

赵会君,马名立,代飞燕,等.盐胁迫对宁夏水稻不同品种萌发指标和同工酶的影响[J].江苏农业科学,2018,46(20):44-47.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.20.011

# 盐胁迫对宁夏水稻不同品种萌发指标和同工酶的影响

赵会君,马名立,代飞燕,任慧聪

(北方民族大学生物科学与工程学院,宁夏银川 750021)

**摘要:**为了探讨盐胁迫下宁夏主栽水稻品种对盐胁迫生理生化水平的响应,以宁夏主栽水稻品种宁粳 41、宁粳 28、节七以及日本晴为研究材料,设置 3 个盐胁迫梯度(0、50、100 mmol/L NaCl),于萌发第 2、第 3、第 4、第 5 天统计萌发率并于第 3 天测量胚芽鞘长度、胚根数和胚根长等形态指标;利用非变性同工酶电泳分析盐胁迫下  $\alpha$ -淀粉酶同工酶亚基变化情况,以及 3 种抗氧化酶超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)的同工酶亚基变化情况。结果显示,4 个品种水稻都受到盐碱胁迫的危害,表现在萌发率降低、胚芽鞘生长被抑制和胚根数减少,而节七具有较高的萌势;盐胁迫导致水稻植株  $\alpha$ -淀粉酶被抑制,这可能是种子萌发率下降的主要原因;盐胁迫改变了抗氧化酶系统,胁迫早期的 SOD 和 CAT 同工酶受诱导而 POD 被抑制,相比其他品种,节七抗盐能力较强,可考虑在盐碱地种植。

**关键词:**盐胁迫;宁夏水稻;同工酶电泳; $\alpha$ 淀粉酶活性

**中图分类号:** S511.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)20-0044-03

土壤盐渍化是土地资源面临的重大问题,据统计,我国现存的不同盐碱地类型面积大约为 9 913 万  $\text{hm}^2$ ,主要分布于柴达木盆地、银川平原、滨海地区、河西走廊、新疆等地区,约占全世界土地面积的 25%<sup>[1]</sup>。宁夏回族自治区处于温带半干旱、干旱区,位于西北地区东部、黄河中上游,空气干旱,降水稀少(平均年降水量为 292 mm),致使蒸发强烈(水面蒸发量为 1 296 mm),近年来由于黄河水的引灌而造成引黄灌区的土壤盐渍化问题逐年加重,引起了宁夏回族自治区政府及有关人员的高度关注<sup>[2]</sup>,宁夏土壤的盐碱化对于宁夏的粮食生产和某些作物的种植影响巨大,银川北部地区盐碱地已占总耕地面积的 49% 以上。水稻是宁夏平原地区的主栽粮食作物,也是引黄灌区的重点种植作物,因此筛选抗盐性较强的水稻品种是利用盐碱地的重要措施之一<sup>[2-3]</sup>。

植物一生中对逆境耐力最大的部位是种子,幼苗最小<sup>[4-5]</sup>。种子萌发是植物生长发育的一个关键时期,水稻种子中含有大量的淀粉颗粒,种子萌发时  $\alpha$ -淀粉酶就具有活性,并在糊粉层中快速形成而将淀粉水解, $\alpha$ -淀粉酶与赤霉素的调控有关,随着时间的延长其活性不断增大<sup>[6]</sup>。 $\alpha$ -淀粉酶的活性越高,种子中的淀粉转化成营养物质的能力越强,而盐胁迫对  $\alpha$ -淀粉酶的影响是研究盐碱胁迫的重要生理参数。水稻萌发期是水稻生长的起始点,对植物的后期生长发育起着至关重要的作用。因此通过对逆境胁迫下种子萌发和生长的研究,可以筛选一些抗逆性的品种<sup>[7]</sup>。当形态建成后,幼苗进一步受到抗氧化系统的保护,在一般盐胁迫情况下,植物体内的过氧化物酶(POD)等的活性和植物的抗氧化

胁迫能力呈正相关,另外,某些植物体内的过氧化物物质如抗坏血酸也有清除体内自由基的生理功能<sup>[8]</sup>。因此,本研究以宁夏主栽水稻品种节七、宁粳 41、宁粳 28 及日本晴为材料,研究盐胁迫对不同水稻品种萌发期形态、生理生化指标的影响,为后期盐碱地种质资源筛选和宁夏水稻种植提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 种子萌发及形态指标测量

试验于 2017 年 1—5 月在北方民族大学分子生物学实验室进行,所选择的水稻品种主要有宁夏主栽水稻品种宁粳 28、宁粳 41、节七及对照品种日本晴。选取大小均一、籽粒饱满的种子备用。种子用 10% 次氯酸钠消毒 10 min,并用蒸馏水反复冲洗 3~5 次,将其依次摆放在铺有 2 层滤纸的培养皿中,每个培养皿内放 30 粒。每个品种设置 4 个盐浓度梯度,分别为 0(CK)、50、100、150 mmol/L,每个梯度设置 3 个重复,放置于 30℃ 恒温生化培养箱内进行催芽。发芽期间每天定时记录萌发数(以种子露白为发芽标准),萌发第 2 天开始测量胚芽鞘长度(mm)、主根长度(mm)、胚根数,每次随机挑选 10 粒进行测量,并计算各形态指标的平均值,统计萌发率。萌发率 = 发芽粒数/供试粒数  $\times$  100%。所得数据采用 GraphPad Prism 5.0 统计软件进行分析。

### 1.2 酶液的提取及同工酶电泳和 $\alpha$ -淀粉酶活性的测定

取处理不同时间的 0.5 g 新鲜组织,加入 5 mL 冰预冷的 50 mmol/L 磷酸缓冲液(pH 值为 7.0)于冰浴中研磨,4℃、12 000 r/min 离心 20 min,收集上清液即为酶粗提液,可溶性总蛋白含量的测定采用考马斯亮蓝法。同工酶电泳采用北京六一仪器厂生产的垂直板凝胶电泳仪,电泳时  $\alpha$ -同工酶、超氧化物歧化酶(SOD)、POD 以及过氧化氢酶(CAT)采用 10% 分离胶和 5% 浓缩胶,总上样量为 35  $\mu\text{L}$ ,预电泳 10 min,浓缩胶中稳定电压为 80 V,进入分离胶后稳定电压为 120 V,电流为 200 mA。于冰浴中电泳 3~4 h 后当指示染料下行至距胶

收稿日期:2017-06-06

基金项目:宁夏自然科学基金(编号:NZ13093);宁夏高等学校科学技术研究项目(编号:NGY2014015)。

作者简介:赵会君(1980—),女,宁夏隆德人,博士,讲师,研究方向为植物抗逆分子生物学。E-mail:zhaohuijun1022@163.com。

板末端 1~2 cm 时停止电泳。

$\alpha$ -淀粉酶同工酶染色采用淀粉法<sup>[7]</sup>,SOD 同工酶染色采用氮蓝四唑法<sup>[9]</sup>,POD 同工酶染色采用醋酸-联苯胺法<sup>[10]</sup>,CAT 染色采用淀粉法<sup>[11]</sup>。根据染色的酶谱计算相对迁移率  $R_f$  ( $R_f$  = 酶带迁移距离/前沿指示剂距离)。

2 结果与分析

2.1 不同处理浓度和时间下 4 个水稻品种的萌发趋势

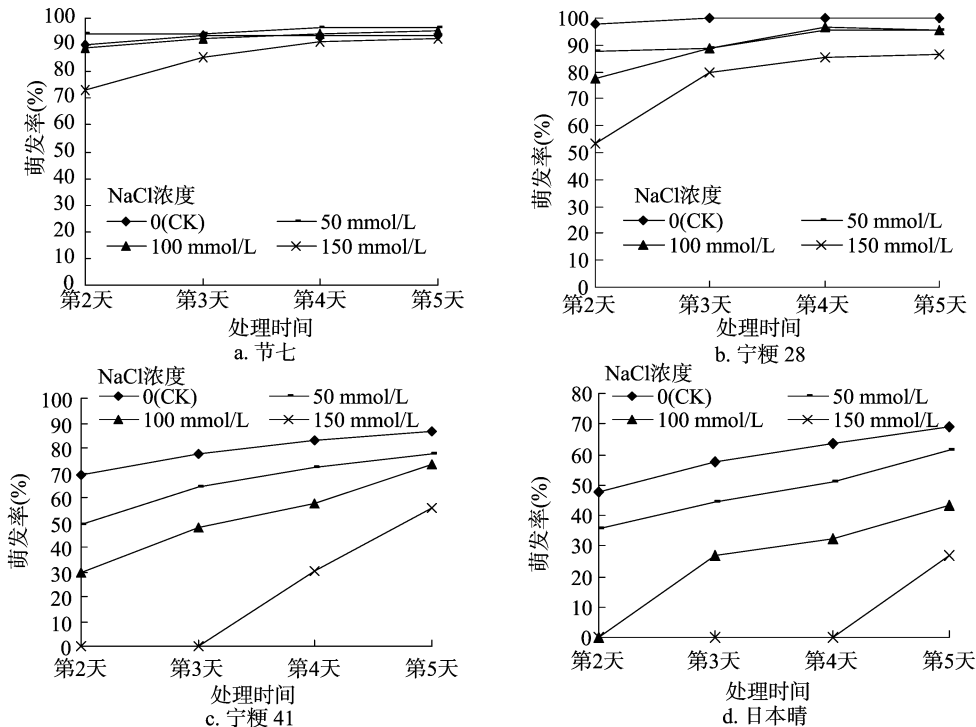


图1 不同 NaCl 处理浓度和时间下 4 个水稻品种的萌发率

2.2 不同水稻品种在盐胁迫下萌发形态的差异

如表 1 所示,与对照相比,所有品种经过盐胁迫后,胚芽鞘长和胚根长都受到极显著抑制 ( $P < 0.001$ ),而宁梗 41 和宁梗 28 以及节七品种相比日本晴,抑制程度较轻,这表现在胚芽鞘长和胚根长受抑制程度上,这些形态指标是早期鉴定伤害的重要指标。

表 1 萌发第 3 天的形态指标

品种	盐胁迫处理 (mmol/L)	胚芽鞘长 (mm)	主根长 (mm)	胚根数 (条)
宁梗 41	CK	25.74 ± 0.92	22.79 ± 1.17	8.30 ± 0.10
	100	11.49 ± 0.33A	6.56 ± 0.60A	4.33 ± 0.21A
	150	6.33 ± 0.33A	3.75 ± 0.16A	2.53 ± 0.06A
节七	CK	23.05 ± 0.59	37.89 ± 0.51	5.06 ± 0.06
	100	12.66 ± 0.55A	5.79 ± 0.19A	1.86 ± 0.03A
	150	7.33 ± 0.23A	2.41 ± 0.09A	1.00 ± 0.00A
宁梗 28	CK	30.10 ± 0.34	41.40 ± 0.32	5.26 ± 0.14
	100	13.70 ± 0.30A	8.39 ± 0.63A	2.43 ± 0.24A
	150	6.27 ± 0.41A	2.87 ± 0.42A	1.00 ± 0.00A
日本晴	CK	23.24 ± 0.45	23.69 ± 1.41	6.26 ± 0.20
	100	6.92 ± 0.05A	6.70 ± 0.63A	3.93 ± 0.14A
	150	1.60 ± 0.05A	1.73 ± 0.02A	1.00 ± 0.00A

注:所有数据来源于 3 次重复 ± 标准误,大写字母 A 表示与 CK 相比在 0.001 水平差异显著。

如图 1 所示,4 个水稻品种在不同盐胁迫下的萌发率随着盐浓度的增大而不断降低,说明盐胁迫抑制了种子的萌发,但是节七在 5 d 内的萌发趋势基本一致(图 1-a),在最高浓度的盐胁迫下第 2 天萌发率就已达到 78%,宁梗 28 的萌发率在第 2 天达到 50% 左右,宁梗 41 的萌发率在第 4 天达到 30% 左右,而日本晴在第 4 天才开始发芽。这显示节七在高浓度的盐胁迫下保持了较高的萌发率,可能对盐胁迫有较高的抗性。

2.3 不同盐浓度处理对节七  $\alpha$ -淀粉酶同工酶的影响

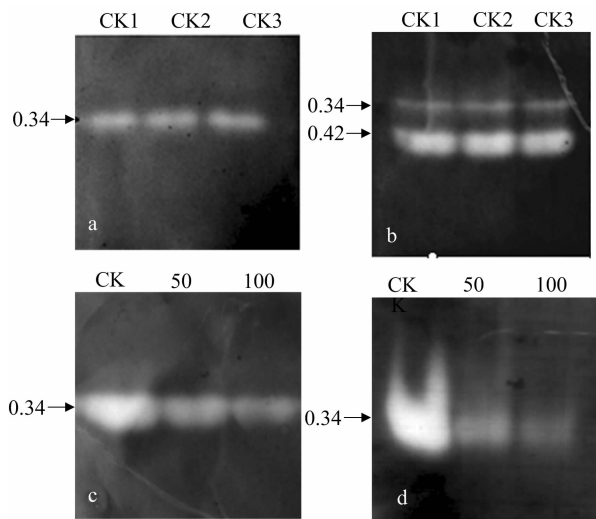
以盐胁迫下萌发率较高的品种节七为研究材料, $\alpha$ -淀粉酶-同工酶图谱如图 2 所示。由图 2 可以看出,在非胁迫情况下,在萌发第 1 天,种子中出现了 1 条迁移率为 0.34 的条带,在萌发第 2 天,出现了 2 条迁移率分别为 0.34、0.43 的条带,显示种子中的淀粉酶随着萌发时间的延长出现条带增多和强度增加的趋势。在盐胁迫条件下,萌发第 1 天, $\alpha$ -淀粉酶-同工酶出现被抑制的现象,表现在随着盐胁迫时间延长及浓度的增加,酶带亮度减小,宽度减少,说明盐胁迫导致  $\alpha$ -淀粉酶同工酶活性下降,而在处理第 2 天,与对照相比同工酶仍然呈被抑制趋势。

2.4 不同浓度处理下节七抗氧化同工酶的变化情况

由图 3 可知,与对照相比,盐胁迫后 SOD 亮度和条带数增加,说明 SOD 同工酶受盐胁迫的诱导;CAT 同工酶第 3 个亚基酶带宽度增加,POD 同工酶表现在随着处理浓度的增加酶带减少和亮度降低,这显示 POD 也受到了抑制。以上结果说明,盐胁迫早期就已经对抗氧化酶系统进行了修饰,而 CAT 和 SOD 可能主要参与了盐胁迫早期的活性氧物质的清除。

3 结论与讨论

土壤理化环境是影响种子萌发及幼苗生长的重要生态因



a、b 分别代表非胁迫下种子萌发第 1 天、第 2 天  $\alpha$ -淀粉酶同工酶图谱；c、d 分别代表盐胁迫处理下第 1 天、第 2 天  $\alpha$ -淀粉酶同工酶图谱。左侧数据为相对迁移率。50、100 为 NaCl 处理浓度，单位为 mmol/L。图 3 同

图 2 不同处理时间下节七  $\alpha$ -淀粉酶同工酶图谱

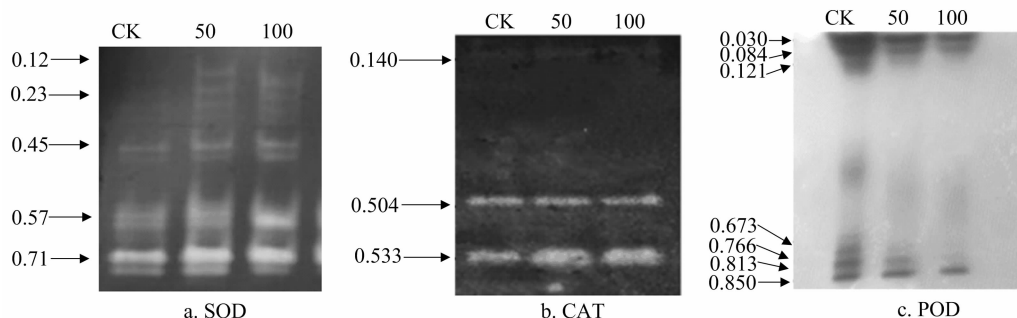


图 3 不同处理下节七萌发第 3 天 SOD、POD 及 CAT 的同工酶电泳图谱

耐受性,可以作为重要的抗盐品种在盐碱地推广种植。

同工酶是植物中最有活力的酶之一,它的合成和活性通常受到遗传基因的调控。逆境经常会引起同工酶基因的变异,从而导致同工酶结构及其活性发生改变,进一步导致同工酶条带发生变化<sup>[16]</sup>。植物在遭受逆境胁迫时会产生大量的氧自由基,为了抵抗逆境对植物造成的伤害而减少膜脂过氧化,超氧化物歧化酶的活性会增加。本试验中,在胁迫早期 SOD 同工酶条带的增加和亮度的增加,说明 SOD 活性受盐胁迫诱导,这一结果与张永峰等的研究结果<sup>[16]</sup>一致。本试验还证明 CAT 同工酶也受到诱导,暗示在胁迫早期,CAT 可以协同 SOD 同工酶消除产生的过氧化氢。有研究认为 POD 是植物受到胁迫的一个伤害指标,能够反映植物对外界环境的适应性,同时也是植物体内抗氧化酶系统的重要组成部分<sup>[17]</sup>。而本研究发现,在胁迫早期随着盐浓度的增加,POD 同工酶条带呈减少的趋势,这可能与植物体内的  $O_2^{\cdot -}$  离子被及时清除有关,可能与 SOD 表达有关。

#### 参考文献:

- [1]魏博娴. 中国盐碱土的分布与成因分析[J]. 水土保持应用技术,2012(6):27-28.
- [2]严海霞,何文寿. 宁夏银北地区盐碱地改良与水稻种植技术探讨

子,种子的抗逆能力在一定程度上反映了该物种的抗逆程度,植物种子耐盐性是耐盐碱植物筛选与早期鉴定的主要依据之一,种子能否在盐胁迫下萌发成苗,幼苗能否顺利度过成熟期,是植物在盐碱条件下生长发育的前提,因此,研究盐胁迫下种子萌发生理和幼苗生长具有重要意义<sup>[12-14]</sup>。筛选抗逆性品种是农业生产中的关键因素,这关系到幼苗的形态建成以及后期的产量形成。

种子发芽速率取决于种子吸水速率,种子从外界吸足水分后,贮存在干燥种子中的酶原被激活,种子萌发所需的酶被合成,种子的萌发与  $\alpha$ -淀粉酶基因的表达式有重要的关系,而盐胁迫抑制种子萌发的重要限制因素就是低水势胁迫<sup>[14]</sup>,本研究发现盐胁迫对水稻种子中  $\alpha$ -淀粉酶同工酶产生了抑制,这是种子萌发率降低的重要原因之一,这一结果也与赵会君等在小麦中的研究结果<sup>[7]</sup>相似。盐胁迫对水稻萌发期形态指标的伤害主要表现在胚芽鞘、胚根生长被抑制和胚根数减少,这与蔺吉祥等的研究结果<sup>[13]</sup>相似,可能是过量的  $Na^+$  在根系的累积导致的毒害症状,高浓度的盐碱胁迫还会抑制植物根系有丝分裂指数而抑制根系生长<sup>[15]</sup>。而节七品种在较高浓度的盐碱胁迫下保持着较高的萌发势,可能对盐碱具有较强的

- [J]. 湖北农业科学,2010,49(11):2693-2695.
- [3]董 锋. 宁夏引黄灌区耕地土壤盐渍化调查与抗盐植物选育[M]. 银川:宁夏人民出版社,2006:53-59.
- [4]Huang Z Y, Zhang X S, Zheng G H, et al. Influence of light, temperature, salinity and storage on seed germination of *Haloxylon ammodendron*[J]. Journal of Arid Environments, 2003, 55(3):453-464.
- [5]Ren J, Tao L, Liu X M. Effect of sand burial depth on seed germination and seedling emergence of *Calligonum L. species*[J]. Journal of Arid Environments, 2002, 51(4):603-611.
- [6]姜晓东. 中国大麦种质资源  $\alpha$ -淀粉酶基因的遗传多样性及其与酶活性的关联分析[D]. 北京:中国农业科学院,2012.
- [7]赵会君,张怀刚,王海庆. 抗旱性不同的春小麦品种籽粒萌发期  $\alpha$ -淀粉酶活性及其同工酶分析[J]. 麦类作物学报,2008,28(4):633-637.
- [8]尹永强,胡建斌,邓明军. 植物叶片抗氧化系统及其对逆境胁迫的响应研究进展[J]. 中国农学通报,2007,23(1):105-110.
- [9]李耀文,柳参奎. 水稻 CAT 与逆境应答关系及酶活性分析[J]. 基因组学与应用生物学,2009,28(3):509-514.
- [10]代其林. 水杨酸对低温下水稻幼苗生理生化特性的影响[D]. 成都:四川大学,2004.
- [11]吴 倩. CAT 调控水稻叶片光呼吸过程中抗氧化系统的机理研

常 勇,黄忠勤,周兴根,等. 不同麦秸还田量对水稻生长发育、产量及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(20):47-51.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.20.012

# 不同麦秸还田量对水稻生长发育、产量及品质的影响

常 勇,黄忠勤,周兴根,孙克新,周润楠,丁震乾,王 波,李小珊

(江苏徐淮地区徐州农业科学研究所,江苏徐州 221131)

**摘要:**通过麦秸还田定位试验,系统研究秸秆还田对水稻产量、品质、生长发育以及土壤地力的影响,为田间养分管理、优化田间环境、改善田间生态提供科学理论和实践依据,同时也为高产栽培条件下的秸秆机械还田提供配套的施肥技术。结果表明:(1)麦秸还田对水稻产量的提高主要表现为提高水稻的穗粒数、千粒质量以及结实率,可以保证在单位面积穗数相当的情况下提高水稻产量。(2)在秧苗分蘖初期,麦秸还田对水稻分蘖有短暂抑制作用;提高分蘖成穗率,保证足够的穗数达到高产;增加抽穗期和成熟期 LAI,提高源库协调性;显著促进拔节期的生长发育;显著提高水稻抽穗期至成熟期干物质积累量。(3)麦秸还田可提高稻米的出糙率、精米率、整精米率,减少垩白;麦秸还田对稻米胶稠度和直链淀粉含量影响较小,但有降低胶稠度和增加直链淀粉含量的趋势。(4)麦秸还田可增加土壤有机质含量,增加土壤速效磷和速效钾含量。麦秸还田还可以提高水稻吸收土壤氮、磷、钾的能力,提高水稻植株氮磷钾累积量,提高肥料当季利用率。

**关键词:**水稻;秸秆还田;产量;品质;养分

**中图分类号:** S511.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)20-0047-05

我国是农业大国,秸秆资源相当丰富,据统计,全国每年共有各类秸秆约 7 亿 t,约占全世界的 20%~30%。随着农作物单位面积产量的提高,总秸秆量也在不断增加,农业生产区的秸秆资源大量过剩问题日趋突出,大量秸秆在农民传统种植方式下被焚烧,造成农业生态环境污染、资源浪费和安全隐患。农作物秸秆的合理利用问题直接关系到土壤肥力、水土保持、生态环境的维护、可再生资源的利用以及生产安全等可持续发展问题<sup>[1]</sup>。秸秆还田技术已被当今世界认为是改善农田生态环境、发展可持续农业的重大措施之一。如何充分利用我国庞大的秸秆资源,积极推广秸秆还田技术,是促进我国农业生态系统健康发展的有效手段。随着各级政府禁烧秸秆工作力度的不断加大,秸秆还田配套作业机具的进一步改善,机械化秸秆还田将具有很广阔的应用前景<sup>[2]</sup>。

已有研究表明,秸秆还田能有效增加土壤有机质含量,改良土壤,培肥地力<sup>[3-21]</sup>。孙皓等研究表明,连续 5 年秸秆还田可明显提高土壤有机质含量<sup>[4]</sup>;李孝勇等用秸秆配施化肥,土壤有机质含量比单施化肥提高 4%~28.7%<sup>[9]</sup>;籍增顺等认为,秸秆还田能明显提高土壤全氮含量,且能改变有机氮组成<sup>[15]</sup>;柯福源等研究认为,秸秆与氮肥混施,能提高水稻对秸秆氮的吸收率,减少氮肥损失,显示出稳定而长效的供氮特点,有较高的增产效益<sup>[16]</sup>,王振忠等也得到了同样的结论<sup>[21]</sup>。麦秸还田对稻米品质及产量有显著的影响。钱素文等报道,100 kg 秸秆还田可使水稻增产 279 kg/hm<sup>2</sup><sup>[7]</sup>;吴婕等研究表明,随着秸秆覆盖量的增加,作物增产效果越明显<sup>[8]</sup>;刘世平等研究表明,秸秆还田能提高整精米率,降低垩白率和垩白度<sup>[22]</sup>;陈新红等研究指出,小麦秸秆还田后明显提高了稻米的出糙率、精米率和整精米率,降低了垩白粒率和垩白度,直链淀粉含量降低,胶稠度增大<sup>[23]</sup>,徐国伟等的研究<sup>[24]</sup>也得到同样的结果。

以上研究大部分是在同一还田量标准下进行的,而不同麦秸还田量对水稻生长发育、产量及品质的影响则少有研究,本试验以徐 68 优 201 为材料,在江苏省徐州地区进行了不同麦秸还田量对水稻影响的比较研究,以期探明麦秸全量还田与半量还田哪种还田标准更有利于该地区稻作的可持续发展。

收稿日期:2017-05-10

基金项目:江苏省科技成果转化专项资金(编号:BA2014074);江苏省现代农业项目(编号:BE2015312)。

作者简介:常 勇(1986—),男,江苏沛县人,硕士,助理研究员,主要从事稻麦栽培研究。Tel:(0516)82189570;E-mail:627705749@qq.com。

通信作者:黄忠勤,硕士,助理研究员,主要从事稻麦栽培研究。Tel:(0516)82189223;E-mail:395383266@qq.com。

究[D]。扬州:扬州大学,2013。

[12]胡宗英. 不同盐碱胁迫对披碱草和紫花苜蓿种子萌发的影响[D]。长春:吉林农业大学,2014。

[13]蒯吉祥,李晓宇,唐佳红,等. 盐碱胁迫对小麦种子萌发、早期幼苗生长及 Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>代谢的影响[J]. 麦类作物学报,2011,31(6):1148-1152。

[14]许耀照,曾秀存,方 彦,等. 盐碱胁迫对油菜种子萌发和根尖细胞有丝分裂的影响[J]. 干旱地区农业研究,2014,32(4):

14-19。

[15]Toyomasu T, Zennyoxi A. On the application of isoenzyme electrophoresis to identification of strains in *Lentinus edodes* (shiitake)[J]. *Mushroom Science*,1981,11:675-684。

[16]张永峰,殷 波. 混合盐碱胁迫对苗期紫花苜蓿抗氧化酶活性及丙二醛含量的影响[J]. 草业学报,2009,18(1):46-50。

[17]王学征,韩文灏,于广建. 盐分胁迫对番茄幼苗生理生化指标影响的研究[J]. 北方园艺,2004(3):48-49。