

氮肥与多效唑配合对稻麦两熟区 机插水稻秧苗生长的影响

姚雄¹, 任万军¹, 蓝平¹, 卢庭启¹, 杨文钰^{2*}

(1 四川农业大学作物栽培学与耕作学重点实验室, 四川雅安 625014;

2 四川农业大学农学院植物生产系, 四川雅安 625014)

摘要: 采用常规方法测定秧苗素质和产量, 弹簧秤法测定秧块盘结力, 参照 GB/T 6243-2003 评价栽插质量等, 研究了氮肥与多效唑配合对稻麦两熟区机插水稻秧苗生长的影响, 并评价其栽插质量和产量。结果表明, 在机插秧苗的超秧龄特别是严重超秧龄阶段, 秧苗素质迅速变劣, 表现为株高急剧增加, 百株干重和根系活力迅速下降, 叶片丙二醛含量呈线性上升。一叶一心期追施适宜的氮肥并配以二次化控措施, 可使超秧龄机插秧苗保持较好的移栽状态和栽插质量, 保证其高产。在一叶一心期追施氮肥 $N 6 \text{ g/m}^2$ 并配以 100 mg/L 多效唑浸种, 并在二叶一心期喷施 250 mg/L 多效唑能保持相对较好的秧苗素质; 关键栽插质量指标—漏插率可降低至 8.5% , 并能获得 9.95 t/hm^2 的较高产量。

关键词: 水稻; 稻麦两熟区; 机械化移栽; 秧苗生长; 调控

中图分类号: S511.06

文献标识码: A

文章编号: 1008-505X(2009)06-1364-08

Effects of nitrogenous fertilizer and PP₃₃₃ on the seedling growth of mechanical transplanting rice in wheat-rice double cropping area

YAO Xiong¹, REN Wan-jun¹, LAN Ping¹, LU Ting-qi¹, YANG Wen-yu^{2*}

(1 Key Laboratory of Crop Culture & Tillage Science of Sichuan Agriculture University, Sichuan, Ya'an 625014, China;

2 Sichuan Agriculture University, Crop Culture & Tillage of Agricultural College, Sichuan, Ya'an 625014, China)

Abstract: The aim of the experiment is to study the effects of nitrogenous fertilizer and PP₃₃₃ on the seedling growth, transplanting quantity and grain yield of mechanical transplanting rice in wheat-rice double cropping area. The seedling quality and grain yield were analyzed by conventional physiological techniques, the roots twisting power was measured by spring balance, the transplanting quantity was evaluated by GB/T 6243-2003. The results showed that, in the over-optimum especially serious over-optimum stage of mechanical transplanting rice seedling, the seedling quality decreased rapidly, i. e. the plant height increase rapidly while the dry weight per 100 plants and root vigor decrease rapidly. Meanwhile, the MDA content of seedling leaf increased in line. Soaking seeds with 100 mg/L PP₃₃₃ and spraying seedling leaf with 250 mg/L PP₃₃₃ in 2.5 leaf age combining the application of 6 g/m^2 nitrogenous fertilizer in 1.5 leaf age, the seedling quality was better than other treatments, besides, the rate of empty-hole was 8.5% , the grain yield can reach to 9.95 t/ha . Thus, applying suitable nitrogenous fertilizer in 1.5 leaf age combined with two-time PP₃₃₃ can help to keep good initial transplant vigor and transplant quality, ensuring to achieve the high grain yield.

Key words: rice; wheat-rice double cropping area; mechanical-transplanting rice; seedling growth; regulation

水稻机插秧技术可提高劳动生产率、减少农业生产成本和促进农村劳动力转移, 具有显著的节本、

增效作用。但在四川等稻麦两熟区, 农艺要求秧苗秧龄较长(常规移栽一般在 50 d 左右)、分蘖数宜多

收稿日期: 2008-12-15

接受日期: 2009-04-27

基金项目: 国家粮食丰产科技工程项目(2006BAD02A05)资助。

作者简介: 姚雄(1983-), 男, 四川资中人, 博士研究生, 从事水稻机械化栽培研究。E-mail: yxmachinerice@126.com

* 通讯作者 Tel: 0835-2882004, E-mail: wenyu.yang@263.net

和根系发达等,农机则要求秧龄在15~20 d且要控制分蘖数和根长。因此,农机和农艺的矛盾极大地限制了机插秧技术的推广。前人研究认为,在适栽期后,秧苗干重逐渐停止增加,甚至下降^[1-3]。超秧龄(播种后28 d)特别是严重超秧龄(播种后36 d)阶段,秧苗生长主要取决于育秧条件和生长情况,床土经低培肥处理能维持秧苗较高的糖氮比,保持较好的移栽状态^[4]。此外,底膜育秧中进行多效唑浸种能适当延长秧龄3~5 d^[5-6]。据报道,日本和韩国的水稻主要是机插小苗,机插中、大苗不多。小苗机插的最佳叶龄为2.4~2.5,并推测秧苗光合物质积累始于2.4~2.5叶龄,而不是2.0叶龄^[7-8]。在育秧方式上,主要采用软盘、木框、栅框和纸筒等方式^[9],近年有所改进^[10],可更轻便地培育小苗壮秧。由于四川的超秧龄现象较为严重,而我国尚处于机插秧应用初级阶段,配套研究不很健全,故有关超秧龄机插秧苗的研究特别是调控措施的报道较少。本研究以杂交中籼迟熟组合川香9838为材料,设置一叶一心期叶面追施氮肥和多效唑化控处理,研究超秧龄秧苗生长的特点,并评价其栽插质量和产量,探索最佳的调控措施,以期为我国现阶段培育机插秧苗提供理论依据并促进稻麦两熟区的水稻机插秧技术的推广。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于2007、2008年在四川郫县安德镇进行。供试水稻品种为杂交中籼迟熟组合川香9838(川香29A×辐恢838),千粒重30.4 g,是四川盆地主要推广的高产品种。

播种前,在秧床上铺1层孔径3 mm、孔距3 cm×3 cm的带孔地膜,然后将已培肥的床土放入内径规格为28 cm×58 cm的木框,分小区人工均匀播种。按尿素15 g/m²、过磷酸钙110 g/m²、硫酸钾20 g/m²的标准进行床土培肥。秧苗移栽前4 d,翻耕大田使田面平整度达到机械作业要求,之后让土壤自由沉降以备秧苗移栽。

育秧试验采用二因素裂区设计,3次重复。主因素为氮肥水平,于一叶一心期叶面追施。设施N 0、3、6、12 g/m² 4个水平,分别用A₁、A₂、A₃、A₄表示。副因素为多效唑处理,即:100 mg/L多效唑浸种;二叶一心期用250 mg/L多效唑喷施;100 mg/L多效唑浸种并二叶一心期用250 mg/L多效唑喷施3个处理,分别用B₁、B₂、B₃表示。育秧方式为双膜早

育秧,落谷密度为416.67 g/m²,3月24日播种,5月17日采用洋马VP4C型高速乘坐式插秧机将秧苗移栽至大田,实际栽插规格为16.07 cm×30.04 cm,每穴留6苗,缺穴不补,以备5 d后观察栽插质量。

1.2 测定项目与方法

根据四川地区机插秧的适栽秧龄为35~40 d^[11],结合本试验育秧期间的气温,将播种后36 d定为适栽期,44 d定为超秧龄初期,52 d定为严重超秧龄期。

1.2.1 秧苗素质动态分析 于播种后12、20、28、36、44、52 d选择长势中等的秧苗100株,测定秧苗生理株高、百株干重、根系活力和叶片丙二醛含量^[12]。

1.2.2 移栽期秧块状态 移栽前2 d取1个20 cm×20 cm秧块,用弹簧秤法测定其盘结力^[13];再选择长势中等的秧苗20株,测定其分蘖数和平均株高,并比较各秧苗株高与平均株高的接近程度,即株高整齐度=(1/株高变异系数)/10(注:为更直观地表示株高整齐度,将其统一缩小10倍换算成小数),株高变异系数(CV)=株高标准差(S)/平均株高;最后带土切取3个10 cm×10 cm的秧块,计数秧苗高度大于平均苗高1/2的苗数,除以种子总数(种子总数=种子质量/千粒重)得成苗率^[14]。

1.2.3 栽插质量 栽后第5 d于每处理中随机选取3个观测区,测定20穴的总株数及勾秧、伤秧、漂秧株数;测定100穴的漏插穴数、全漂穴数及翻倒穴数^[15]。

1.2.4 产量及其构成 成熟期于每小区(20 m²)中选取30穴计数平均有效穗数,再按平均有效穗数取5穴样株进行室内考种,计量穗着粒数、实粒数、千粒重和穗长度。

数据处理软件为Excel 2003和DPS7.55版;多重比较采用Duncan's新复极差法。

2 结果与分析

2.1 超秧龄秧苗素质动态分析

2.1.1 秧苗株高变化特点 图1看出,一叶一心期叶面追氮量和不同的多效唑处理对秧苗株高的影响较大。以不追氮处理的株高较低,增长速度较慢。在适栽期、超秧龄初期和严重超秧龄期的株高分别为14.08、19.23和22.27 cm。N 3 g/m²处理的株高均呈现明显的阶段性增长,播种后20 d内和28~44 d内,秧苗株高缓慢增长;播种后20~28 d内及44~52 d内秧苗株高急剧增加。N 6 g/m²和N 12 g/m²

处理的株高变化趋势一致。在超秧龄阶段,二者株高则呈线性增加,严重超秧龄期分别为 28.67 和 30.30 cm。

方差分析表明,不同多效唑处理下,28 d 内秧龄

的秧苗株高无显著性影响,但超秧龄特别是严重超秧龄时的秧苗株高有显著性差异,以秧苗株高及其增长速度判断, B₃ 处理效果较好,其次为 B₂ 和 B₁。

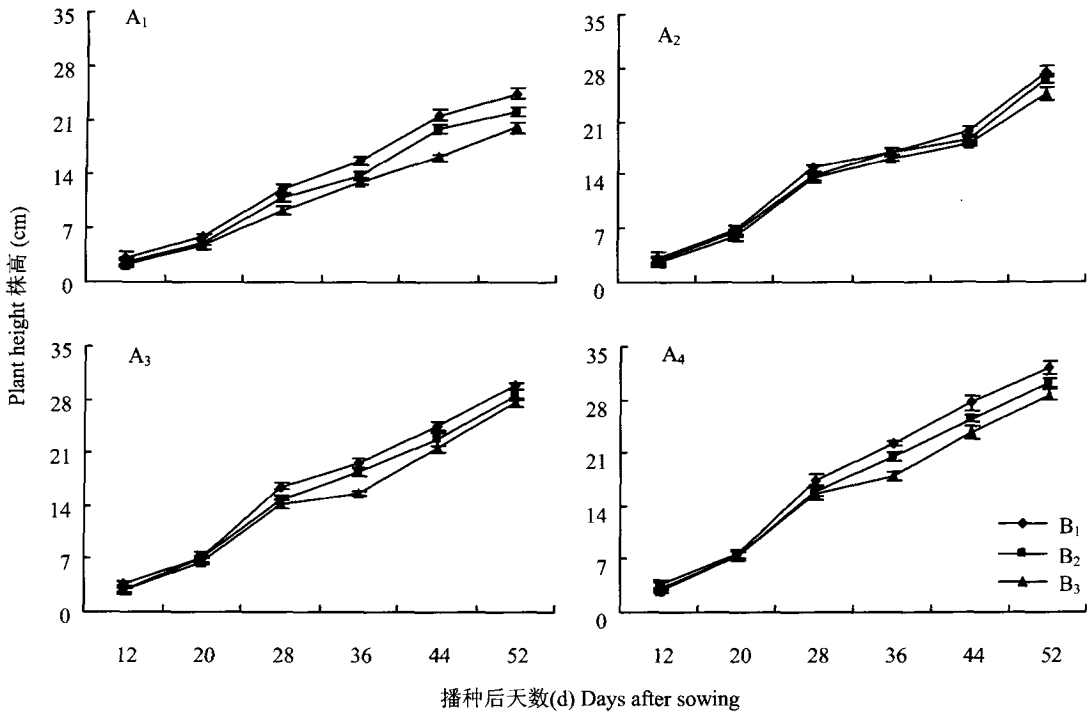


图 1 不同施氮量与多效唑处理下秧苗株高的动态特征

Fig.1 Dynamic characteristics of plant height under different N application amount and treatment of PP₃₃₃

2.1.2 秧苗百株干重变化特点 苗期追施氮量对机插长秧龄秧苗的百株干重有较大的影响。各处理秧苗在适栽期内的百株干重均明显增加,其差异主要表现在超秧龄阶段(图 2)。在超秧龄初期, N 0 和 N 12 g/m² 处理的秧苗百株干重变化不明显,之后急剧下降; N 3 g/m² 和 N 6 g/m² 处理的秧苗百株干重在超秧龄初期继续增加,在严重超秧龄期,前者的增加速度降低,但未下降,而后者呈明显下降趋势。各多效唑处理间秧苗的百株干重差异也较大。以 B₃ 处理百株干重大,前期增加速度快,后期降低速度慢; B₂ 和 B₁ 处理次之。分析二因素互作效应,以 A₃B₃ 在超秧龄阶段的百株干重较高,为 3.08 g,其次为 A₂B₃,为 2.88 g; 以 A₁B₁ 在超秧龄阶段的百株干重较低,为 2.19 g,其次为 A₄B₁,为 2.26 g。

2.1.3 秧苗根系活力变化特点 机插长秧龄秧苗的根系活力在超秧龄阶段不再增加或逐渐下降,追施氮肥虽不能阻止秧苗根活力下降,但能使其维持在较高的水平。一叶一心追施氮肥能促使机插秧苗

的根系活力迅速增加,使其在适栽期达到较高的根系活力。图 3 看出, N 3、6 和 12 g/m² 处理的秧苗,在适栽期的根系活力较不追肥处理分别增加了 24.49%、32.59% 和 40.88%。在严重超秧龄期, A₁、A₂、A₃、A₄ 处理的秧苗根系活力分别为 290.47、371.23、400.40 和 432.57 [TPF μg/(g·h)]。不同多效唑处理对根系活力影响较大,以 B₁ 处理的根系活力较高,其次为 B₂ 和 B₃,但在 N 3 g/m² 和 6 g/m² 处理条件下,3 个多效唑处理根系活力的差异不明显;在 N 0 和 12 g/m² 处理条件下,三者根系活力的差异主要体现在超秧龄阶段。

2.1.4 秧苗叶片丙二醛含量变化 图 4 表明,随着秧苗秧龄的增加,叶片丙二醛含量逐渐上升。追施适量的氮肥虽不能阻止秧苗叶片的衰老趋势,但能降低其衰老速率。就比例而言,从适栽期到超秧龄初期, N 0、3、6 和 12 g/m² 处理,秧苗叶片丙二醛含量增加依次为 30.51%、23.60%、46.53% 和 74.20%; 从超秧龄初期到严重超秧龄期,则依次为

34.39%、28.52%、33.31%和37.15%。适宜的多效唑处理能降低叶片丙二醛含量及其增加速率,有效地抑制叶片衰老。其中以B₃处理效果较好,其次为B₂和B₁。方差分析表明,不追氮肥的秧苗自适栽期

叶片丙二醛含量即出现显著的差异,N 3、6 g/m²处理的秧苗在严重超秧龄阶段叶片丙二醛含量具有显著的差异,而N 12 g/m²处理的秧苗则在严重超秧龄阶段末期叶片丙二醛含量才具有显著的差异。

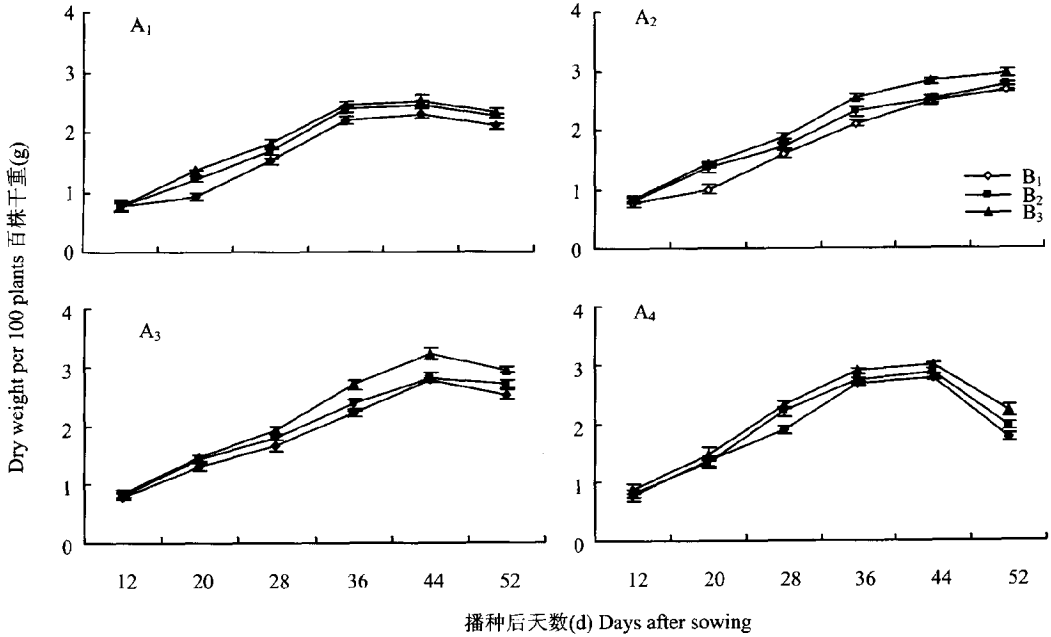


图2 不同施氮量与多效唑处理下秧苗百株干重的动态特征

Fig.2 Dynamic characteristics of dry weight per 100 plants under different N application amount and treatment of PP₃₃₃

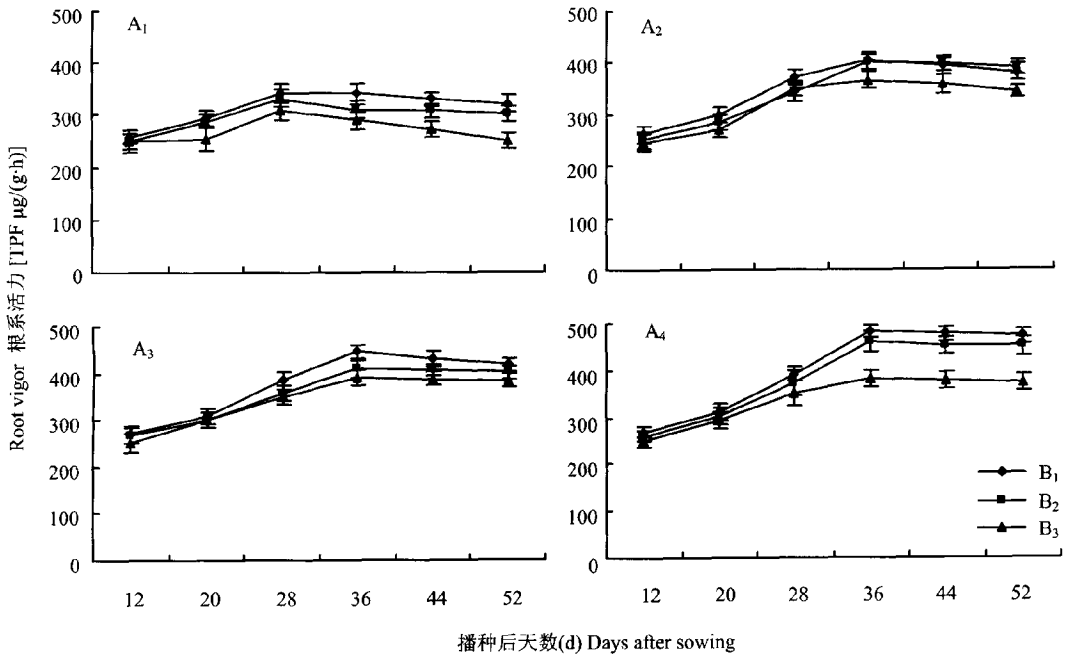


图3 不同施氮量与多效唑处理下秧苗根系活力的动态特征

Fig.3 Dynamic characteristics of seedling root vigor under different N application amount and treatment of PP₃₃₃

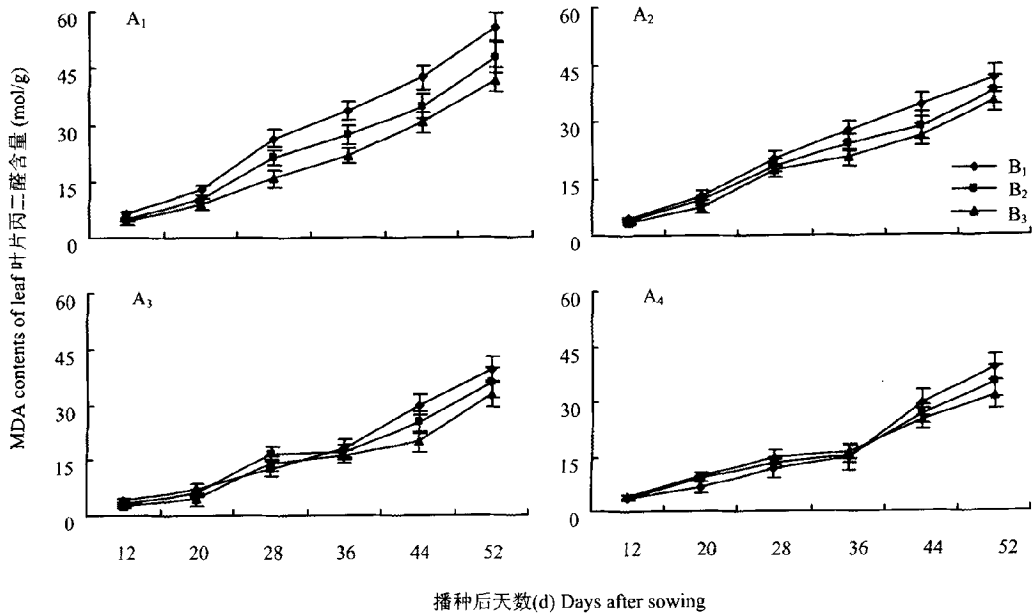


图 4 不同施氮量与多效唑处理下秧苗叶片丙二醛含量的动态特征

Fig. 4 Dynamic characteristics of seedling MDA content under different N application amount and treatment of PP₃₃₃

2.2 移栽期秧块状态

苗期追施适宜的氮肥可提高机插长秧龄秧苗的成苗率、株高整齐度和秧块盘结力,使秧块在移栽期保持较好的状态。表 1 看出, N 3 g/m² 处理的成苗率和秧块盘结力较高,分别为 83.60% 和 8.88 kg/m²,极显著高于 N 0、12 g/m² 处理。N 6 g/m² 处理的株高整齐度较高,为 0.79,极显著高于 N 0、3 和

12 g/m² 处理。三种多效唑处理中,在 N 0~6 g/m² 处理下,以 B₃ 处理的秧块状态较好,其次为 B₂ 和 B₁; 在 N 12 g/m² 处理下,以 B₁ 处理的秧块状态较好,其次为 B₂ 和 B₃。交互作用分析表明,施氮量和多效唑的交互作用在移栽期秧块状态,如成苗率、株高整齐度和秧块盘结力等指标中均达极显著水平。

表 1 苗期施氮量和多效唑处理对移栽期秧块状态的影响

Table 1 Effects of N application amount and PP₃₃₃ on the condition of seedling shoot block before transplanting

处理 Treatment	成苗率 (%) Plant regeneration	株高整齐度 Height uniformity	秧块盘结力 (kg/m ²) Roots twisting power
A ₁	77.19 bB	0.60 dD	6.57 dD
A ₂	84.29 aA	0.75 bB	8.88 aA
A ₃	83.60 aA	0.79 aA	8.02 bB
A ₄	76.83 bB	0.70 cC	6.99 cC
B ₁	79.39 cB	0.67 bB	7.39 bB
B ₂	80.56 bA	0.72 aA	7.19 cC
B ₃	81.48 aA	0.73 aA	8.25 aA
A × B	25.31 * *	10.72 * *	120.70 * *

注 (Note): 同列数据后不同小、大写字母分别表示差异达 5% 和 1% 显著水平 Values followed by different capital and small letters in a column are significant at 1% and 5% levels, respectively. * * 表示在 0.01 水平有显著差异 Indicate significant at the 0.01 level.

2.3 水稻机插质量分析

苗期氮肥追施量和多效唑处理对机插长秧龄水稻的作业质量有较大的影响。表 2 表明, N 6 g/m²

处理的机插作业质量较高,表现为各栽插质量指标极显著优于其余处理;其次为 N 3 g/m² 处理, N 3 g/m² 除全漂率、勾秧率和漏插率极显著高于 N 6

g/m²处理外,其余指标差异不显著。N 12 g/m²处理的机插作业质量较差,其漂秧率、伤秧率和翻倒率均在18%左右,而漏插率也高达12.25%。多效唑处理能提高秧苗机插作业质量,以B₃处理的效果较好,其次为B₂和B₁。在N 6 g/m²处理下,B₃处理较B₂和B₁处理的漏插率降低了20.56%和24.78%;漂秧率降低了14.29%和16.52%。以关键栽插质

量指标—漏插率判断,各处理组合中以A₃B₃较好,其次为A₂B₃,漏插率分别为8.50%和10.30%。分析表明,施氮量和多效唑的交互作用在漂秧率、全漂率和漏插率3个栽插质量指标上均极显著,在伤秧率指标上为显著,在勾秧率和翻倒率2个栽插质量指标上不显著。

表2 苗期施氮量和多效唑处理对水稻机插质量的影响(%)

Table 2 Effects of N application amount and PP₃₃₃ on mechanical transplanting quantity

处理 Treatment	漂秧率 Partial floating rate	伤秧率 Hurting rate	全漂率 Partial floating rate	勾秧率 Crooking rate	漏插率 Empty rate	翻倒率 Overturning rate
A ₁	14.22 bB	17.44 bB	6.10 bB	12.91 aA	11.84 bB	16.21 aA
A ₂	11.78 cC	15.98 cC	5.77 cC	13.64 aA	11.01 bB	14.43 aA
A ₃	10.93 dD	15.79 cC	4.69 dD	11.60 bB	10.14 cC	13.76 aA
A ₄	18.38 aA	18.27 aA	6.46 aA	14.60 aA	12.25 aA	17.38 aA
B ₁	15.05 aA	18.40 aA	6.73 aA	14.14 aA	12.27 aA	17.21 aA
B ₂	13.76 bB	17.04 aA	6.15 bB	13.08 aA	11.34 bB	15.42 aA
B ₃	12.68 cC	15.17 bB	5.43 cC	12.34 aA	10.33 cC	13.71 aA
A × B	543.56 * *	12.66 *	22.50 * *	0.87 ns	123.55 * *	0.24 ns

注(Note): 同列数据后不同小、大写字母分别表示差异达5%和1%显著水平 Values followed by different capital and small letters in a column are significant at 1% and 5% levels, respectively. * 表示在0.05水平有显著差异 Significant at the 0.05 level; * * 表示在0.01水平有显著差异 Significant at the 0.01 level. ns: 无差异 No significant.

2.4 对机插水稻产量的影响

由表3可知,各苗期氮肥追施量处理的产量达极显著差异水平。以N 6 g/m²处理产量较高,为9.91 t/hm²,N 0 g/m²处理较低,为8.97 t/hm²。产量各构成因子中,各苗期氮肥追施量处理的有效穗数达极显著差异,以N 6 g/m²处理较高,为24.45 × 10⁵个/hm²,N 12 g/m²处理较低,为23.00 × 10⁵个/hm²; N 6和12 g/m²处理的穗实粒数差异不显著,分别为141.37和142.73粒/穗,但极显著高于N 0 g/m²处理; N 3和6 g/m²处理的穗结实率差异不显著,分别为79.29%和78.94%,但极显著高于N 0和12 g/m²处理;各氮肥处理的千粒重差异不显著,但追施氮肥处理的穗长显著长于不追肥处理。

在苗期不追肥条件下,B₃处理较B₂和B₁处理的机插水稻产量降低。B₃处理后,穗实粒数减少较大,其余各产量构成因子变化较小;但在追施适宜氮肥条件下,B₃处理较B₂和B₁处理的机插水稻产量增加。分析3个多效唑处理的产量构成差异看出,B₃处理后,尽管穗实粒数减少,但有效穗增加较大。不追肥条件下,B₃处理较B₂和B₁处理的穗长明显缩短,但在追施适宜氮肥条件下,三个处理的穗长差异较小。分析表明,施氮量和多效唑的交互作用在有效

穗、穗实粒数和产量3个指标上为极显著,在穗长和结实率指标上为显著,在千粒重指标上不显著。

3 讨论

3.1 机插稻超秧龄秧苗素质变化及调控

培育适宜机械栽插的壮秧并适时栽插是机插水稻高产的重要措施^[3,16-17]。在四川等稻麦两熟区,由于前作小麦、油菜等收获较迟(5月20日左右),如在水稻最适播种期(3月24日左右)播种,秧苗的秧龄则长达50余天,严重影响了机械作业质量和产量。因此,探讨稻麦两熟区的机插超秧龄秧苗的生长特性及其调控技术具有重要的生产价值。本研究表明,就机插秧苗地上部分生长而言,秧苗株高在超秧龄阶段急剧增加;百株干重在严重超秧龄阶段下降,而在超秧龄初期变化不明显;叶片丙二醛含量在适栽期前缓慢增加,在超秧龄阶段则呈直线上升,说明秧苗在此阶段已逐渐衰老,这与邵文娟^[2]、沈建辉^[3]的研究结果一致。分析秧苗的地下部分—根系活力的变化可发现,根系活力在适栽期达到较大值,之后逐渐下降。因此,在株高不断增加、叶片逐渐衰老和根系活力降低情况下,秧苗已不能正常生长,其干重表现为逐渐下降,秧苗素质愈加恶劣。

表3 苗期施氮量和多效唑处理对机插水稻产量的影响

Table 3 Effects of N application amount and PP₃₃₃ on the yield of mechanical-transplanting rice

氮水平 N level	多效唑 PP ₃₃₃	穗长 Panicle length (cm)	有效穗 Effective panicle (No. × 10 ⁵ /hm ²)	穗粒数 Grains (No./ panicle)	结实率 Seed setting rate (%)	千粒重 1000-grain wt. (g)	产量 Yield (t/hm ²)
A ₁	B ₁	24.71 bA	23.42 bB	135.30 aA	76.41 bB	28.72 aA	9.10 aA
	B ₂	25.21 aA	23.65 bA	133.65 bB	76.48 bB	28.44 aA	8.99 bA
	B ₃	24.20 bB	23.72 aA	131.54 cC	79.48 aA	28.24 aA	8.81 bB
A ₂	B ₁	25.32 aA	23.83 bB	141.44 aA	78.36 bB	28.51 aA	9.61 bB
	B ₂	25.49 aA	24.11 bA	139.50 bB	78.02 bB	28.27 aA	9.51 bB
	B ₃	25.00 aA	24.55 aA	137.90 cC	81.48 aA	28.70 aA	9.72 aA
A ₃	B ₁	25.71 aA	24.16 bA	143.20 aA	78.89 bB	28.66 aA	9.92 bA
	B ₂	25.82 aA	24.41 bA	141.20 bB	78.54 bB	28.62 aA	9.86 bB
	B ₃	25.22 bA	24.78 aA	139.70 cB	79.38 aA	28.74 aA	9.95 aA
A ₄	B ₁	25.60 aA	22.19 bB	145.70 aA	79.03 aA	28.42 aA	9.19 cB
	B ₂	25.40 aA	23.44 aA	142.60 bB	78.00 bA	27.93 aA	9.33 bA
	B ₃	25.30 aA	23.35 aA	139.88 cC	77.50 bB	28.77 aA	9.40 aA
A × B		7.85 *	350.55 * *	1275.40 * *	6.55 *	0.52 ns	875.0 * *

注(Notes): 同列数据后不同大写字母分别表示差异达5%和1%显著水平 Values followed by different capital and small letters in a column are significant at 1% and 5% levels, respectively. * 表示在0.05水平有显著差异 Significant at the 0.05 level; * * 表示在0.01水平有显著差异 Significant at the 0.01 level; ns 表示无差异 No significant.

日本学者木根渊^[18]研究机插水稻叶龄与胚乳的残存率发现,1.5叶龄(一叶一心期)秧苗胚乳残存率为42.9%,2.1叶龄秧苗胚乳残存率仅为11.4%。而由于胚乳残存率的多少对秧苗返青和初期生育具有重要作用,故要促使机插大苗的返青和初期生长,可提前在1.5叶龄追肥,以增强养分向胚乳的转移,保持秧苗移栽时具有较高的素质。同时,日本学者富山研究表明,采用较多氮素育机插秧,应当减少基肥用量,而在1.5叶期追肥,这样可防止第2叶叶身过分伸长。本试验采用较低的氮肥培肥处理(用量为尿素15 g/m²,是生产上的一半),研究追肥对机插长龄秧苗的效应。结果表明,一叶一心期追施氮肥虽不能阻止秧苗根活力下降,但能使其维持在较高的水平。此外,多效唑处理能增强秧苗根系活力。在具体调控措施上,本研究认为,一叶一心期追施N 3~6 g/m²并配以100 mg/L多效唑浸种及在二叶一心期喷施250 mg/L多效唑的效果较好。

3.2 超秧龄水稻秧苗机插质量特点及调控

较高质量的机插秧是农艺和农机密切配合的结果,也是机插水稻高产、稳产的保证。在稻麦两熟区,由于二者存在着较多的矛盾,如农艺要求秧苗秧龄较长、分蘖数宜多(3~5个)和根系发达等,农机要求秧龄在15~20 d对分取均匀有利,且要控制分蘖数和根长^[19]。事实上,二者对于秧苗的质量特性

在本质上有共同点,即“壮实、匀齐、碳/氮比合适(老嫩适中)”。因此,探讨超秧龄水稻秧苗机插质量特点及调控仍有重要价值。本研究表明,在一叶一心期追施N 3~6 g/m²并配以100 mg/L多效唑浸种及在二叶一心期喷施250 mg/L多效唑可使超秧龄秧苗在移栽期具备较高的秧块盘结力、成苗率、株高整齐度,并在移栽时能将关键栽插质量指标—漏插率降低至8.5%。这说明采取适宜的农艺措施不但可以调控秧苗秧龄、培育壮秧、利于大田生长,还可以保持较高的栽插质量,最终保证高产所需基本苗。而对不同农艺措施下,农机作业参数如栽插深度、基本苗数等如何相应改变尚需进一步研究。

3.3 稻麦两熟区机插水稻的高产途径探讨

生产实践表明,由于超秧龄特别是严重超秧龄期间机插秧苗素质急剧下降,严重影响了栽插质量和栽后恢复生长,平均产量一直徘徊在9000 kg/hm²的中等水平,极大地限制了机插秧技术的推广。在机插秧高产途径上,目前主要存在两种观点:一种认为机插稻穗数多,每穗粒数少,属“以穗取胜”的类型;另一种则认为在一定穗数前提下,主攻大穗获得高产^[20]。但这两种观点均是针对水稻的小苗机插,并非针对超秧龄机插。本研究认为,提高稻麦两熟区机插水稻产量的途径是有效穗数和穗实粒数的协调增加。具体的措施则是一叶一心期追施N 6

g/m²并配以 100 mg/L 多效唑浸种及在二叶一心期喷施 250 mg/L 多效唑。多效唑处理对穗长、穗实粒数和结实率均有一定的影响,这有待于进一步验证并探讨其作用机理。

参考文献:

- [1] Hoshikawa Kiyochika. Physiology of small rice seedling and the technology of seedling nursery [M]. Tokyo: Rural Culture Association, 1972. 109-111.
- [2] 邵文娟,沈建辉,张祖建,等. 水稻机插双膜育秧床土培肥对秧苗素质和秧龄弹性的影响[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2004, 25(2): 22-26.
Shao W J, Shen J H, Zhang Z J *et al.* Effects of seedbed fertilizing on quality and flexibility of rice seedlings nursed with low-layer plastic film for mechanical transplanting [J]. J. Yangzhou Univ. (Agric. Life Sci. Ed.), 2004, 25(2): 22-26.
- [3] 沈建辉,于林惠,邵文娟,等. 江苏三地机插稻育秧床土的基础肥力及其培肥与秧苗素质[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2005, 26(4): 56-60.
Shen J H, Yu L H, Shao W J *et al.* Effect of basic soil productivity and fertilizing on quality of rice seedling raised for mechanical transplanting in Jiangsu province [J]. J. Yangzhou Univ. (Agric. Life Sci. Ed.), 2005, 26(4): 56-60.
- [4] 张祖建,王君,郎有忠,等. 机插稻超秧龄秧苗的生长特点研究[J]. 作物学报, 2008, 34(2): 297-304.
Zhang Z J, Wang J, Lang Y Z *et al.* Growing characteristics of rice seedlings of over-optimum age for mechanical transplanting [J]. Acta Agron. Sin., 2008, 34(2): 297-304.
- [5] 汤进达,黄振明. 水稻应用多效唑浸种能延长秧龄期[J]. 上海农业科技, 1993, (3): 42-43.
Tang J D, Huang Z M. Soaking seed with PP₃₃₃ can prolong the rice seedling age [J]. Shanghai Agric. Sci. Tech., 1993, (3): 42-43.
- [6] 吴建明. 多效唑处理水稻种子培育长秧龄机插壮秧的效果[J]. 种子, 1991, (3): 58-59.
Wu J M. Effect of PP₃₃₃ on the seed to breeding strong long-age seedling for mechanized transplanting of rice [J]. Seed, 1991, (3): 58-59.
- [7] Ryouji SASAKI. Characteristics and seedling establishment of rice nursing seedling [J]. JARQ, 2004, 38 (1): 7-13.
- [8] Kiriya T. Uniformity in the number of transplanting endosperm rice seedling [J]. Hokuriku Crop Sci., 1991, (26): 20-21.
- [9] Kohei TAsAKA. Raising and transplanting technology for long mat with hydroponically grown rice seedling [J]. JARQ, 1999, 33 (1): 31-37.
- [10] Shiratsuchi H, Kitagawa H, Okada K *et al.* Development of rice "seed-mats" consisting of hardened seeds with a cover of soil for the rice transplanter [J]. Plant Prod. Sci., 2008, 11(1): 108-115.
- [11] 任万军,杨万全,邓玲,等. 四川水稻机插早育秧生长特点与配套技术初探[J]. 农机化研究, 2008, (1): 138-141.
Ren W J, Yang W Q, Deng L *et al.* Preliminary studies on growth and cultural techniques of dry seedbed seedlings for mechanized trans-
- planting of rice in Sichuan [J]. J. Agric. Mechan. Res., 2008, (1): 138-141.
- [12] 熊庆娥. 植物生理学实验教程 [M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2003. 30-31, 126-127.
Xiong Q E. Course of plant-physiology experiment [M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 2003. 30-31, 126-127.
- [13] 于林惠,丁艳锋,薛艳凤,等. 水稻机插秧田间育秧秧苗素质影响因素研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(3): 73-78.
Yu L H, Ding Y F, Xue Y F *et al.* Factors affecting rice seedling quality of mechanical transplanting rice [J]. Trans. CSAE, 2006, 22(3): 73-78.
- [14] 沈建辉,邵文娟,张祖建,等. 苗床落谷密度、施肥量和秧龄对机插稻苗质及大田产量的影响[J]. 作物学报, 2006, 32(3): 402-409.
Shen J H, Shao W J, Zhang Z J *et al.* Effects of sowing density, fertilizer amount in seedbed and seedling age on seedling quality and grain yield in paddy field for mechanical transplanting rice [J]. Acta Agron. Sin., 2006, 32(3): 402-409.
- [15] 魏丽萍. 中国农业标准汇编(农牧机械卷) [M]. 北京: 中国标准出版社, 1997. 173-188.
Wei L P. Compile of Chinese agricultural criterion (Volume of agriculture and machine) [M]. Beijing: Standards Press of China, 1997. 173-188.
- [16] 龚振恺,万颀军,李刚,等. 移栽秧龄和中期氮肥运筹对机插水稻宁梗1号生产力的影响[J]. 江苏农业科学, 2006, (3): 16-19, 65.
Gong Z K, Wan L J, Li G *et al.* Effects of seedling age at transplanting and nitrogenous fertilizer application on productivity of machine-transplanted rice Ningjing No. 1 [J]. Jiangsu Agric. Sci., 2006, (3): 16-19, 65.
- [17] 沈建辉,邵文娟,张祖建,等. 水稻机插中苗双膜育秧落谷密度对苗质和产量影响的研究[J]. 作物学报, 2004, 30(9): 906-911.
Shen J H, Shao W J, Zhang Z J *et al.* Effects of sowing density on quality of medium-seedling nursed with two-layer plastic film and grain yield in mechanical transplanting rice [J]. Acta Agron. Sin., 2004, 30(9): 906-911.
- [18] 官坂昭(钱亮译). 机插水稻栽培的原理和应用 [M]. 北京: 农业出版社, 1983. 39, 111-112.
Gong B Z (Translated by Qian L). Theory and application of mechanical transplanting rice [M]. Beijing: Agricultural Press, 1983. 39, 111-112.
- [19] 王忠惠. 水稻栽植综合机理及机插质量的初步分析[J]. 华中农业大学学报, 1991, 10(3): 307-311.
Wang Z H. Initiative analysis for the rice transplanting general theory and the mechanical transplanting quality [J]. J. Huazhong Agric. Univ., 1991, 10(3): 307-311.
- [20] 凌励. 机插水稻分蘖发生特点及配套高产栽培技术改进的研究[J]. 江苏农业科学, 2005, (3): 14-19, 126.
Ling L. Research on the characteristic of tillering and technique of high yield for mechanical transplanting rice [J]. Jiangsu Agric. Sci., 2005, (3): 14-19, 126.