

盐碱胁迫对宁夏水稻籽粒灌浆及穗部性状的影响

贺奇, 王昕, 马洪文, 冯伟东, 张益民*

(宁夏农林科学院农作物研究所, 银川 750105)

摘要: 选用耐盐碱水稻品种吉粳 105 和盐碱敏感品种宁粳 47 号作为试验材料, 在 3 种不同盐碱浓度的土壤胁迫处理下, 比较 2 个水稻品种籽粒灌浆速率、籽粒增重及穗部性状等动态变化。结果表明: 在相对盐碱胁迫加重的情况下, 2 个水稻品种强势粒灌浆速率减慢, 开始灌浆时间提早, 达到灌浆峰值时间缩短, 强势粒增重量减小, 随着盐碱胁迫梯度加重, 2 个水稻品种弱势粒开始灌浆时间推迟。2 个水稻品种的强势粒籽粒增重都明显高于弱势粒, 吉粳 105 先于宁粳 47 号达到干物质积累的高峰。在不同梯度盐碱胁迫下, 2 个水稻品种的穗部性状均受盐碱胁迫抑制作用明显, 相对而言, 1 次枝梗性状比 2 次枝梗性状稳定, 受盐碱胁迫作用变化不明显, 2 个水稻品种穗部粒重的减少都受枝梗千粒重及枝梗数减少共同影响。水稻产量及产量构成因素在不同梯度盐碱胁迫下较对照均降低, 降低幅度与盐碱胁迫成正比, 水稻产量降低主要表现为枝梗数和千粒重的降低。

关键词: 水稻; 盐碱胁迫; 灌浆速率; 穗部性状; 产量

中图分类号: S511

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2021)06-0011-06

Effects of Saline-Alkali Stress on Grain Filling and Panicle Traits of Ningxia Rice

HE Qi, WANG Xin, MA Hongwen, Feng Weidong, ZHANG Yimin*

(Institution of Crop Research, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750105, China)

Abstract: Jijing 105, a salt tolerant rice variety, and Ningjing 47, a salt sensitive rice variety, were used as experimental materials to compare the dynamic changes of grain filling rate, grain weight gain and panicle traits of the two rice varieties under three soil stress treatments with different salt concentrations. The results showed that under the aggravation of relative saline-alkali stress, the filling rate of strong grains in the two paddy varieties slowed down, the time to start filling was earlier, the time to reach the filling peak was shortened, and the weight gain of strong grains decreased. With the aggravation of saline-alkali stress, the time to start filling of weak grains in the two paddy varieties was delayed. The weight gain of strong grains in both paddy varieties was significantly higher than that of weak grains, and Jijing 105 reached the peak of dry matter accumulation before Ningjing 47. Under different saline-alkali stress, the panicle traits of the two paddy varieties were obviously inhibited by saline-alkali stress. The primary branch and stem traits were more stable than the secondary branch and stem traits, and the change was not obvious under saline-alkali stress. The reduction of panicle grain weight of the two paddy varieties was jointly affected by the reduction of 1 000-grain weight and number of branches and stems. Paddy yield and yield components decreased under different gradient saline-alkali stress compared with the control, and the reduction range was in direct proportion to soil saline-alkali stress. The reduction of paddy yield was mainly manifested in the reduction of branch number and 1 000-grain weight.

Key words: Rice; Saline-alkali stress; Grain filling rate; Panicle trait; Yield

收稿日期: 2020-11-30

基金项目: 宁夏回族自治区重大项目(2019BBF02019); 宁夏回族自治区自然科学基金项目(2019AAC03153); 宁夏农林科学院科技先导资金资助项目(NKYJ-18-15-2)

作者简介: 贺奇(1985-), 男, 助理研究员, 硕士, 从事水稻遗传育种与栽培工作。

通讯作者: 张益民, 男, 研究员, E-mail: 1502932725@qq.com

土壤盐碱化已是土地退化的主要类型之一, 是全球研究的热点问题^[1], 全球目前土地盐渍化约有 10^{10} hm^2 , 盐渍化耕地占总耕地的 20%^[2]。土壤盐渍化与因灌溉引起的土壤次生盐渍化是我国干旱、半干旱区面临的主要生态环境问题^[3], 严重制约农作物的生产。水稻是我国乃至世界最为重要的粮食作物, 全世界有 50% 以上人口以大米为

食,中国水稻种植面积仅占世界水稻的18.75%,但总产量占28.96%^[4],中国水稻种植面积中约20%遭受盐碱侵害^[5],改良水稻的耐盐碱性需要从水稻耐盐性的遗传开始研究,耐盐水稻作为先锋作物对盐碱地进行修复和改良具有突出作用^[6]。因此,为发展盐碱地耐盐水稻种植,提高水稻产量与品质,当务之急就是研究水稻抗盐碱性机理。

危害水稻生产最严重的非生物胁迫之一是土壤盐渍化^[7],土壤盐渍化是抑制水稻正常生长和发育最重要的环境因子^[8],盐碱胁迫影响水稻的一生,但对水稻不同生长发育阶段的影响是有差异的,在灌浆期对水稻产量和品质的形成影响最大^[9-10],籽粒灌浆过程是光合产物向籽粒不断运输的过程,决定了籽粒充实程度的优劣和粒重的大小,水稻籽粒的充实状况与颖花在穗上着生的部位有密切关系^[11-12]。位于顶部一次枝梗上早开花的强势粒灌浆快、粒重高、充实度好;而位于稻穗基部二次枝梗上迟开花的弱势粒灌浆慢、粒重低、充实度差,成为限制水稻产量进一步提高的重要因子。宁夏回族自治区属温带大陆性干旱、半干旱气候,银北地区盐碱地已占宁夏总耕地面积49%以上,黄河水引灌造成的土壤盐渍化问题也逐年加重,水稻是宁夏主栽的重要作物,对现

有水稻种质资源进行耐盐性特性挖掘,掌握不同盐碱胁迫对水稻个体籽粒灌浆差异的机制,进一步认识盐碱胁迫对群体产量结构的影响及其限制因子,创制水稻耐盐新种质,改良提升水稻耐盐性,选育、培育耐盐水稻品种,可以保证宁夏稻作区粮食安全生产,有效改善生态环境^[13-15]。

1 材料与方 法

1.1 材料及处理方法

试验于2019年在宁夏农林科学院农作物研究所基地进行,供试水稻品种2个,耐盐碱水稻吉梗105和盐碱敏感水稻宁梗47号,供试土壤盐碱土取自宁夏平罗县通伏乡,试验以盐碱土与稻田土按比例配制成轻度盐碱土、中度盐碱土、重度盐碱土(土壤化学性质见表1),以农作物研究所基地稻田土做对照(CK)。采用盆栽法,4月15日播种,5月20日插秧,随机区组排列,设4个处理,每个处理种植50盆,每盆3穴,每穴4株,盆高23.5 cm,盆口直径26.2 cm,盆底直径22.0 cm,土壤风干后过2 mm筛,每盆盛装土壤10 kg。肥料和水管理参照当地生产田,第一次加水后固定盆中全盐含量,以后每天测量确保每盆内水层保持不变,以防盆内盐浓度改变,加水后,土壤全盐含量折合成水中盐含量(表1)。

表1 不同梯度盐碱胁迫土壤参数

处 理	pH	电导率 (mS/cm)	CO ₃ ²⁻ (mmol/L)	HCO ₃ ⁻ (mmol/L)	Na ⁺ (mmol/L)	土壤碱化度 ESP(%)	全盐含量 (%)	折合水中盐含 量(%)
稻田土壤(CK)	7.56	0.12	0.00	1.42	1.87	8.12	0.076	0.034
轻度盐碱胁迫	8.07	0.32	0.34	2.34	2.97	8.69	0.33	0.13
中度盐碱胁迫	8.78	0.67	0.78	5.11	6.78	32.23	0.87	0.29
重度盐碱胁迫	9.22	0.88	1.01	7.07	7.85	40.34	1.23	0.42

1.2 取样与测定

在水稻抽穗开花期,各处理选取生长整齐大小基本一致且开花1/3的植株进行挂牌标记,每隔5 d取样1次,每次每份材料各取10穗,其中强势粒是指着生部位在穗中上部且开花较早的籽粒,弱势粒指着生在穗基部而开花较迟的籽粒。

强势粒取样方法:取直接着生于穗最上部3个一次枝梗的顶粒和基部第1、2粒及顶部一次枝梗基部、二次枝梗的顶粒为强势粒。

弱势粒取样方法:取穗最基部第1、2个一次枝梗上部第2、3粒及基部第3个一次枝梗基部第1个二次枝梗上部第2、3粒为弱势粒。

将每次取的强、弱势粒先测得100粒鲜重,然后放入烘干箱内105℃杀青10 min,于80℃烘干10~20 h至恒重,测定籽粒的鲜重与干重,待水稻成熟后取样考种,测定水稻考种数值^[14-18]。

1.3 数据统计

采用Microsoft Excel 2010、SPSS 17.0统计软件对获得的数据进行方差分析、多重比较。

2 结果与分析

2.1 盐碱胁迫水稻灌浆速率及籽粒增重动态变化

2.1.1 水稻强势粒灌浆速率及籽粒增重动态变化
由图1、图2可知,在中度盐碱胁迫下,吉梗

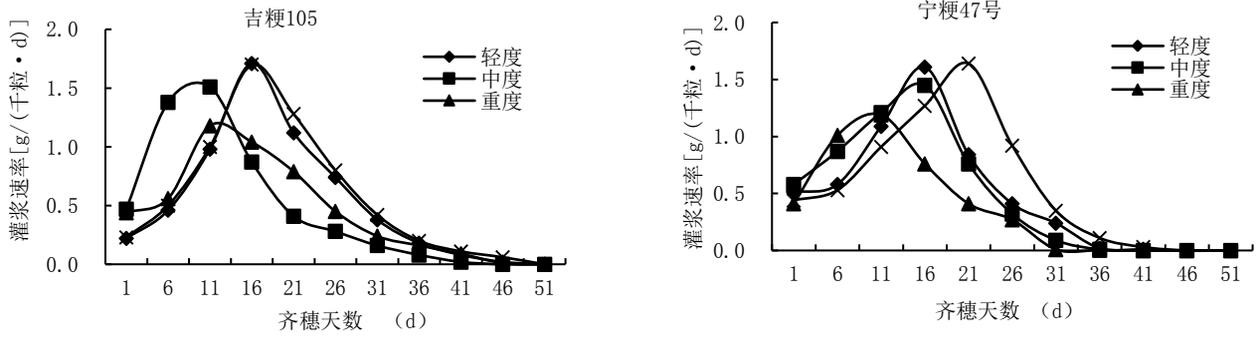


图1 不同盐碱胁迫下吉梗105、宁梗47号强势粒灌浆速率变化

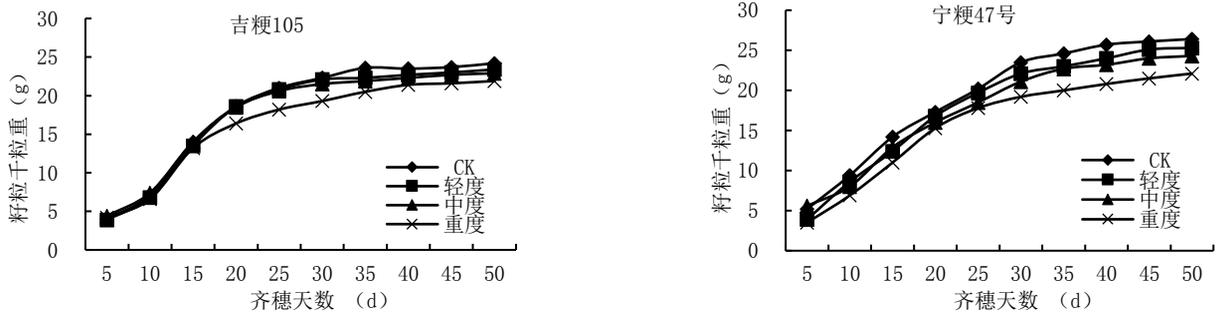


图2 不同盐碱胁迫下吉梗105、宁梗47号强势粒籽粒增重变化

105 的前期灌浆速率比对照和轻度盐碱胁迫下要高,灌浆速率略高于重度盐碱胁迫,到达灌浆峰值的时间少于轻度盐碱胁迫,强势粒籽粒增重在不同梯度盐碱胁迫下总体变化不明显。中度盐碱胁迫下,宁梗47号起始灌浆时间与轻度盐碱胁迫下相似,灌浆速率均较快,到达灌浆峰值时间与轻度盐碱胁迫一致,但是灌浆速率快于轻度盐碱胁迫,强势粒籽粒增重少于轻度盐碱胁迫。

重度盐碱胁迫下,吉梗105 起始灌浆速率高

于轻度盐碱胁迫和对照,与中度盐碱胁迫较一致,较中度胁迫慢一点,但是到达灌浆峰值时间最少,说明在重度盐碱下吉梗105 的灌浆时间虽快,但是灌浆不充实,容易造成空、瘪粒。强势粒籽粒增重少于轻度盐碱胁迫。宁梗47号在重度盐碱胁迫下,灌浆速率较一致,都低于其他胁迫,达灌浆峰值时间最少,强势粒籽粒增重低于其他两种盐碱胁迫。通过对2个品种的灌浆速率和籽粒增重分析比较发现,在重度盐碱胁迫下,宁梗47号的

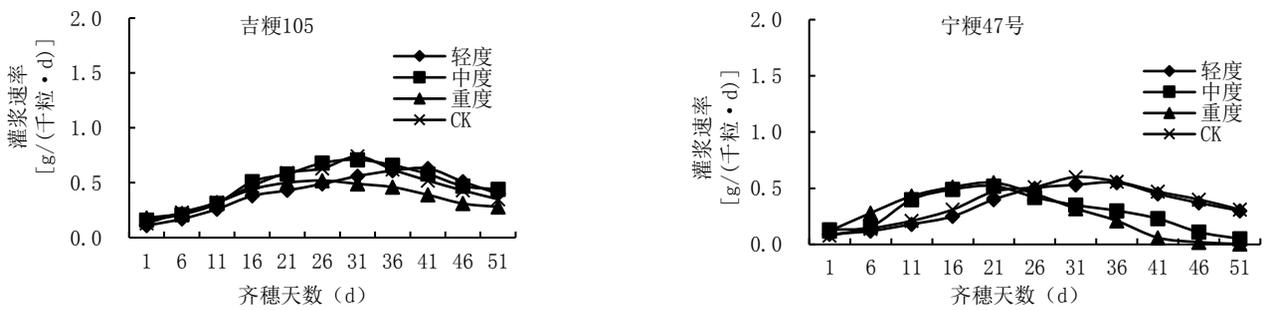


图3 不同盐碱胁迫下吉梗105、宁梗47号弱势粒籽粒灌浆速率变化

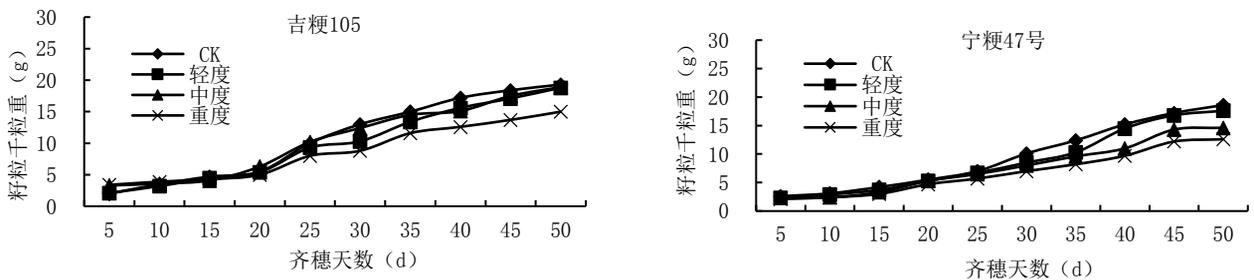


图4 不同盐碱胁迫下吉梗105、宁梗47号弱势粒籽粒增重变化

强势粒灌浆速率和籽粒增重都弱于吉粳 105。

2.1.2 水稻弱势粒灌浆速率及籽粒增重动态变化

由图 3、图 4 可知,在不同梯度盐碱胁迫下,吉粳 105 的灌浆速率到达灌浆峰值所用时间较一致,弱势粒增重量中度胁迫下高于重度盐碱胁迫,中度胁迫下弱势粒增重量与对照和轻度盐碱胁迫相当。

中度盐碱胁迫下,宁粳 47 号的弱势粒开始灌浆时间基本与其他盐碱胁迫一致,灌浆速率与轻度盐碱胁迫差不多。宁粳 47 号的弱势粒籽粒增重随盐碱胁迫增强而减少。重度盐碱胁迫下,宁粳 47 号的弱势粒起始灌浆时间基本与中度盐碱胁迫条件一致,灌浆速率低,到达灌浆峰值时间与中度盐碱胁迫相近,弱势粒籽粒增重与其他盐碱胁迫相比较增重量最少。通过对 2 个品种的灌浆速率和籽粒增重分析比较发现,在不同梯度盐碱

胁迫下,宁粳 47 号和吉粳 105 的弱势粒籽粒增重变化趋势基本一致,在中度和重度盐碱胁迫下,宁粳 47 号的弱势粒灌浆速率明显低于吉粳 105。

2.2 盐碱胁迫下水稻穗部性状变化

由表 2 可知,吉粳 105 穗部性状受盐碱胁迫影响作用明显,随着盐碱胁迫加重水稻穗部性状受抑制作用增大。与对照处理比较,在中度盐碱胁迫下,水稻穗长变短,每穗实粒数呈减少趋势,达到显著水平,穗部秕粒数最高,每穗结实率最低,穗部总粒数是实粒数与秕粒数的总和,穗部总粒数随着盐碱胁迫梯度增强,每穗总粒数均降低,受盐碱胁迫影响变化最明显,穗粒重呈降低趋势,但未达显著水平。在重度盐碱胁迫下,穗粒重显著降低,穗着粒密度在中度盐碱胁迫下最低,其他处理下数值变化不大。

表 2 不同盐碱胁迫下水稻穗部性状变化

品种	土壤类型	穗长 (cm)	每穗实粒数 (个)	每穗秕粒数 (个)	每穗结实率 (%)	穗千粒重 (g)	穗着粒密度 (个/cm)	穗粒重(g)
吉粳 105	稻田土壤(CK)	14.12a	88.12a	6.32ab	93.31a	23.82a	6.69a	2.10a
	轻度胁迫	13.78a	81.56ab	4.77b	94.47a	23.71a	6.26a	1.93a
	中度胁迫	13.95b	74.21b	9.68a	88.46b	21.72a	6.01a	1.61a
	重度胁迫	11.12c	64.86c	6.78ab	90.54b	18.12b	6.44a	1.18b
宁粳 47 号	稻田土壤(CK)	16.23a	86.01a	6.23b	93.25b	25.32a	5.68a	2.18a
	轻度胁迫	16.89a	85.81a	10.13ab	89.44a	23.58a	5.46a	2.11a
	中度胁迫	15.18ab	70.12b	12.54a	84.83b	21.53b	5.45a	1.58ab
	重度胁迫	15.09b	47.52c	8.56b	84.74b	20.95b	3.72a	1.03c

在不同梯度盐碱胁迫下,宁粳 47 号每穗实粒数呈减少趋势,在重度盐碱胁迫下每穗实粒数比对照下降 55.2%,降幅明显。每穗秕粒数在轻度和中度胁迫下呈现升高趋势,在重度盐碱胁迫下又略降低,但比对照升高 27.2%。随着盐碱胁迫加重,水稻穗长变短,穗着粒密度降低,穗粒重呈降低趋势,在重度盐碱胁迫下,穗粒重显著降低。从产量构成因素来看,盐碱胁迫下 2 个水稻品种每穗实粒数和千粒重均下降,但不同盐碱胁迫下吉粳 105 结实率与对照不是呈现下降趋势,在轻度盐碱胁迫下,吉粳 105 结实率最高,宁粳 47 号穗粒重与对照相比下降了 52.75%,而吉粳 105 比对照下降 43.81%,说明吉粳 105 具有一定的耐盐碱特性。

2.3 盐碱胁迫下水稻穗部一次枝梗性状变化

由表 3 可知,不同梯度盐碱胁迫下,吉粳 105 的一次枝梗性状总体较为稳定,一次枝梗千粒重随着盐碱胁迫梯度增加呈现下降趋势,受盐碱胁迫作用变化显著。在轻度盐碱胁迫下,一次枝梗

结实率在 4 个处理中是最高值,一次枝梗数、一次枝梗总粒数、一次枝梗实粒数、一次枝梗秕粒数值均是最低值。

宁粳 47 号一次枝梗性状受胁迫影响变化显著,一次枝梗数、一次枝梗总粒数、一次枝梗实粒数、一次枝梗结实率、一次枝梗实粒重和一次枝梗千粒重随着盐碱胁迫梯度增加而降低,每枝梗秕粒数受盐碱胁迫影响变化不定,在中度盐碱胁迫下秕粒数反而最高。

2.4 盐碱胁迫下水稻穗部二次枝梗性状变化

由表 4 可知,吉粳 105 的二次枝梗性状较 1 次枝梗性状稳定性降低,受盐碱胁迫作用变化明显,二次枝梗随盐碱胁迫梯度的增加受抑制作用递增。吉粳 105 在轻度盐碱胁迫下,二次枝梗结实率高于对照,每枝梗实粒数受胁迫作用不显著,变化幅度小。

宁粳 47 号的二次枝梗性状受胁迫作用变化显著,在重度盐碱胁迫下,二次枝梗数、二次枝梗实粒重及二次枝梗实粒数的减少值非常大,与其

表3 不同盐碱胁迫下穗部1次枝梗性状变化

品种	土壤类型	一次枝梗数	一次枝梗总粒数	一次枝梗实粒数	一次枝梗秕粒数	一次枝梗结实率(%)	每枝梗实粒数	每枝梗秕粒数	一次枝梗实粒重(g)	一次枝梗千粒重(g)
吉梗105	稻田土壤(CK)	11.01a	58.12a	53.33a	4.79a	91.76b	5.21a	0.21b	1.37a	23.58a
	轻度胁迫	9.65a	51.07b	49.62a	1.45b	97.16a	5.16a	0.26b	1.18a	23.12a
	中度胁迫	10.23a	56.79a	52.44a	4.35a	92.34b	5.07a	0.52a	1.20ab	21.14b
	重度胁迫	9.76a	53.26a	50.42a	2.89b	94.67a	5.18a	0.33b	0.97b	18.15c
宁梗47号	稻田土壤(CK)	10.1a	54.12a	51.23a	2.89a	94.66a	5.23a	0.20a	1.36a	25.12a
	轻度胁迫	9.81a	52.82a	49.85a	2.97a	94.37a	5.14a	0.21a	1.30a	24.58a
	中度胁迫	7.64b	40.67b	37.81b	2.86a	92.96ab	4.93a	0.38a	0.90b	22.16b
	重度胁迫	5.89c	31.34c	27.68c	3.66a	88.32b	4.87a	0.25a	0.72c	22.87b

表4 不同盐碱胁迫下穗部2次枝梗性状变化

品种	土壤类型	二次枝梗数	二次枝梗总粒数	二次枝梗实粒数	二次枝梗秕粒数	二次枝梗结实率(%)	每枝梗实粒数	每枝梗秕粒数	二次枝梗实粒重(g)	二次枝梗千粒重(g)
吉梗105	稻田土壤(CK)	16.81a	46.87a	43.02a	3.85a	91.79a	2.81a	0.20b	1.03a	22.01a
	轻度胁迫	16.79a	45.45a	42.12a	3.33a	92.67a	2.47a	0.19b	0.97a	21.42a
	中度胁迫	14.41a	37.63a	33.09b	4.54a	87.94a	2.35a	0.33ab	0.70b	18.58a
	重度胁迫	10.12b	28.64b	24.56c	4.08a	85.75b	2.45a	0.45a	0.49c	17.21b
宁梗47号	稻田土壤(CK)	25.01a	66.21a	48.34a	17.87a	73.01b	2.01a	0.22b	1.64a	24.72a
	轻度胁迫	24.33a	64.35a	45.82a	18.74a	71.20b	1.92a	0.38ab	1.59a	24.68a
	中度胁迫	14.55b	42.64b	32.83b	9.63 b	76.99b	2.06a	0.63a	0.86b	20.14b
	重度胁迫	7.09c	20.85c	17.86c	2.89 b	85.66 a	1.96a	0.72a	0.41c	19.75b

他不同梯度胁迫相比较数值降低显著,但是每枝梗实粒数受胁迫作用变化幅度不大,在中度盐碱胁迫下每枝梗实粒数上升到最高值,在重度盐碱下每枝梗实粒数只比对照下降2.5%。总体而言,每枝梗实粒数总体保持不变,变幅不大,而枝梗数呈下降趋势,所以二次枝梗总粒数的减少是由于2次枝梗数的减少造成的。

2.5 盐碱胁迫下水稻穗部枝梗粒重变化

由表5可知,吉梗105在不同梯度盐碱胁迫下,一次枝梗实粒重比二次枝梗实粒重数值要高,说明水稻穗部总重一次枝梗实粒重贡献率高,一次枝梗千粒重、二次枝梗千粒重及千粒重

呈降低趋势,数值变化幅度大,重度胁迫与其他不同梯度胁迫比较,穗部枝梗粒重变化降低幅度显著。

宁梗47号在不同梯度盐碱胁迫下枝梗实粒重及枝梗的千粒重都降低,分析表5的结果可知:吉梗105在轻度或者中度盐碱胁迫下粒重降低的数值偏小,并且1次枝梗实粒重在中度胁迫下要比轻度胁迫数值高,说明吉梗105具有一定的耐盐性特征并有一定的喜盐趋势。在重度盐碱胁迫下,2个水稻品种的穗部性状均受显著抑制,并且二次枝梗性状受盐碱胁迫表现敏感,水稻穗部粒重的减少主要是枝梗数和千粒重降低所导致的。

表5 不同盐碱胁迫下穗部枝梗粒重变化

品种	土壤类型	一次枝梗实粒重	二次枝梗实粒重	一次枝梗千粒重	二次枝梗千粒重	总粒重	千粒重
吉梗105	稻田土壤(CK)	1.37a	1.03a	23.58a	22.01a	2.10a	23.82a
	轻度胁迫	1.18a	0.97a	23.12a	21.42a	1.93a	23.71a
	中度胁迫	1.20ab	0.70b	21.14b	18.58a	1.61a	20.72a
	重度胁迫	0.97b	0.49c	18.95c	17.21b	1.18b	18.12b
宁梗47号	稻田土壤(CK)	1.36a	1.64a	25.12a	24.72a	2.18a	25.32a
	轻度胁迫	1.30a	1.59a	24.58a	22.68a	2.11a	23.58a
	中度胁迫	0.90b	0.86b	22.16b	20.14b	1.58ab	21.53b
	重度胁迫	0.72c	0.41c	21.87b	19.75b	1.03c	20.95b

3 结论与讨论

盐碱胁迫严重影响水稻的生长发育,其中比较重要的影响是延迟水稻的生育期^[19]。本研究中水稻吉粳105和宁粳47号的强势粒随着盐碱胁迫梯度增强起始灌浆时间提早,灌浆速率变慢,达灌浆峰值时间变短,强势粒终值减小。而弱势粒随着盐碱胁迫程度的加重,与强势粒不同的是起始灌浆时间推迟,但是2个水稻品种的干物质积累高峰都落后于对照组,在达灌浆峰值时间变短的情况下,生育期提前或推后极易造成水稻空、瘪粒的形成,影响水稻的产量和品质^[20]。在重度盐碱胁迫下,2个水稻品种的强势粒灌浆速率和干物质积累最大值均降低,盐碱敏感品种宁粳47号强势粒灌浆速率和干物质积累下降较显著,而耐盐碱水稻品种吉粳105受影响较少,仍能保持较好生长,说明耐盐碱水稻适应盐碱胁迫能够正常生长发育,表现出强耐盐性。

本研究表明,2个水稻品种在不同的盐碱胁迫下弱势粒随盐碱胁迫增加,2个品种的灌浆速率都低于对照且灌浆时间提前,但是弱势粒活跃灌浆期缩短,因而弱势粒的粒重显著降低。在水稻灌浆过程中,强势粒灌浆速率快、充实度好,而弱势粒灌浆速率慢、充实度差,最终导致强、弱势籽粒间质量和品质差异的出现^[21-22]。弱势粒灌浆主要受到灌浆速率和有效持续时间的限制,而弱势粒则易被环境所调节,因此,通过遗传改良和栽培途径促进弱势粒灌浆是提高产量的重要途径。本研究结果还表明,耐盐碱品种吉粳105弱势粒灌浆与盐碱敏感品种宁粳47号相比较,灌浆期较长,籽粒充实度较好,在不同盐碱胁迫下,2个水稻品种灌浆速率和籽粒增重与对照组比较,得出吉粳105耐盐碱的遗传特征比较显著,说明吉粳105具有一定的耐盐碱遗传性。

水稻穗部形态是株型育种的重要研究内容^[23-25],水稻穗部形态在产量结构中起决定性的作用。吉粳105和宁粳47号的穗部性状均受盐碱胁迫抑制作用显著,其中,一次枝梗性状相对二次枝梗性状相对较稳定,受盐碱胁迫作用变化不显著,可能是二次枝梗产生阶段对环境敏感,容易受到盐碱作用^[26]。2个水稻品种一次枝梗粒重的降低主要受千粒重降低的影响,二次枝梗粒重的降低受二次枝梗数及二次枝梗千粒重减少共同作用,这与徐正进等研究结果一致^[27],穗粒重的下降会直接导致产量的降低。因为盐碱胁迫会影响

水稻抽穗时间,缩短水稻的灌浆期,最终导致籽粒灌浆不充实,抑制与穗重相关的一、二次千粒重和一、二次枝梗粒数,且对二次枝梗的抑制大于一次枝梗。随盐碱胁迫程度加剧,盐碱敏感品种宁粳47号穗粒重降低幅度大于耐盐碱品种吉粳105,盐碱胁迫对一次枝梗千粒重抑制显著,但抑制率较小,对二次枝梗千粒重抑制不显著,对一、二次枝梗结实率无明显抑制作用^[28-30]。

盐碱胁迫对水稻籽粒灌浆及穗部性状的影响不仅与胁迫浓度有关,还存在显著的品种间差异^[31]。轻度和中度盐碱胁迫对耐盐碱性品种影响较小,轻度盐碱胁迫能提高耐盐碱品种的结实率,而对盐碱敏感性品种有抑制作用,表现为灌浆速率减慢,干物质积累减少,最终导致产量下降。千粒重和枝梗数等因素是耐盐品种表现出较强耐盐性的内在原因,可作为判断水稻品种耐盐性的重要指标,为水稻耐盐材料的选育提供参考。

参考文献:

- [1] 王卓然. 黄河三角洲典型地区土壤盐动态规律、影响因素与预测模型[D]. 泰安: 山东农业大学, 2017.
- [2] 许健民, 吕开宇, 娄博杰. 农业生产对土壤盐渍化影响的经济分析[J]. 长江流域资源与环境, 2009, 18(2): 132-138.
- [3] 丁建丽, 姚远, 王飞. 干旱区土壤盐渍化特征空间建模[J]. 生态学报, 2014, 34(16): 4620-4631.
- [4] 周锡跃, 徐春春, 李凤博. 世界水稻产业发展现状趋势及对我国的启示[J]. 农业现代化研究, 2010, 31(5): 525-528.
- [5] 石晓霞. 重要耐盐多基因载体GY11在水稻中的表达分析[D]. 银川: 宁夏大学, 2013.
- [6] 王旭明, 赵夏夏, 周鸿凯, 等. NaCl胁迫对不同耐盐性水稻某些生理特性和光合特性的影响[J]. 热带作物学报, 2019, 40(5): 1-9.
- [7] 刘梅, 郑青松, 刘兆普, 等. 盐胁迫下氮素形态对油菜和水稻幼苗离子运输和分布的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2015, 21(1): 181-189.
- [8] 沙汉景, 胡文成, 贾琰, 等. 外源水杨酸、脯氨酸和 γ -氨基丁酸对盐胁迫下水稻产量的影响[J]. 作物学报, 2017, 43(11): 1677-1688.
- [9] 赵兰坡, 尚庆昌, 李春林. 松辽平原苏打盐碱土改良利用研究现状及问题[J]. 吉林农业大学学报, 2000, 22(1): 79-83.
- [10] 刘兴土, 何岩, 邓伟, 等. 东北区域农业综合发展研究[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 383-422.
- [11] 贺奇, 王昕, 马洪文, 等. 盐胁迫下水稻种子发芽特性及耐盐性评价[J]. 中国稻米, 2018, 24(1): 28-32.
- [12] 朱庆森, 曹显祖, 骆亦奇. 水稻籽粒灌浆的生长分析[J]. 作物学报, 1988, 14(3): 182-193.
- [13] Iwasaki Y, Mae T, Makino A, et al. Nitrogen accumulation in the inferior spikelet of rice ear during ripening[J]. Soil Science and Plant Nutrition, 1992, 38: 517-525.

(下转第69页)

次为 50% 腐霉利 WP、25 g/L 咯菌腈 SC, EC₅₀ 分别为 0.089 51 mg/L、0.105 63 mg/L。

本文提出由 *Sclerotinia nivalis* 引起的软枣猕猴桃菌核病,描述病原菌在植物根部上表现出的致病症状,以便于在种植中,辨识此病害并及时进行防护;首次对病原菌生物学特性进行研究,了解到对其具有有利与不利作用的各种营养和环境条件,并在室内药剂敏感性测定中筛选出敏感性较高的药剂,可供大田实验和实际生产做用药参考。

本文对其生物学特性进行初步的研究并筛选出几种常见且有明显抑制效果的化学药剂,但田间防治效果还有待讨论和探究。

参考文献:

[1] 滕云龙. 丹东市软枣猕猴桃产业发展现状及对策[J]. 现代农业科技, 2016(2): 80-84.

[2] 王显军. 凤城市软枣猕猴桃资源现状分析与对策[J]. 农业科技与装备, 2015, 10(6): 70-71.

[3] 赵淑兰. 软枣猕猴桃品种简介[J]. 特种经济动植物, 2002, 2(2): 35-36.

[4] Romanazzi G. Gray mold infection of *Actinidia arguta* in Italy [J]. *Plant Disease*, 2009, 93(11): 1221.

[5] Wang C, Ai J, Qin H, et al. First Report of *Sclerotinia nivalis* Causing *Sclerotinia* Rot on Hardy Kiwifruit (*Actinidia arguta*) in China[J]. *Plant Disease*, 2016, 100(9): 1952-1953.

[6] Deng J C, Guan Y M, Wu L J, et al. First Report of Anthracnose Caused by *Colletotrichum gloeosporioides* on *Actinidia arguta* in China[J]. *Plant Disease*, 2017, 101(6): 110-111.

[7] 柴晓玲, 钱振官, 李 涛, 等. 桑椹菌核病发病症状及防治技术研究[J]. 上海农业学报, 2015, 21(4): 132-134.

[8] 王爱印. 桑椹菌核病病原菌的分离、鉴定及其拮抗性桑树内生菌的研究[D]. 重庆: 西南大学, 2016.

[9] 庄文颖. 中国真菌志(第八卷)核盘菌科, 地舌菌科[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 236.

[10] 张军政. 黑龙江省大豆核盘菌生物学特性和生物防治的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2009.

[11] 王崇仁, 刘万仁, 杨家书, 等. 核盘菌生物学特性及其分类的研究[J]. 植物病理学报, 1987(2): 212.

[12] 吴国富. 不同药剂防治桑椹菌核病的效果及农药残留量测试[J]. 江苏蚕业, 2015, 37(1): 10-11.

[13] 邓真华, 彭晓虹, 杜贤明, 等. 不同药剂防治桑椹菌核病效果研究[J]. 中国蚕业, 2014, 35(3): 33-35.

[14] 冯希杰. 防治油菜菌核病的药剂筛选及复配剂的增效机理研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2009.

[15] 周如军, 徐海娇, 傅俊范, 等. 苍术菌核病病原鉴定及其生物学特性[J]. 沈阳农业大学学报, 2014, 45(3): 284-288.

[16] Haijiao Xu, Rujun Zhou, Junfan Fu, et al. Characterization of *Sclerotinia nivalis* causing *Sclerotinia* rot of *Pulsatilla koreana* in China[J]. *European Journal of Plant Pathology*, 2015, 143(1): 1-9.

[17] 宁荣彬, 孙海峰. 贝母类中药材病害防治研究进展[J]. 东北农业科学, 2018, 43(5): 34-37.

[18] 孟玲敏, 贾 娇, 张 伟, 等. 防治玉米丝黑穗病药剂的筛选[J]. 东北农业科学, 2018, 43(6): 25-27.

(责任编辑:王 昱)

(上接第 16 页)

[14] 贺 奇, 杨 锋, 王 昕, 等. NaCl 胁迫对水稻宁梗 48 种子萌发特征的影响[J]. 宁夏农林科技, 2017, 58(3): 4-6.

[15] 贺 奇, 张建英, 韩似玉, 等. 基于淀粉的动态积累筛选耐盐碱水稻品种研究[J]. 宁夏农林科技, 2017, 58(5): 4-6, 63.

[16] 左静红. 苏打盐碱胁迫对北方梗稻灌浆特性及穗部性状的影响[D]. 长春: 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 2013.

[17] 李景鹏, 周继全, 王晓丽. 苏打盐碱胁迫下梗稻子粒灌浆动态研究[J]. 吉林农业大学学报, 2011, 33(2): 126-129.

[18] 任 海, 付立东, 王 宇, 等. 不同硅肥施入模式对水稻产量及品质的影响[J]. 东北农业科学, 2019, 44(4): 13-18, 58.

[19] 梁正伟, 杨 福, 王志春, 等. 盐碱胁迫对水稻主要生育性状的影响[J]. 生态环境, 2004, 13(1): 43-46.

[20] 马 巍, 侯立刚, 齐春艳, 等. 播期对不同生育类型水稻生长发育进程及产量的影响[J]. 东北农业科学, 2016, 41(6): 5-10.

[21] 谢光辉, 杨建昌, 王志琴, 等. 水稻籽粒灌浆特性及其与籽粒生理活性的关系[J]. 作物学报, 2001, 27(5): 557-565.

[22] 姜文洙, 吴 涛, 唐曹甲子, 等. 高产梗稻品种源库特征及评价体系的研究[J]. 东北农业科学, 2019, 44(5): 1-4, 37.

[23] 徐正进, 陈温福, 张文忠, 等. 水稻的产量潜力与株型演变

[J]. 沈阳农业大学学报, 2000, 31(6): 534-536.

[24] 侯文平, 王成瑗, 张文香, 等. 栽培方式对有机栽培水稻产量与品质的影响[J]. 东北农业科学, 2020, 45(1): 1-7.

[25] 吕艳东, 徐令旗, 李 猛, 等. 黑龙江省水稻株型演变及与品质相关性分析[J]. 东北农业科学, 2020, 45(2): 1-5, 15.

[26] 徐正进, 邵国军, 韩 勇, 等. 东北三省水稻产量和品质及其与穗部性状关系的初步研究[J]. 作物学报, 2006, 32(12): 1878-1883.

[27] 徐正进, 陈温福, 曹洪任, 等. 水稻穗颈维管束数与穗部性状关系的研究[J]. 作物学报, 1998, 24(1): 47-54.

[28] 杨 福, 梁正伟, 王志春. 苏打盐碱胁迫对水稻品种长白 9 号穗部性状及产量构成的影响[J]. 华北农学报, 2010, 25(S2): 59-61.

[29] 左静红, 李景鹏, 杨 福. 不同土壤类型对北方梗稻穗部性状及产量构成的影响[J]. 生态学杂志, 2013, 32(1): 59-63.

[30] 李红宇, 潘世驹, 钱永德, 等. 混合盐碱胁迫对寒地水稻产量和品质的影响[J]. 南方农业学报, 2015, 46(12): 2100-2105.

[31] 荆培培, 任红茹, 杨洪建, 等. 盐胁迫对 2 个不同盐敏感性水稻品种(系)叶片光合特性与产量的影响[J]. 作物杂志, 2020(1): 67-75.

(责任编辑:王 昱)