedling with Different Plant Age in Leaf Number [J]. Jpn J Crop Sci, 1995, 64(3): 556-564 (in Japanese with English Abstract).
- [9] 星川清亲.水稻的小苗生理及其育秧技术[M].沈若谦,译.北京:科学出版社,1976.
- [10] 王万里,林芝萍.水稻幼苗异养向自养的过渡[J].植物生理学报,1983,9(2):199-210.
- [11] 方文,熊洪,姚文力.四川双季晚稻齐穗期的低温危害及其对策[J].四川农业学报,1987,2(4):1-7.
- [12] 谭中和,蓝泰源,任昌福,等.杂交水稻开花期高温危害及其对策的研究[J].作物学报,1985,11(2):103-107.
- [13] YAMAMOTO Y, MATSUMOTO T. Studies on Transplanting Injury in Rice Plant: V. Effect of Transplanting on the

- Morphological Changes of New Leaf and Roots of Seedlings After Transplanting [J]. Res Rep Kochi Univ, 1990, 39(2): 57-63.
- [14] 任万军, 张怀渝, 杨文钰. 水稻移栽后苗期茎叶光合产物运转与分配特性研究 [J]. 作物学报, 2007, 33(12): 2067-2070.
- [15] YOUJI N, YOSHINORI Y, NAOKI I. Studies on the Formation of the Crown Root Primordia of Rice Plant. II. Formation of the Crown Root Primordia in the Lower Part of Unelongated Stem [J]. Jpn J Crop Sci, 1996, 65(3): 465-472(in Japanese with English Abstract).
- [16] KEISUKE N, SHIGENORI M, TADASHI B. Shoot and Root Development in Rice Related to the Phyllochron [J]. Crop Science, 1995, 35(1): 24-29.
- [17] 潘瑞焱. 水稻生理 [M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [18] 孟亚利, 曹卫星, 周治国, 等. 基于生长过程的水稻阶段发育与物候期模拟模型 [J]. 中国农业科学, 2003, 36(11): 1362-1367.

Effect of Rice Seedlings with Different Leaf Age and Temperature on Early Growth and Development after Transplanting

GAO Sheng, ZHONG Wan-shun, WEI Ming,
YANG Rui-ji, HUANG Ai-ying, HE Guang-hua

School of Agronomy and Biotechnology, Southwest University/Engineering Research Center for Agriculture for Southern Mountainous Region of Ministry of Education, Chongqing 400716, China

Abstract: One *O. indica* hybrid rice cultivar, Xinongou17 characterized with high yield potential and Medium tillering ability, was used. Ten kinds of rice seedlings with different leaf age in the range 0-6.2, raised under the same conditions by different sowing times and transplanted simultaneously, were grown in the phytotron-controlled day/night temperature (25/20 or 20/15 °C) with natural light to investigate the characteristics of rooting, leaf emergence rate and the difference of early growth after transplanting, and also booting, heading date in the natural environment. The result showed that: 1) rooting parameters, such as the number of new root, average of new root length, maximum of new root length, dry weight of new root and total of new root length at 7 days after transplanting (TP), were superior in the seedlings with more leaves because of the higher the nodal position on the main stem, the stronger root developing ability. The reverse relation was observed in the leaf emergence rate(leaf/day) during that period because the average length of leaf blade was increased as the nodes shifted higher on the main stem. Consequently, the number of new leaf (leaf) was less and the length of leaf blade elongation(cm) was longer with leaf age of seedling increasing. 2) Transplanting injury, indicated by the leaf emergence rate during 3 days after TP, increased in proportion to leaf age of seedling, and was not observed in the sprout. 3) The number of new roots showed highly significant negative or positive correlation with the number of new leaf or the length of leaf blade elongation, respectively. 4) Each of the growth parameters at 21 days after TP was superior in proportion to leaf age of seedling, but the difference of each parameter among the seedlings increased in order of: ① age in leaf number, ② number root ③ dry weight. 5) All the parameters in 25/20 were better than that in 20/15 °C, higher suitable temperature promoted growing. 6) The dates of flag leaf full emergence and heading were delayed proportionally in the seedlings with fewer leaves.

Key words: leaf age of seedling; transplanting; root developing ability; leaf emergence rate; leaf blade elongation rate; Transplanting injury

