

## 再生稻佳辐占低桩机割再生分蘖节根的萌发特性

姜照伟<sup>1</sup>, 郑景生<sup>2\*</sup>, 沈如色<sup>1</sup>, 解振兴<sup>1</sup>, 俞道标<sup>3</sup>, 李义珍<sup>1</sup>, 黄育民<sup>2</sup>,  
王侯聪<sup>2</sup>

(1. 福建省农业科学院水稻研究所, 福建 福州 350018; 2. 厦门大学生命科学学院, 福建 厦  
门 361102; 3. 福建省永安市农业技术推广站, 福建 永安 366000)

**摘要:** 为探索低桩机割再生稻高产途径, 用水稻品种佳辐占研究了再生分蘖节根萌发特性. 结果表明: 头季低桩机割, 再生季成穗分蘖为倒 4、5 节分蘖及其子蘖; 倒 4、5 节分蘖有 4 个发根节, 子蘖有 3 个发根节, 每节萌发 5~8 条节根. 各节节根萌发有恒定叶龄期, 当 N 节叶片开始伸长时, N-3 节节根开始萌发(节根原基突破茎秆表皮); 当 N 节叶片刚抽出时(该叶伸长近半), N-3 节少数节根显著伸长; 当 N 节叶片抽出 7/10 时(该叶已定长), N-3 节节根萌发数稳定. 倒 4、5 节分蘖在头季割后 10 d 前后, 子蘖在头季割后 20 d 前后, 开始从前出叶节萌发节根, 至孕穗始期前后最上一节节根结束萌发, 抽穗后不久全部侧根结束萌发. 研究结果将为再生稻根系调控提供科学依据.

**关键词:** 再生稻; 分蘖; 节根; 生长规则

**中图分类号:** S511 **文献标志码:** A

为了提高再生稻生产率, 各地正在试行机械收割. 近期研究<sup>[1-4]</sup>表明, 头季由高桩手割改为低桩机割, 茎秆上部腋芽尽皆割去, 再生季依靠低节位腋芽萌发成穗. 低节位腋芽萌发的分蘖着生于表土层或贴近地表, 基部茎节可长节根及多级侧根. 鉴于水稻地上下部保持形态和机能的平衡, 通过培育形态发达、机能高强的根系, 促进地上部生育, 将有利于低桩机割再生稻实现可持续稳定高产. 为此, 急需研究再生稻根系发育特性. 国内外对水稻主茎根系已有深入研究<sup>[5-7]</sup>, 再生分蘖根系研究则未见报道. 根系形态庞杂, 又长在地下, 观测耗时, 研究难度大. 本研究拟先观察作为根系骨架的节根的萌发动态, 再循此探索全根形态和机能. 2015 年在福建省永安市设试验点, 通

**收稿日期:** 2018-03-06 **录用日期:** 2018-06-12

**基金项目:** 福建省科技厅省属公益类专项(2015R1021-9); 福建省农业科学院青年创新团队项目(STIT2017-3-3); 国际原子能机构合作项目(CRP17031)

**\*通信作者:** zheng21006@xmu.edu.cn

过分析低桩机割再生稻成穗分蘖的蘖位, 揭示不同蘖位分蘖各节节根萌发的叶龄期和数量, 以期  
为调控根系发育提供科学依据.

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 试验概况

试验地点在福建省永安市小陶镇八一村(25° 44' N, 117° 08' E), 海拔高度 265 m. 稻田土  
壤为沙质壤土灰泥田. 再生稻品种选用厦门大学育成的适合低桩机割再生的优质稻品种佳辐占,  
2015 年 3 月 12 日播种, 4 月 15 日移栽, 7 月 18 日成熟机械收割, 再生季 9 月 1 日齐穗, 10 月 6  
日成熟. 行株距 30 cm×16 cm.

再生稻头季在收割前 10 d 断水, 便于机收. 当稻穗进入十成熟时, 及时抢晴机收, 割桩高度  
10 cm (保留倒 4、5 节腋芽). 收割后次日, 把被堆压在稻桩上的稻草及时清除到株行间, 并灌  
跑马水保持土壤湿润, 养根促芽. 头季收割后 3 d, 当再生腋芽长出约 5 cm 时, 薄水灌溉, 并施  
尿素 150 kg/hm<sup>2</sup>、过磷酸钙 300 kg/hm<sup>2</sup>、氯化钾 75 kg/hm<sup>2</sup>, 促分蘖萌发; 头季收割后 15 d 施尿  
素 90 kg/hm<sup>2</sup>、氯化钾 75 kg/hm<sup>2</sup>, 促进颖花分化; 头季收割后 30 d 施尿素 90 kg/hm<sup>2</sup>, 减少颖花  
退化和促进籽粒发育.

### 1.2 观察记录与amp;统计分析

观察记录再生稻各主要生育时期. 头季成熟时取 5 丛稻株, 选主茎和大、中型分蘖茎, 测定  
地上部茎秆各节节间长度, 作为计算各节再生分蘖的着生高度的依据.

从头季收割后 7 d 起至再生季抽穗期, 每 3 日掘取 3 丛稻株, 洗去根部泥土, 装入塑料袋中,  
置 0~3 °C 冰箱冷藏室保存, 另日取出分解出不同节位的分蘖, 然后分别记录各节位分蘖的叶龄和  
各节节根萌发数, 以根长≥1 cm 作为节根显著伸长的标准. 同时, 每次对其中 10 株各节位分蘖进  
行镜检, 观察节根萌发节位和幼穗分化进程, 并选取一部分分蘖进行分蘖基部根、芽、叶发育形  
态的显微照相. 此外, 在乳熟期(9 月 27 日)掘取 5 丛稻株, 分解出不同节位分蘖, 然后逐蘖观  
察记录分蘖的总叶数和第 1 伸长节间的节位(即最高发根节位).

统计节根萌发数稳定之日至抽穗各期取样的不同节位分蘖各节节根数, 计算其平均值和标准  
差, 作为不同节位分蘖各节节根的最终萌发数.

### 1.3 节位划分及amp;确认

依据禾谷类胚结构的解释, 将节部上方的叶片、叶鞘、叶鞘腋的腋芽和节部下方的节间、节

间下端的节根，划归为同一个节位，各类器官所属节位根据叶位确定。分蘖的基节为前出叶（Prophyll, P）节，顶节为穗颈（Neck of spike, N）节。前出叶具有叶鞘而无叶片，形状如中式长袍，后裾紧贴主茎，左右两襟合抱分蘖，易于辨认。由前出叶向上按互生叶序可确认叶位次序，生育后期有的叶片脱失，由其残留叶鞘仍可确认叶位。总茎节数=总叶数+2。

从 P 节至第 1 伸长节，每一节的短缩节间都萌发数条节根。不过第 1 伸长节可见到两层根，在该节节间下端根带萌发数条较粗的下位根，节间上端根带萌发数条较细的上位根。但有的上位根发育成气生根，根径纤细，向上翘生，无吸收水养分功能。第 2 伸长节间下端不长下位根，上端偶见稀疏的气生根。节根长到一定龄期，可长出侧根，称为一次侧根，其中粗的一次侧根又可长出侧根，称为二次侧根。

## 2 结果与分析

### 2.1 低桩机割再生分蘖的蘖位

再生稻头季地上部茎秆有 6 个伸长节间、5 片茎生叶（穗颈节的叶片异化为第 1 苞，在抽穗后脱落），倒 2~倒 5 叶鞘腋各发育一个腋芽。头季成熟收割后，在适当条件下，茎生腋芽可萌发成再生分蘖。观察统计结果显示：6 个伸长节间的长度按由下而上的节位顺次延长，其节间顶端节部（即同一节位的腋芽着生处）距地表的高度，也按由下而上的节位顺次提高（表 1）。

表 1 再生稻佳辐占头季各节间的长度及其顶端节部距地表高度

Tab. 1 Length of internodes and height between the uppermost of nodes and ground of rice cultivar Jiafuzhan in main

crop		
节位	节间长度/cm	节部至地表高度/cm
穗颈节	32.6±2.7	83.5±8.5
倒 1 节	19.3±1.1	50.9±6.4
倒 2 节	15.2±1.9	31.6±5.6
倒 3 节	11.3±2.0	16.4±3.9
倒 4 节	3.9±2.1	5.1±2.4
倒 5 节	1.2±0.6	1.2±0.6

佳辐占再生稻头季成熟时若采用高桩手割，可保留全部茎生腋芽，其中，倒 2、倒 3 节腋芽具有较高萌发率（表 2）<sup>[1]</sup>，但着生处距地表过高，由其萌发的分蘖不长节根；倒 4、倒 5 节腋芽

着生于表土层至近地表，承受灌水浸润，其萌发的分蘖基部可长节根，但受顶端优势控制，萌发率低，因而再生季群体主要依赖头季残留的根系哺养. 再生稻头季成熟时若采用低桩机割，割桩高度 10 cm，倒 2、倒 3 节腋芽尽皆割去，同时解除了顶端优势控制，倒 4、倒 5 节腋芽萌发率显著提高（表 2）<sup>[1]</sup>，其萌发的分蘖及其子蘖着生于表土层至近地表，可萌发节根及多级侧根。

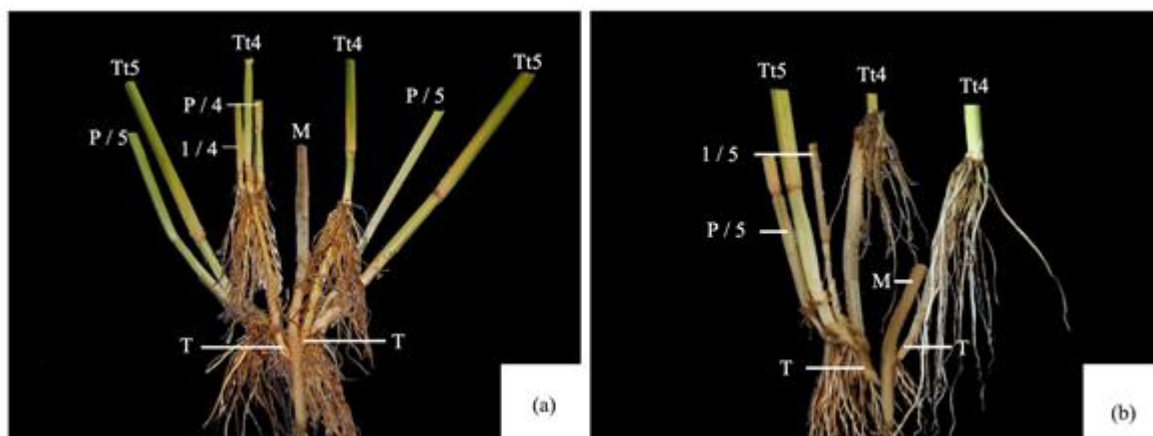
表 2 佳辐占头季两种收制方式再生季不同分蘖节位的萌发成穗数

Tab. 2 Effective ratooning tillers of different nodes for Jiafuzhan in ratoon crop under two harvest methods in main crop

头季收割方式	分蘖节位	穗数/m <sup>2</sup>	占总穗数的百分比/%
高桩手割	倒 2	189	47.8
	倒 3	112	28.4
	倒 4	43	10.9
	倒 5	21	5.3
	倒 2 子蘖	26	6.6
	倒 3 子蘖	4	1.0
	合计	395	100.0
低桩机割	倒 4	74	22.0
	倒 5	138	40.9
	倒 4 子蘖	59	17.5
	倒 5 子蘖	66	19.6
	合计	337	100.0

注：高桩手割留桩高度 40 cm，低桩机割留桩高度 10 cm.

图 1 为再生季成熟时掘取的地下部茎蘖联结标本照片，显示包含了头季主茎，头季分蘖，发自头季分蘖倒 4、倒 5 节的再生分蘖以及倒 4、倒 5 节再生分蘖萌发的子蘖的两季 4 代茎蘖系谱。从图中可以看出：再生季倒 5 节分蘖着生于表土层，根系旺盛；倒 4 节分蘖立于高 5 cm 左右的头季母茎之上，根系沿母茎向下伸长入土，根色灰白，具有“足踏母茎，白须长垂”的形态特征，很容易与贴地挺立的倒 5 节分蘖区别开来。



(a) 头季 1 个主茎, 2 个从主茎萌发的分蘖; 再生季 4 个从头季分蘖茎倒 4、5 节位萌发的再生分蘖, 4 个从再生分蘖 P 节、1 叶节位萌发的子蘖; (b) 头季 1 个主茎, 2 个从主茎萌发的分蘖; 再生季 3 个从头季分蘖茎倒 4、5 节位萌发的再生分蘖, 2 个从倒 5 节位再生分蘖 P 节、1 叶节位萌发的子蘖。

M: 主茎; T: 分蘖; P: 前出叶; Tt4、Tt5: 倒 4、5 节位再生分蘖; P/4、1/4: 从倒 4 再生分蘖 P 节、1 叶节萌发的子蘖; P/5、1/5: 从倒 5 再生分蘖 P 节、1 叶节萌发的子蘖。

图 1 再生稻茎蘖系谱

Fig.1 Generation of stem-tiller in two seasons

## 2.2 发根节位

对佳辐占品种在头季低桩机割条件下不同节位再生分蘖的植株器官生长情况进行观察统计, 结果如表 3 所示: 倒 5 和倒 4 节分蘖大多有 6 片叶, 8 个茎节, 第 1 伸长节间的节位为第 3 叶节, 共有 4 个发根节; 倒 5 节分蘖的子蘖 (主要为从 P 节和第 1 叶节萌发的子蘖) 大多有 5 片叶, 7 个茎节, 第 1 伸长节间的节位为第 2 叶节, 共有 3 个发根节; 倒 4 节分蘖的子蘖 (主要为从 P 节和第 1 叶节萌发的子蘖) 大多有 4 片叶, 6 个茎节, 第 1 伸长节间的节位也为第 2 叶节, 共有 3 个发根节。可见, 倒 5、倒 4 节分蘖与其子蘖的第 1 伸长节间节位和发根总节数不同。

表 3 不同节位分蘖的叶片数及发根节数

Tab. 3 The number of leaf and rooting node of different ratooning tillers

分蘖 节位	总叶 片数	总茎 节数	伸长 节间数	第 1 伸长 节间节位	发根 节数	调查 蘖数
倒 5 节	6	8	5	3	4	57
倒 4 节	6	8	5	3	4	30
P/5	5	7	5	2	3	31
1/5	5	7	5	2	3	34
P/4	4	6	4	2	3	8
1/4	4	6	4	2	3	31

## 2.3 节根萌发叶龄

分析倒 4、倒 5 节再生分蘖及其子蘖的各节节根萌发与叶龄的关系, 结果如图 2 和图 3 所示: P 节在叶龄 2.1~2.2 时开始萌发数条节根 (根长  $\geq 1$  cm, 下同), 叶龄 2.8 时节根萌发数趋于稳定; 第 1 叶节在叶龄 3.2 时开始萌发数条节根, 叶龄 3.8 时节根萌发数趋于稳定; 第 2 叶节在叶龄 4.1

时开始萌发数条节根，叶龄 4.8 时节根萌发数趋于稳定；第 3 叶节在叶龄 5.2 时开始萌发数条节根，叶龄 5.8 时节根萌发数趋于稳定。

倒 4、倒 5 节再生分蘖最高发根节（第 3 叶节）的节根结束萌发时间，在其第 6 叶（剑叶）接近全出之时，即接近孕穗始期；倒 5 节再生分蘖的子蘖最高发根节（第 2 叶节）结束萌发时间，在第 5 叶（剑叶）接近全出之时，也即接近孕穗始期；但倒 4 节再生分蘖的子蘖总叶数只 4 片，最高发根节（第 2 叶节）结束萌发时间将延迟至孕穗初期。

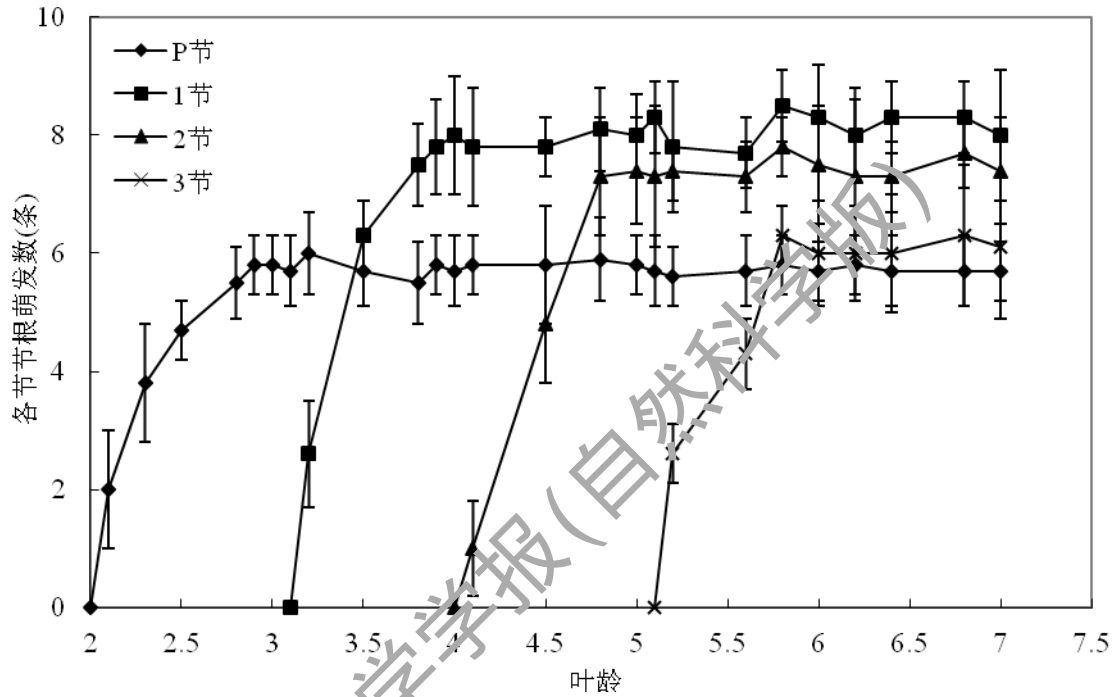


图 2 再生稻佳辐占倒 4、5 节分蘖各节节根萌发动态

Fig. 2 Germination dynamics of nodal roots of primary tillers located at the fourth and fifth node from the top of

Jiafuzhan in ratoon rice

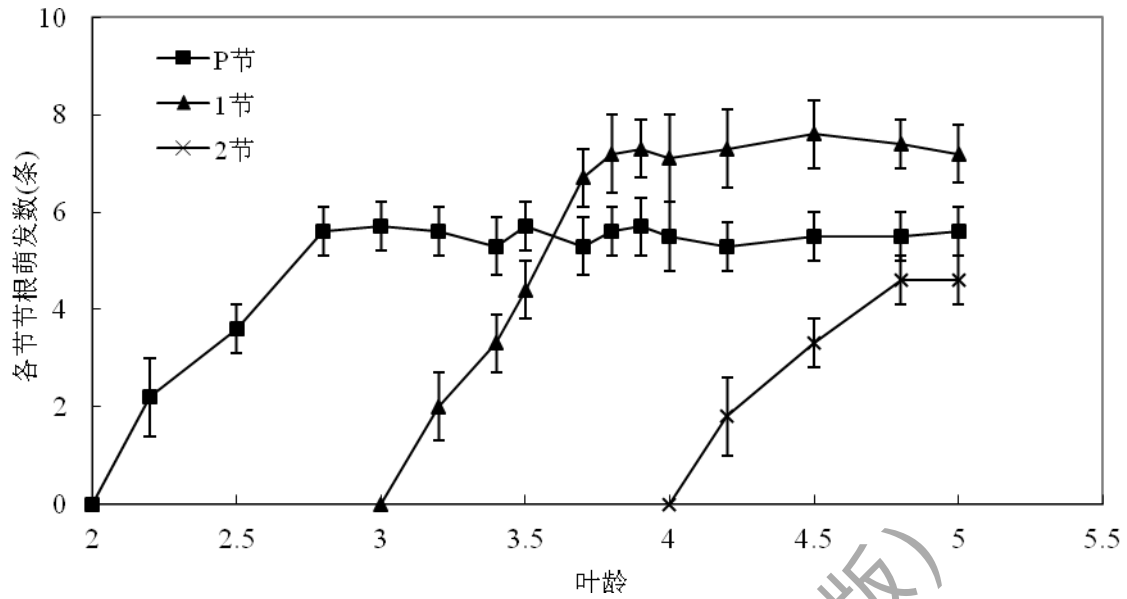
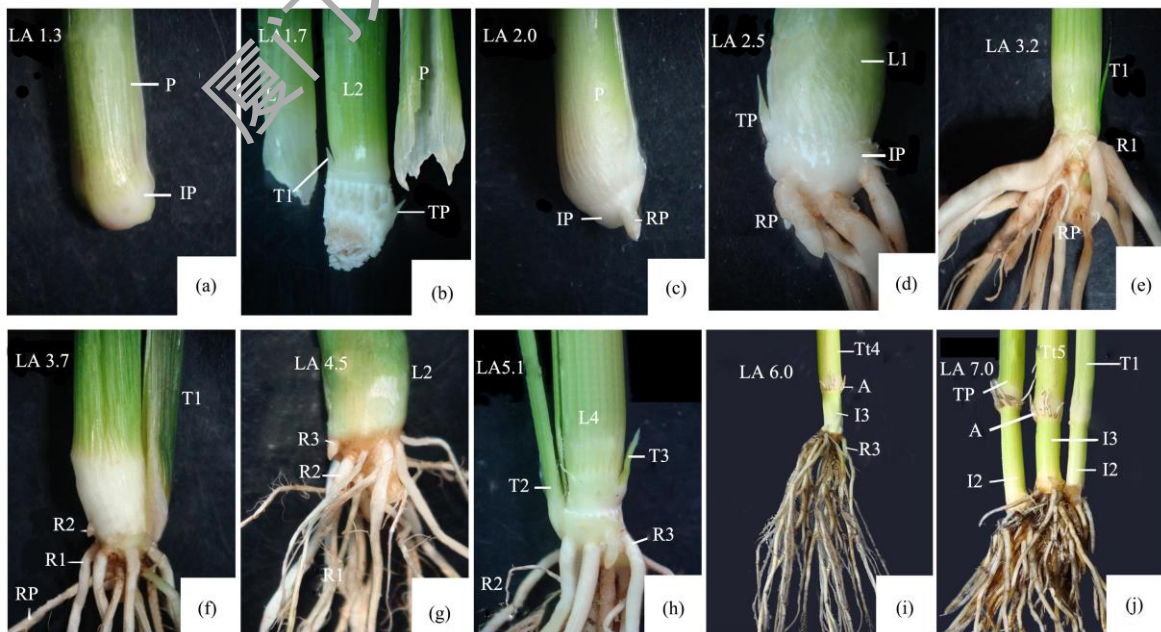


图3 再生稻佳辐占倒4、5节分蘖的子蘖各节节根萌发动态

Fig. 3 Germination dynamics of nodal roots of secondary tillers located at primary tillers of the fourth and fifth node from the top of Jiafuzhan in ratoon rice

图4的一组照片形象地显示了上述节根萌发规律。值得注意的是：当N-1节叶片抽出一半至全出、N节叶片在该叶叶鞘内开始伸长时，可见N-3节有数个节根原基冲破茎秆皮层和表皮突起(图4(c)、(f)和(g))，当N节叶片尖端抽出时，N-3节有一部分节根显著伸长，长度超达1 cm(图4(e)和(h))。



(a)1.3 叶龄, 未萌发节根; (b)1.7 叶龄, 未萌发节根, 剥去 P、1 叶, 现两侧互生的 P 节蘖芽和 1 叶节蘖芽; (c)2.0 叶龄, P 节个别节根原基突起; (d)2.5 叶龄, 剥去 P, 现 P 节蘖芽, P 节节根伸长; (e)3.2 叶龄, 1 叶节少量节根伸长, P 节节根萌发侧根; (f)3.7 叶龄, 2 叶节个别节根原基突起, 1 叶节节根伸长, 其下各节节根萌发侧根; (g)4.5 叶龄, 3 叶节个别节根原基突起, 2 叶节节根伸长, 其下各节节根萌发侧根; (h)5.1 叶龄, 3 叶节节根开始伸长, 其下各节节根萌发侧根; (i)倒 4 分蘖 6.0 叶龄, 节根已全部萌发, 根系沿母茎长垂入土, 第一伸长节间 (第 3 叶节) 萌发双层根, 上位为气生根; (j)倒 5 分蘖 7.0 叶龄, P 节、1 叶节的子蘖 5.0 叶龄, 节根已全部萌发, 第一伸长节间 (分别为第 3、2 叶节) 萌发双层根, 上位为气生根。

P: 前出叶; L: 叶; LA: 叶龄; R: 根; A: 气生根; I: 节间; T: 分蘖。

图 4 再生分蘖不同叶龄的基部根芽叶发育形态

Fig. 4 Developmental morphology of roots, buds and leaves in basal part of the ratooning tillers at different leaf ages

据观察, N 节叶片在下位叶抽出一半时开始伸长, N 节叶片在外观刚抽出时已经伸长近半, 在外观抽出 7/10 时已经定长. 而这 3 个叶片伸长度的节点正值 N-3 节的节根开始萌发(节根原基突破茎秆表皮)、部分节根开始显著伸长和萌发数稳定. 由此推断: N 节叶片伸长与 N-3 节节根萌发同步, 即: P 节节根萌发与第 3 叶伸长同步, 第 1 叶节节根萌发与第 4 叶伸长同步, 第 2 叶节节根萌发与第 5 叶伸长同步, 第 3 叶节节根萌发与第 6 叶伸长同步.

由此得出再生分蘖的根叶同伸规则, 即倒 4、5 节分蘖在头季成熟机割后 10 d 前后, 它们的子蘖在头季成熟机割后 20 d 前后, 达到二叶一心期, 开始在 P 节萌发节根, 至孕穗始期前后, 最高发根节 (即第 1 伸长节) 的节根萌发数稳定, 全部节根结束萌发, 至抽穗后不久, 全部节根上的侧根结束萌发.

## 2.4 节根萌发数

统计两类分蘖各节节根最终萌发数如表 4 所示, 可以看出: 倒 4、5 节分蘖各节节根数以第 1 叶节为最多, 第 2 叶节、第 3 叶节、P 节依次减少; 倒 4、5 节分蘖的子蘖各节节根数也以第 1 叶节为最多, P 节、第 2 叶节依次减少.

表 4 再生分蘖各节节根最终萌发数

Tab. 4 Total number of roots in different rooting node of the ratoon tillers

发根节位	倒 4、5 节分蘖	倒 4、5 节分蘖的子蘖
P	5.7±0.5	5.6±0.5
1	8.1±0.8	7.3±0.7



2	7.4±0.8	4.6±0.5
3	6.1±0.9	—

一个分蘖的总节根数因其发根节数和各节根数不同而异, 根据表 3 和表 4 的数据推算: 总叶数 6 片的倒 5 和倒 4 节分蘖有 4 个发根节, 每茎平均节根总数为 27.3 条; 总叶数 5 片的倒 5 节分蘖的子蘖和总叶数 4 片的倒 4 节分蘖的子蘖, 都为 3 个发根节, 每茎平均节根总数为 17.5 条.

## 3 讨论

### 3.1 再生分蘖节根萌发特性

再生分蘖节根萌发特性未见研究报道. 国内外对水稻主茎根系研究比较深入, 日本学者<sup>[5-6]</sup>指出主茎 N 节叶片抽出与 N-3 节节根出现同步, 但未详解叶片伸长度与节根萌发度的对应关系. 李义珍等<sup>[7]</sup>观察了水稻主茎各节节根及各级侧根萌发叶龄和根数, 指出 N 节叶片开始伸长时, N-3 节节根开始萌发(节根原基突破茎秆表皮), 并有一部分节根开始伸长(长度 $\geq 1$  cm), 至 N 节叶片定长时, N-3 节节根萌发数趋于稳定, 与本研究的再生分蘖根叶同伸规则基本相同, 但是再生分蘖一部分节根开始伸长叶龄期略有推迟. 再生分蘖节根的侧根萌发特性、根群发育形态(总根量、总根长、体积、表面积、伸长方向等)和机能有待研究, 再生分蘖根系与头季残留根系对再生季生育的协同功能, 也有待阐明.

### 3.2 再生分蘖根系调控

再生稻采用头季成熟前十日重施芽肥、高桩手割保留较多茎生腋芽等措施, 实现再生季多穗高产<sup>[8-17]</sup>. 然而, 高桩手割花工费力, 在当前大量青中年农民进城务工条件下, 再生稻生产有萎缩之势. 头季采用低桩机割, 割去上部腋芽, 依赖低节位腋芽萌发再生分蘖. 低节位分蘖着生于表土层至近地表, 基部茎节可长节根及各级侧根. 培育形态发达、机能高强的再生分蘖根系, 促进地上部发育, 是实现低桩机割再生稻可持续性稳定高产的重要途径. 本研究结果表明, 佳辐占倒 4、5 节分蘖在头季成熟机割后 10 d 前后, 它们的子蘖在头季成熟机割后 20 d 前后, 各达到二叶一心期, 开始在 P 节萌发节根. 而最高发根节(即第 1 伸长节)的节根在孕穗始期前后才结束萌发. 节根萌发后还将经历二个出叶周期的持续伸长. 因此, 为了促进节根的萌发和伸长, 形成形态发达、活力高而持久的根系, 必须加强再生季中后期的养分供应, 并改善土壤透气供氧. 有效的调

控措施是实行前中后期平衡施肥法<sup>[1-3]</sup>和湿润灌溉法<sup>[8]</sup>. 调控根系发育研究有待加强, 除继续土壤生态调控、营养调控研究外, 化学调控研究值得更多的注意.

## 4 结论

佳辐占头季低桩机割, 再生季成穗分蘖为倒 4、倒 5 节分蘖及其子蘖 (P/4、1/4、P/5、1/5 等). 其中, 倒 4、倒 5 节分蘖具有 6 叶、4 个发根节, 子蘖具有 4~5 叶、3 个发根节. 各节节根萌发有恒定叶龄期, 当 N 节叶片开始伸长时, N-3 节节根开始萌发 (节根原基突起); 当 N 节叶片外观开始抽出时 (该叶伸长近半), N-3 节一部分节根显著伸长; 当 N 节叶片抽出 7/10 时 (该叶已定长), N-3 节节根萌发数趋于稳定. 每节节根最终萌发 5~8 条. 倒 4、倒 5 节分蘖在头季机割后 10 d 前后, 它们的子蘖在头季机割后 20 d 前后, 各达到叶龄二叶一心期, 开始在 P 节萌发节根, 至孕穗始期前后, 最高发根节 (即第 1 伸长节) 的节根萌发数稳定, 全部节根结束萌发, 节根上的一、二次侧根则在抽穗后不久全部结束萌发. 本研究结果将为再生稻根系调控提供科学依据.

## 参考文献:

- [1] 俞道标, 赵雅静, 黄顽春, 等. 低桩机割再生稻生育特性和氮肥施用技术研究[J]. 福建农业学报, 2012, 27(5):485-490.
- [2] 俞道标, 张燕, 赵雅静, 等. 低桩机割再生稻氮肥施用技术研究[J]. 中国农学通报, 2013, 29(36):210-214.
- [3] 廖海林, 熊顺贵, 郑景生, 等. 再生稻‘佳辐占’再生季施肥试验初报[J]. 福建农业学报, 2014, 29(7):646-650.
- [4] 郑景生, 沈如色, 李尔萍, 等. 再生稻头季机割高度对再生季形态发育和产量的影响[J]. 福建农业学报, 2016, 31(8):791-796.
- [5] 川田信一郎. 水稻的根系[M]. 申廷秀, 刘执钧, 彭望瑗译. 北京: 农业出版社, 1984: 1-14.
- [6] 星川清親. 解剖图说稻的生长[M]. 蒋彭炎, 许德海译. 上海: 科学技术出版社. 1980: 170-179.
- [7] 李义珍, 郑志强, 陈仰文, 等. 水稻根系的生理生态研究[J]. 福建稻麦科技, 1986, 4(3):1-4.
- [8] 卓传营. II 优航 1 号作再生稻栽培的超高产特性及调控技术[J]. 福建农业学报, 2006, 21(2):89-94.
- [9] 任周梯. 杂交稻天优 3301 再生高产的产量构成及其调控[J]. 江西农业学报, 2009, 21(8):25-28.
- [10] 李贵勇, 宁波, 刘玉文, 等. 再生稻精确定量栽培技术研究[J]. 西南农业学报, 2012, 25(6):1977-1981.
- [11] ISLAM M S, HASANUZZAMAN M, ROKONUZZAMAN M. Ratoon rice response to different fertilizer doses in irrigated condition [J]. Agriculturae Conspectus Scientificus, 2008, 73(4):197-202.

- [12] HUOSSAINZADE A, AZARPOUR E, DOUSTAN H Z, et al. Management of cutting height and nitrogen fertilizer rates on grain yield and several attributes of ratoon rice (*Oryza sativa* L.) in Iran [J]. World Applied Sciences Journal, 2011, 15(8):1089-1094.
- [13] 郑荣和, 李小萍, 张上守, 等. 再生稻茎生腋芽的生育特性观察[J]. 福建农业学报, 2009, 24(2):91-95.
- [14] 黄新杰, 屠乃美, 李艳芳, 等. 杂交稻不同节位再生稻的产量形成及其与头季稻的关系[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2012, 38(5):470-475.
- [15] JELODAR N B. Yield, yield components and physico-chemical characters of the ratoon crop of Iranian rice cultivars [J]. Acta Agronomica Hungarica, 2005, 53(3):329-337.
- [16] DALIRI M S, EFTEKHARI A, MOBASSER H R, et al. Effect of cutting time and cutting height on yield and yield components of ratoon rice (Tarom langrodi variety) [J]. Asian Journal of Plant Sciences, 2009, 8(1):89-91.
- [17] YAZDPOUR H, SHAHRI M M, SOLEYMANI A, et al. Effects of harvesting time and harvesting height on grain yield and agronomical characters in rice ratoon (*Oryza sativa* L.) [J]. Journal of Food, Agriculture & Environment, 2012, 10(1):438-440.

## Germination of Nodal Roots of Ratooning Tillers of Ratoon Rice Cultivar Jiafuzhan Harvested by Low Stubble Machine-cut

JIANG ZhaoWei<sup>1</sup>, ZHENG Jingsheng<sup>2\*</sup>, SHEN Ruse<sup>1</sup>, XIE Zhenxing<sup>1</sup>,  
YU Daobiao<sup>3</sup>, LI Yizhen<sup>1</sup>, HUANG Yumin<sup>2</sup>, WANG Houcong<sup>2</sup>

(1. Rice Research Institute of Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, 350018, China; 2. School of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen, 361102, China; 3. Yong'an Agricultural Technology Extension Station, Yong'an, 366000, China)

**Abstract:** To improve grain yield of ratoon rice harvested by low stubble machine-cut, germination of nodal roots of ratooning tillers of ratoon rice cultivar Jiafuzhan was studied. The productive primary and secondary tillers were found to locate at the 4th and 5th nodes from the top of the main rice plant. The primary tillers had 4 rooting nodes, while the secondary tillers had 3 rooting nodes. There were 5-8

roots formed on each node. The root germination closely correlated with the leaf age: the nodal root primordium on rooting node (N-3) began to germinate (i.e. the nodal root primordium broke through stem epidermis) when the leaf N began to elongate, and it elongated significantly as leaf N reached half of its maximum length; and, the number of the roots did not change once the leaf N stopped growing. During the ratoon season, the primary and the secondary tillers started to root at 10 d and 20 d after harvest of main crop, respectively. They were found on the prophyll nodes and terminated on the uppermost nodes before and after the beginning of booting stage. Germination of the lateral roots ended soon after the emergence of headings. The observations provide the basic information on the root development of Jiafuzhan ratoon rice.

**Key words:** ratoon rice; tiller; nodal root; growth rule

廈門大學學報(自然科學版)