

主要农作物转基因飘流频率和距离的数据调研与分析 II. 水稻

王志兴, 王旭静, 贾士荣

(中国农业科学院生物技术研究所, 北京 100081)

摘要:水稻是重要的粮食作物,转基因抗虫水稻在我国已经获得安全证书,且其他性状的转基因水稻也进入田间试验和环境释放阶段,因此,水稻的基因漂流备受关注。归纳和分析了近10年来国内外水稻基因漂流的数据和信息,分别包括向栽培稻品种、不育系和普通野生稻的基因漂流,明确了转基因向不育系的漂流频率最大,其次是普通野生稻,向栽培稻品种的漂流频率最小,并提出了向这三种类型水稻基因漂流的0.1%阈值距离。

关键词:水稻;基因漂流;阈值距离

doi:10.3969/j.issn.1008-0864.2011.03.05

中图分类号:Q788,S511 文献标识码:A 文章编号:1008-0864(2011)03-0030-05

Data Survey and Analysis of the Transgene Flow Frequencies and Distances in Major Crops II. Rice

WANG Zhi-xing, WANG Xu-jing, JIA Shi-rong

(Biotechnology Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Rice is one of the most important food crops. At present, transgenic insect-resistant rice has obtained safe certificate in China and transgenic rice with other traits have entered cultivation test and environmental release stage. So transgene flow of rice was paid more attention. This article reviewed and analyzed the data and information on rice transgene flow, which is published internationally in recent ten years. The data include the frequencies and distances of gene flow to common cultivars, male-sterile lines and common wild rice (*Oryza Rufipogon*). It is indicated that the frequency of transgene flow to male-sterile lines is highest, to common cultivars is lowest, and to common wild rice is between male-sterile lines and common cultivars. The isolation distances at a threshold level 0.1% for the three categories of rice are determined.

Key words: rice; gene flow; threshold distance

水稻的基因漂流备受关注,这是因为首先水稻是世界和我国最重要的粮食作物,民以食为天,食品安全关系重大;其次,我国是亚洲栽培稻的起源中心之一,有丰富的野生稻资源;再次,我国又是一个杂交稻生产大国,需要详细研究向不育系的基因漂流规律,以便积累充分的科学数据;另外,抗虫转基因水稻已在我国获得安全证书,其他性状的转基因水稻也已进入田间试验和环境释放阶段。基于以上四点,对国内外近年来水稻基因

漂流的数据进行调研和分析十分必要。

1 与安全性有关的生物学特性

1.1 一般性描述

水稻(*Oryza sativa* L.)为同源二倍体($2n = 24$),具有AA基因组,分类上属单子叶植物纲,禾本科,稻属。

中国是水稻栽培种起源中心之一。一般认

收稿日期:2011-03-24;接受日期:2011-04-30

基金项目:国家转基因新品种培育重大专项(2009ZX08012-019B)资助。

作者简介:王志兴,研究员,博士,主要从事植物基因工程与转基因生物安全研究。Tel:010-82106102; E-mail:wangcotton@126.com

为,水稻栽培种是从普通野生稻(*O. rufipogon* Griff.)衍变而来。

我国具有丰富的野生稻资源,战国时代的《山海经·海内经》(公元前3世纪以前)在华南就有野生稻的记载。我国有三种野生稻:普通野生稻(AA基因组)、药用野生稻(*O. officinalis*, CC基因组)及疣粒野生稻(*O. meyeriana*, GG基因组)。除AA基因组的普通野生稻可与栽培稻杂交外,CC基因组的药用野生稻及GG基因组的疣粒野生稻与栽培稻之间未见有天然杂交的报道,它们之间用人工杂交也很难成功,一般需采用胚抢救法才能得到极少数杂种种子,其种间杂种的育性很低。宋小玲等^[1]研究了药用野生稻和转基因水稻花粉杂交的基因飘流,发现转基因水稻花粉能在药用野生稻柱头上正常萌发生长,并能释放内容物,但杂交后结实率为0,表明转基因水稻和药用野生稻杂交不亲和。刘琳莉等^[2]采用荧光显微镜技术观察转基因水稻花粉在药用野生稻柱头上的萌发及在花柱内的生长过程,发现药用野生稻与栽培稻杂交不亲和,其原因是花粉管在花柱中停止生长,不能进入胚囊完成受精。因而在自然条件下转基因栽培稻不存在向药用野生稻和疣粒野生稻基因飘流的可能性。

1.2 开花习性

水稻为自花授粉植物,其天然异交率一般在1%以下,最高可达5%^[3]。水稻为圆锥花序,开花顺序为先从主轴上开花,其次是上部的枝梗开花,然后从上向下,各枝梗依次开花。在正常情况下,一般在上午9:00开始开花,中午最盛,16:00以后开花较少。一朵花开放时,从释片张开到闭合,大约需要1.5~2 h。水稻花期一般为7~10 d,花粉寿命较短,栽培稻品种的花粉在适宜的温湿度下从花药散出后的存活时间仅为3~5 min,野生稻的花粉在离开花药后最长可达9 min^[4]。柱头的生活力在去雄后可维持6 d左右,去雄后1~2 d内授粉,结实率最高。花粉以风媒传播。

2 水稻基因飘流研究

目前国际上主要有3个实验室进行该项研究,包括西班牙的Messeguer研究组^[5,6]、上海复旦大学的卢宝荣研究团队^[7~11]和中国农业科学

院生物技术研究所的贾士荣研究团队^[12~15]。其中第三个研究团队用23个受体(8个籼、粳不育系,7个常规稻品种,7个F₁杂种和1个普通野生稻居群)在模拟水稻生产实际和较大面积上(1.2 hm²)进行了3年3点(广州、三亚和杭州)试验,利用获得的基因飘流数据和南方稻区17个省市38个气象台站32年的气象资料,建立了水稻花粉扩散和基因飘流的模型,并设置1%和0.1%两个阈值,在100%保证率(32年)下,预测了我国南方稻区不同地点的最大基因飘流距离。因此已经为水稻基因飘流研究积累了丰富的数据,明确了基本规律:①基因飘流频率随受体材料的异交结实率而异,向不育系的基因飘流>普通野生稻>常规稻和杂交稻品种;②基因飘流频率随距离增加呈负线性指数下降,并与风速、风向有关;③基因飘流的最大距离因不同受体材料、不同地点开花期的风速而有明显差异。

2.1 向常规稻及杂交稻的基因飘流

栽培稻品种为自花授粉作物,天然异交率很低,在相邻种植时的最大异交率一般不超过1%^[3]。表1数据显示,转基因水稻与栽培稻品种相邻种植时的基因飘流频率一般都低于1%,Messeguer研究组的结果为0.188%~0.53%^[5,6];卢宝荣研究团队的结果为0.04%~0.7%^[7,8];贾士荣研究团队的结果为0.02%~3.04%(在14个栽培稻品种中,仅有2个品种的飘流频率高于1%,武育粳7号为1.28%,秀水11为3.04%),同时还发现,广州两年的基因飘流频率在1~2 m处有急剧降低的拐点,杭州在2 m处同样有一个急剧降低的拐点,但在三亚平均风速较大的情况下,20 m内没有明显降低的拐点^[13]。按水稻基因飘流模型预测,尽管我国南方稻区各地气候差别很大,但在1%阈值下的最大基因飘流距离均小于1 m,0.1%阈值下的最大基因飘流距离均不超过5 m^[14]。

2.2 向不育系的基因飘流

由于不育系不产生有活力的花粉,异交结实率明显高于常规稻品种,但不同的不育系异交结实率差别很大。贾士荣研究团队以8个籼、粳不育系为花粉受体进行研究,发现在相邻种植时基因飘流频率最低为1.56%(培矮64S),最高可达92.01%(中9A)。向不育系的最大飘流距离

