

胡 杨,段 斌,何世界,等. 豫南直播稻多效唑调控试验研究[J]. 江苏农业科学,2022,50(5):68-72.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.05.010

# 豫南直播稻多效唑调控试验研究

胡 杨,段 斌,何世界,方 玲,李慧龙,宋晓华,陈 龙,王 轲,刘守尧

(信阳市农业科学院,河南信阳 464000)

**摘要:**为探明多效唑对豫南直播稻的调控影响,指导农业生产实践,通过利用 9 优 418 和香稻丸 2 个粳稻品种,设 4 个多效唑处理浓度(0、300、600、900 mg/L),分别在 3 叶 1 心和拔节前喷施处理,对 2 个品种直播稻各处理的分蘖动态、干物质积累量、茎秆性状及产量形成进行测定和分析。结果表明,施用多效唑的各处理分蘖数量出现不同程度的增加,但拔节前使用多效唑处理分蘖群体较 3 叶 1 心时使用最高值大,且最终分蘖较 3 叶 1 心时多,2 个直播稻的各处理干物质积累量随时间推移逐渐增大,在成熟期达最大值;同时,施用多效唑处理可显著降低直播稻的株高和重心高度,且能缩短基部 3 个节间的长度;产量方面,在 3 叶 1 心时施用多效唑处理,随着浓度的增加产量反而下降,而拔节前的处理,随着浓度的增加,产量先增加后降低。综上所述,2 个直播稻品种在拔节前期施用 600 mg/L 多效唑进行叶面喷施,可以一定程度提高分蘖数,明显降低株高和重心高度,缩短基部 3 个节间的长度,最终使得经济产量和收获指数达到最高。

**关键词:**多效唑;直播稻;株高;重心高度;产量

**中图分类号:** S511.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2022)05-0068-04

豫南地区水稻种植历史悠久,处于亚热带向暖温带过渡区域,水资源充沛,能为水稻生长提供适宜的气候条件,常年水稻种植面积为 53.33 万  $\text{hm}^2$ ,占河南省水稻种植总面积的 83% 左右。近年来,豫南地区“籼改粳”工作取得重大突破,已呈现“籼退粳进”的发展趋势,并成为该稻区增产提质的重要举措<sup>[1]</sup>。但传统的移栽栽培方式用工量大,加之近年来农村劳动力减少,种田效益下降,而直播稻轻简的栽培方式利于规模化种植,顺应农业规模化发展趋势<sup>[2-4]</sup>。因此,在当前形势下,直播稻以其低投入、管理粗放简单受到广大农民的推崇。但是目前与直播稻相配套的栽培体系还不完善。大量研究表明,由于粳稻晚播气温较低,水稻分蘖能力下降,分蘖持续时间短且成穗率不高,以致有效穗数不足的现象较为突出,而且成熟期容易出现倒伏现象,

从而在一定程度上限制了粳稻超高产的形成<sup>[5-7]</sup>。

多效唑是一种高效低毒的植物生长延缓剂,主要通过抑制赤霉素合成前体-甾醇类物质的形成,阻碍了水稻体内赤霉素( $\text{GA}_3$ )的合成,抑制水稻植株的营养生长,使植物达到矮化,提高分蘖能力,降低株高,降低重心高度,提高抗倒伏能力<sup>[8-11]</sup>。本研究通过使用不同剂量的多效唑在 2 个水稻品种 9 优 418 和香稻丸不同时期上的应用,测定其不同时期干物质积累量、基部 3 个节间长度和粗度等指标的变化,同时考察主要产量相关性状的变化,以期为其高产稳产栽培提供技术参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试品种

供试品种为杂交中熟粳稻品种 9 优 418 和息县农业科学研究所提供的粳型香稻品种香稻丸。

### 1.2 试验设计

本试验于 2020 年在信阳市农业科学院试验田(114°05'E,32°07'N,海拔高度为 75.9 m)进行,试验采用随机区组设计,每小区面积 10  $\text{m}^2$ (2 m × 5 m),3 次重复。多效唑在直播粳稻 3 叶 1 心(6 月 8 日)、拔节前(7 月 7 日)时施用,设 4 个处理浓度(0、300、600、900 mg/L)于 3 叶 1 心期和拔节前喷施,每 666.7  $\text{m}^2$  使用多效唑药液 100 kg,用药的前

收稿日期:2021-06-14

基金项目:信阳市创新应用专项(编号:20200014);河南省重大科技专项(编号:171100110300-1);国家水稻产业技术体系建设专项(编号:CARS-01-76);河南省科技攻关项目(编号:172102110156、182102110372)。

作者简介:胡 杨(1990—),男,河南新县人,硕士,助理研究员,主要从事水稻栽培研究。E-mail:huyang0373@163.com。

通信作者:段 斌,硕士,副研究员,主要从事水稻栽培研究。E-mail:duanb@163.com。

1 d 放掉秧田水层,次日再恢复薄面水。于2020年5月20播种,其他为统一田间管理。9优418分别记为对照A0(0 mg/L),3叶1心A1(300 mg/L)、A2(600 mg/L)、A3(900 mg/L),拔节前A4(300 mg/L)、A5(600 mg/L)、A6(900 mg/L);香稻丸分别记为对照B0(0 mg/L),3叶1心B1(300 mg/L)、B2(600 mg/L)、B3(900 mg/L),拔节前B4(300 mg/L)、B5(600 mg/L)、B6(900 mg/L)。

### 1.3 测定指标及方法

1.3.1 记录田间农事操作 记载播种、移栽、拔节、齐穗、收获等重要日期;记录田间水分管理、肥料施用及病虫害防治情况。

1.3.2 干物质测定 在拔节期、齐穗期、成熟期以平均茎蘖数为主要标准,每小区取代表性植株5株,植株连根取出,清洗后去根,将叶片、茎鞘、穗部(齐穗期和成熟期)分开装袋,105℃杀青30 min,75℃烘干至恒质量。

1.3.3 基部节间长度和粗度测定 抽穗后15 d,每个处理随机选5株,测量基部3个节间的长度,用游标卡尺测量节上基部2 cm处的粗度,粗度是茎秆外径长轴和外径短轴的平均。

1.3.4 考种与测产 各小区成熟收割前调查有效穗数,采用五点取样法,选择5穴与平均有效穗一致的植株进行室内考种,考种为穗粒数、结实率、千粒质量,每个小区单打单收进行测产。试验数据用Excel和SPSS进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同多效唑处理对直播稻茎蘖动态的影响

如图1和图2所示,不同多效唑处理的2个品种较对照都能增加分蘖数量。3叶1心时使用的多效唑处理分蘖数最高值出现在7月6日,拔节前使用的处理分蘖数最高值相对延迟;且随着浓度的增加,分蘖数最高值出现的时间越晚,如9优418的A4和A5处理在7月13日达到最高值,A6处理在7月20日达到最高值,之后迅速降低;拔节前使用的处理较3叶1心时使用的同浓度处理最高分蘖数多,说明拔节前多效唑处理能延缓分蘖时间,增加分蘖数量。

### 2.2 不同多效唑处理对直播稻干物质积累的影响

由表1可见,2个直播稻的各处理干物质积累量随时间推移逐渐增大,在成熟期达最大值。拔节期与对照相比,各多效唑处理都有所增加,且拔节前多效唑处理较3叶1心时处理的干物质积累量少;

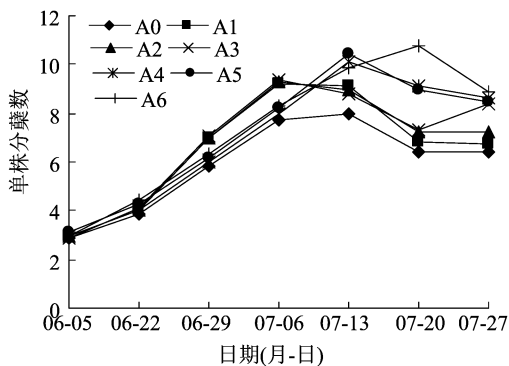


图1 不同多效唑处理对9优418茎蘖动态的影响

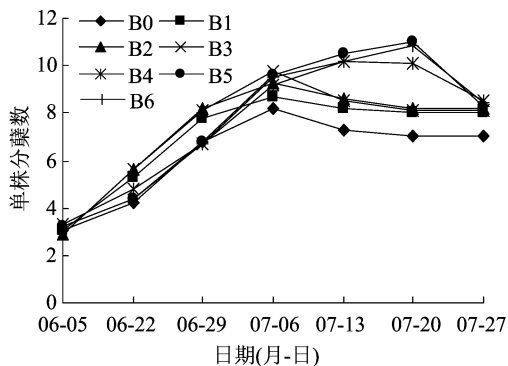


图2 不同多效唑处理对香稻丸茎蘖动态的影响

齐穗期各处理较对照差异达到极显著水平,各处理之间除A1和A3处理外都达到极显著水平,说明多效唑处理对齐穗期的干物质积累效果明显;成熟期各处理较对照表现了极显著性差异,但在3叶1心时施用的处理随着浓度的增加干物质积累量出现了先增加后降低的现象;总之,不同时期干物质积累量随着浓度及品种的不同而变化,如拔节期在A3和B3处理的时候最高,齐穗期在A2和B3处理时最高,成熟期在A2和B6处理时最高,这可能与不同的品种有关;收获指数上,拔节前施用的处理随浓度的增加出现先增加后减少的趋势,且A5和B5处理时为最高值,说明在拔节前施用600 mg/L多效唑处理,可以增加收获指数。

### 2.3 不同多效唑处理对直播稻茎秆性状的影响

由表2可以看出,不同多效唑处理直播稻的株高都有降低的趋势,拔节前施用的处理除B4外,其他处理较对照差异都达到了极显著水平,且浓度越大降低越明显,说明拔节前喷施多效唑对降低株高效果明显;重心高度在2个时期施用的处理较对照差异都达到了极显著水平,在拔节前喷施,随浓度增加降低的幅度减少,说明喷施多效唑对降低直播稻重心高度效果明显。不同处理基部3个节间长度都出现了降低,说明多效唑对基部3个节间长度的

表 1 不同多效唑处理对直播稻干物质积累量的影响

品种	处理	干物质积累量 ( $t/hm^2$ )			收获指数
		拔节期	齐穗期	成熟期	
9 优 418	A0	4.83gG	11.00fF	17.37fF	0.489cB
	A1	5.58cC	13.26bB	19.74bB	0.501bB
	A2	5.74bB	13.49aA	19.97aA	0.488bcB
	A3	5.90aA	13.18bBC	18.95dD	0.482bcB
	A4	4.91fF	12.41eE	18.75eE	0.493bcB
	A5	5.11eE	12.99cC	18.84deDE	0.535aA
香稻丸	A6	5.35dD	12.77dD	19.20cC	0.485bcB
	B0	4.70eC	11.58gG	15.21dD	0.388bB
	B1	5.59bA	12.63cC	16.58aA	0.386bB
	B2	5.80aA	13.57bB	16.63aA	0.387bB
	B3	5.77aA	13.81aA	16.08bB	0.391bB
	B4	4.88deBC	11.82fF	15.76cBC	0.390bB
	B5	4.90cdBC	12.04eE	15.77cC	0.457aA
	B6	5.09cB	12.35dD	16.64aA	0.391bB

注:同一品种不同处理数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著,不同大写字母表示在 0.01 水平上差异极显著。下同。

表 2 不同多效唑处理对直播稻茎秆性状的影响

品种	处理	株高 (cm)	重心高度 (cm)	基部节间长度 (cm)			基部节间粗度 (mm)		
				第 1 节	第 2 节	第 3 节	第 1 节	第 2 节	第 3 节
9 优 418	A0	119.14aA	48.76aA	2.24aA	6.54aA	11.92aA	6.36b	5.25b	4.27b
	A1	118.90aA	46.28bB	2.10abA	6.40aA	11.88aAB	6.40b	5.29b	4.30ab
	A2	116.96abAB	45.98cC	2.02cdBC	6.14abAB	11.62bcBCD	6.46ab	5.27b	4.36ab
	A3	112.22bcAB	45.41dD	1.76dCD	5.86bABC	11.34cCD	6.40ab	5.31ab	4.37ab
	A4	114.22cBC	44.46eE	1.78eD	6.10bcBC	11.54dDE	6.61a	5.42ab	4.49a
	A5	106.94dC	43.11fF	1.48dC	5.64cCD	11.12dE	6.53a	5.45ab	4.54a
香稻丸	A6	104.92dC	42.71gF	1.38dC	5.28dD	10.76dE	6.76a	5.66a	4.68a
	B0	146.60aA	60.22aA	3.34aA	8.40aA	15.38aA	5.74b	4.71b	3.74b
	B1	143.72abA	57.95bB	3.06abAB	8.06abAB	15.04abAB	5.88ab	4.76ab	3.78b
	B2	141.10abAB	56.44cC	2.96bcAB	7.98bABC	14.96bABC	5.96ab	4.74ab	3.87ab
	B3	139.7bAB	53.42dD	2.82cdBC	7.70bcBCD	14.68bcBCD	5.96ab	4.77ab	3.85ab
	B4	140.80bAB	54.81eE	2.62deCD	7.48cCDE	14.46cdCD	6.09a	4.87a	3.99a
	B5	130.12dC	53.24eE	2.42deCD	7.40cdDE	14.38deDE	6.13a	4.88a	4.07a
	B6	128.72dC	52.67fE	2.18eD	7.18dE	14.02eE	6.27a	5.13a	4.16a

降低有一定的效果;基部 3 个节间的粗度在 3 叶 1 心时喷施处理差异不显著,拔节前喷施的随浓度的增加粗度出现增加。说明不同多效唑处理对这 2 个直播稻品种株高和重心高度的降低都有效果,对基部的 3 个节间长度的降低有一定的效果,但对基部 3 个节间粗度的降低效果则不明显。

#### 2.4 不同多效唑处理对直播稻产量形成的影响

从表 3 可以看出,在有效穗数上,2 个直播稻品种较对照都有所增加,2 个时期的喷施处理都随着浓度的增加而增加。在穗粒数上,各处理较对照都

有所增加,在 3 叶 1 心时的喷施处理随浓度的增加而降低,拔节前的喷施处理随浓度的增加而增加。在结实率上,3 叶 1 心时的喷施处理,随着浓度的增加,结实率表现出下降的趋势,而拔节前的喷施处理,随着浓度的增加,结实率表现出先增加后降低的趋势。在千粒质量上,2 个直播稻的处理都较对照出现降低的趋势,且 2 个时期的处理都随浓度的增加而降低。在产量方面,3 叶 1 心时 9 优 418 各处理随浓度的增加出现了下降的趋势,而香稻丸各处理随着浓度的增加出现了先增加后降低的趋势,

表 3 不同多效唑处理对直播稻产量形成的影响

品种	处理	有效穗数 (万/hm <sup>2</sup> )	每穗粒数 (粒)	结实率 (%)	千粒质量 (g)	实际产量 (t/hm <sup>2</sup> )
9 优 418	A0	252.50bB	156.17bB	77.38dD	27.72aA	8.50dD
	A1	268.50aAB	166.15aAB	86.04abAB	26.80dCD	9.90aA
	A2	274.50A	164.06aAB	83.06cBCD	26.68dDE	9.75bB
	A3	278.00aA	162.68abAB	80.55cCD	26.46eE	9.14cC
	A4	268.50aAB	161.51abAB	81.50cBCD	27.67aA	9.26cC
	A5	273.00aA	163.91abAB	88.72bcABC	27.33bB	10.08aAB
香稻丸	A6	275.50aA	168.82aA	79.96aA	27.03cC	9.32cC
	B0	208.00cC	114.49dD	81.58cdC	30.19aA	5.91dC
	B1	214.00bcC	125.68abAB	86.27bB	29.54cCD	6.40bcB
	B2	228.00aAB	120.22cBCD	83.11cBC	29.28cCD	6.44bcB
	B3	231.50aAB	119.23cCD	80.28dC	29.14cD	6.29bcBC
	B4	218.50bBC	120.04cBCD	83.22cBC	30.10aA	6.16cdBC
	B5	233.50aA	122.40bcABC	90.80aA	29.70bB	7.22aA
	B6	236.50aA	126.45aA	83.75cBC	29.25bBC	6.51bB

拔节前处理随浓度的增加出现先增加后降低的趋势,且在 A5 和 B5 处理时 2 个直播稻产量分别达到最高值,说明拔节前适当施用多效唑,有助于水稻产量的提高。

### 3 结论与讨论

多效唑是一种高效、低毒且价廉的植物生长延缓剂,具有调控植物生长、促进花芽分化、延长花期、提高植物抗逆性、强化抗倒伏能力及提高作物产量等作用,在农作物、花卉、蔬菜和果树等作物上均有广泛应用<sup>[12-13]</sup>。成臣等研究表明,苗期施用多效唑可以显著提高分蘖数和降低株高<sup>[14]</sup>,本研究表明,施用多效唑处理能不同程度增加直播的分蘖数量,这与前人研究结果一致,但 3 叶 1 心时施用可使分蘖高峰提前,从而加速无效分蘖的消亡,较少养分的消耗,拔节前使用多效唑处理其分蘖群体较 3 叶 1 心时使用最高值大,且最终分蘖较 3 叶 1 心时多,说明拔节前使用可以延缓分蘖时间,为生殖生长奠定养分基础。孙旭初指出,通过激素调控达到降低株高的目的,从而提高水稻植株的抗倒性<sup>[15]</sup>。马均等通过优化节间配置,即缩短水稻基部 1、2 节间长度,显著增加了水稻植株的抗倒伏能力<sup>[16]</sup>。本研究表明,施用多效唑处理可显著降低直播稻的株高和重心高度,且能缩短基部 3 个节间的长度,这与前人的研究结果一致,但在拔节前的喷施处理较 3 叶 1 心时降低的效果明显,这可能因为 3 叶 1 心时的喷施处理到拔节期药效降低了,对株高的抑制作用减弱了。

吴海洋等研究表明,合理施用多效唑可以不同程度地提高产量<sup>[17]</sup>。汤日圣等研究表明,抽穗前 30~40 d 施用多效唑可导致不同程度的减产<sup>[18]</sup>。本研究表明,在 3 叶 1 心时施用多效唑处理,随着浓度的增加产量反而下降,而拔节前的处理,随着浓度的增加产量先增加后降低,说明在适当的时期施用合理的浓度,可以提高直播稻产量。由于目前农户种植水稻,大都存在大量使用氮肥的情况,在不能改变农户栽培方式的前提下,通过适当使用多效唑,可以降低株高,改善茎秆性状,是解决倒伏的最佳选择之一,结合本研究,在拔节前施用 600 mg/L 多效唑效果最佳。

综上所述,本研究的 2 个直播稻品种 9 优 418 和香稻丸在拔节前用 600 mg/L 多效唑进行叶面喷施,可以一定程度提高分蘖数,株高适中,基部 3 个节间出现一定程度的降低,穗粒数、结实率最高,最终经济产量和收获指数最高。故 9 优 418 和香稻丸在豫南地区直播生产上应在拔节叶面喷施 600 mg/L 的多效唑,以提高经济效益。

#### 参考文献:

- [1] 宋世枝,段 斌,何世界,等. 从粳稻的比较优势看豫南“粳改粳”[J]. 中国稻米,2014,20(1):48-50,56.
- [2] 王 洋,张祖立,张亚双,等. 国内外水稻直播种植发展概况[J]. 农机化研究,2007,29(1):48-50.
- [3] 陈 明,崔军军,李 强,等. 江苏省直播稻发展现状、问题及技术对策[J]. 上海农业科技,2014(5):19-20.
- [4] 郑克武. 客观面对直播稻的迅速发展 研究掌握直播稻的稳产技术[J]. 江苏农业科学,2009,37(1):59-62.

邱峰,景元书. 不同灌溉方式对稻田微气象特征及水稻生长的影响[J]. 江苏农业科学,2022,50(5):72-80.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.05.011

# 不同灌溉方式对稻田微气象特征及水稻生长的影响

邱峰,景元书

(江苏省农业气象重点实验室/南京信息工程大学应用气象学院,江苏南京 210044)

**摘要:**为研究不同灌溉方式对稻田微气象特征及生长的影响,于2020年在南京信息工程大学农业气象试验站内,对稻田生育期设置5种不同灌溉处理:保持田间土层湿润[对照(CK)];喷灌处理,保持田间水深5 cm(A1);喷灌处理,保持田间水深10 cm(A2);漫灌处理,保持田间水深5 cm(A3);漫灌处理,保持田间水深10 cm(A4)。对比分析生育期内不同灌溉处理对稻田土壤温度、冠层内气温、相对湿度和能量平衡的影响以及水温和气温、土温的 Pearson 相关系数。结果表明,A2和A4处理的土壤温度最低,A1和A3处理次之,CK最高,灌溉可有效降低土壤温度,灌水量越多,降温越明显,土温的日最高值和日变幅也越小,灌溉对土壤深处的影响不明显;灌溉降低了冠层内空气温度,提高了相对湿度,减小了日变幅,灌水量越多,其效果越明显,喷灌的效果优于漫灌。灌水量的增加会减小稻田的潜热通量。用 Pearson 相关系数方法得到水温和土温的  $r$  值为 0.99,水温和气温的  $r$  值为 0.84,水温和气温、土温有着极显著相关关系( $P < 0.01$ );适当灌水可提高水稻净光合速率、气孔导度、蒸腾速率,适当灌水可提高水稻产量。

**关键词:**灌溉方式;稻田;微气象;光合作用指标;产量;相关系数

**中图分类号:**S511.07 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)05-0072-09

农田小气候是指在边界层、土层与作物层间物理过程与生物过程交互作用形成的特殊小范围气

候。近地层温度、辐射、风速、相对湿度,土壤层温度和湿度,田间温度、湿度是构成这种小范围气候的主要气象要素<sup>[1]</sup>。各气象要素之间的差异会直接导致小气候的变化,不仅影响着农田土壤-植被-大气系统之间的能量交换和物质运输,还决定农田辐射、湍流输送和热量平衡各分量之间的分配<sup>[2]</sup>。适宜的微气象条件下,作物处于通风、光照、温湿度适宜的有利生长环境,农业生产优质高效。

收稿日期:2021-07-04

基金项目:国家自然科学基金(编号:41575111);公益性行业(农业)科研专项(编号:GYHY201406025)。

作者简介:邱峰(1998—),男,安徽宿州人,硕士研究生,从事农业气象研究。E-mail:908668026@qq.com。

通信作者:景元书,博士,教授,主要从事农业气象、生态环境等研究。E-mail:jingyushu@163.com。

[5]仇秀华. 水稻直播的重大风险与栽培对策[J]. 安徽农学通报, 2009,15(7):129-130.

[6]凌启鸿,张洪程,蔡建中,等. 水稻高产群体质量及其优化控制探讨[J]. 中国农业科学,1993,26(6):1-11.

[7]陈波. 江西双季晚稻不同类型品种综合生产力及其形成特征[D]. 扬州:扬州大学,2017.

[8]王熹,姚福德,高成伟,等. 多效唑防止水稻倒伏的效用[J]. 植物生理学通讯,1987,23(5):30-32.

[9]Wu C W, Sun J Q, Zhang A P, et al. Dissipation and enantioselective degradation of plant growth retardants paclobutrazol and uniconazole in open field, greenhouse, and laboratory soils [J]. Environmental Science & Technology, 2013, 47(2):843-849.

[10]解振兴,张居念,林祁,等. 植物生长调节剂对再生稻头季抗倒伏能力和两季产量的影响[J]. 中国水稻科学,2019,33(2):158-166.

[11]陈善坤,曾晓春,刘传飞. 多效唑促进水稻秧苗分蘖作用机理的研究[J]. 江西农业学报,1993,5(1):11-14.

[12] Xiang J, Wu H, Zhang Y P, et al. Transcriptomic analysis of gibberellin- and paclobutrazol-treated rice seedlings under submergence [J]. International Journal of Molecular Sciences, 2017, 18(10):2225.

[13]游鸢,汪天. 多效唑作用及应用研究进展[J]. 亚热带植物科学,2013,42(4):361-366.

[14]成臣,雷凯,程慧煌,等. 苗期不同浓度多效唑对南方晚粳稻秧苗素质、茎蘖动态及产量的影响[J]. 中国水稻科学,2020, 34(2):150-158.

[15]孙旭初. 水稻茎秆抗倒性的研究[J]. 中国农业科学,1987,20(4):32-37.

[16]马均,马文波,田彦华,等. 重穗型水稻植株抗倒伏能力的研究[J]. 作物学报,2004,30(2):143-148.

[17]吴海洋,姜钦龙,李云,等. 多效唑对万象优华占茎秆及产量性状的影响[J]. 杂交水稻,2020,35(6):57-59.

[18]汤日圣,张金渝,张远海,等. 多效唑防止水稻倒伏的施用技术[J]. 江苏农业科学,1987,15(增刊1):9-10.