

混合盐碱胁迫对燕麦种子萌发及幼苗生理生化特性的影响

杨科¹, 张保军^{1*}, 胡银岗¹, 王淑华², 薛晓峰²

(1. 西北农林科技大学农学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西定边县科技局, 陕西 定边 718600)

摘要: 为了探讨燕麦种子和幼苗的耐盐碱能力及在盐碱胁迫下的变化规律, 采用纸上发芽法和砂培法, 研究了混合盐碱胁迫对燕麦种子萌发及幼苗生理生化特性的影响。结果表明: 随着盐碱胁迫浓度的增强, 燕麦种子的发芽率、发芽指数、活力指数和幼苗生长与对照相比都呈下降趋势; 而燕麦叶片中细胞膜透性增强和丙二醛含量增加, 其中白燕1号较白燕7号增加幅度大, 表明白燕1号比白燕7号对盐碱胁迫更敏感, 受盐碱危害程度较重; 同时燕麦叶片内游离脯氨酸和可溶性糖累积, 且随着盐碱胁迫浓度的增强呈增大趋势, 其中白燕7号增加幅度大, 表明白燕7号可能主要通过积累脯氨酸和可溶性糖来进行渗透调节缓解逆境毒害作用, 其中白燕1号在盐碱胁迫浓度100~200 mmol/L时, 游离脯氨酸和可溶性糖含量下降, 但其机理还有待于进一步研究。综合分析表明两个品种耐盐碱能力为: 白燕7号 > 白燕1号。

关键词: 燕麦; 混合盐碱胁迫; 种子萌发; 生理生化特性

中图分类号: S 512.6; Q 945.78

文献标识码: A

文章编号: 1000-7601(2009) 03-0188-05

土壤盐碱化是人类面临的生态危机之一。大量研究表明, 筛选利用耐盐碱植物和培育抗盐碱作物是改良盐碱地最经济有效的生物措施之一^[1]。因此, 对植物抗盐碱生理机制进一步深入研究是很有必要的。但从目前有关植物抗盐生理的研究现状来看, 仍以NaCl为主要对象, 以Na⁺代谢、抗盐性相关基因的分子生物学及盐胁迫信息传导等为主要研究方向。实际上, 在我国大面积的内陆盐碱地中, 主要是含有Na⁺、K⁺、Mg²⁺三种阳离子和CO₃²⁻、HCO₃⁻、Cl⁻、SO₄²⁻四种阴离子的复合盐碱地, 所含盐分复杂, 盐化与碱化往往相伴发生, 生态破坏力也较单独的中性盐大^[2]。燕麦(*Avena sativa* L.)是禾本科早熟禾亚科燕麦属的一年生草本植物, 由于其抗寒、耐贫瘠和耐盐碱及独特的保健功效等特点, 被许多国家重视并广泛栽培, 目前被认为是盐碱地改良的替代作物, 适合我国西部地区种植。但目前国内外关于植物耐盐的研究报道多集中于小麦、玉米、牧草等作物上^[3~3], 对其在盐碱胁迫下的生长发育等方面的研究也取得了一定的进展, 而对燕麦的抗盐碱性和在盐碱胁迫下的反应以及耐盐碱机理研究鲜见报道^[6~10], 特别是在对盐分敏感的发芽期和苗期研究较少。因此, 根据大多盐碱地存在盐碱混合胁迫这一实际问题, 本实验将两种中性盐NaCl和Na₂SO₄及两种碱性盐NaHCO₃和Na₂CO₃按不同比

例混合, 通过不同浓度的盐碱胁迫对燕麦种子萌发和幼苗生理生化特性的影响, 探讨燕麦种子和幼苗的耐盐碱能力及在盐碱胁迫下的变化规律, 为盐碱土地资源的合理开发利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

选用吉林省白城市农业科学院从加拿大引进并在当地栽培驯化的优质燕麦品种白燕1号和白燕7号, 其中白燕1号为裸燕麦, 白燕7号为皮燕麦。

1.2 混合盐碱液的配比

根据定边地区盐碱地盐分组成, 选定两种中性盐(NaCl, Na₂SO₄)和两种碱性盐(NaHCO₃, Na₂CO₃), 按1:9:9:1的比例配成混合盐碱溶液进行胁迫处理, 处理浓度分别为0、25、50、100、150、200 mmol/L^[11]。

1.3 种子发芽和幼苗培养

1.3.1 种子发芽 发芽试验于2008年3月在西北农林科技大学植物生理实验室进行。每个品种选择大小均匀、饱满一致、无病虫害的种子, 用0.1% HgCl₂消毒10~15 min, 再用蒸馏水或无菌水冲洗5次, 采用纸上发芽法发芽。每个培养皿放置30粒饱满的种子, 加入8 ml处理液, 重复3次, 在实验室内自然变温条件下发芽, 每隔3d补相同数量的水分, 以便各种处理盐碱溶液浓度相对维持不变。每天统

收稿日期: 2008-04-20

基金项目: 教育部推广研究专项(XTG2008-4)

作者简介: 杨科(1983-), 男, 河南郑州人, 在读硕士, 研究方向为作物高效栽培。E-mail: yk198304@163.com。

(C) *通讯作者: 张保军(zhangbj@caad.ac.cn), 男, 教授, 主要从事作物高产栽培方面的研究。E-mail: zhangbj@caad.ac.cn; 25666@163.com。 http://www.cnki.net

计发芽数,到第10d统计发芽率,发芽指数,活力指数,并从每个培养皿中随机抽取10粒发芽种子,测

量鲜重、干重、胚根及胚芽长度。

表1 盐碱溶液配比及胁迫因素

Table 1 The ratio of complex saline alkaline solution and stress factors

盐碱浓度(mmol/L) Saline-alkaline concentration	pH	Na ⁺ (mmol/L)	Cl ⁻ (mmol/L)	SO ₄ ²⁻ (mmol/L)	HCO ₃ ⁻ (mmol/L)	CO ₃ ²⁻ (mmol/L)
25	8.29	37.5	1.25	11.25	11.25	1.25
50	8.47	75.00	2.50	22.50	22.50	2.50
100	8.62	150.00	5.00	45.00	45.00	5.00
150	8.73	225.00	7.50	67.50	67.50	7.50
200	8.80	300.00	10.00	90.00	90.00	10.00

1.3.2 幼苗培养 幼苗培养于2008年3月11日在西北农林科技大学植物生理实验室进行。采用砂培法,将高温消毒的河砂装入底部有孔的营养钵(13cm×13cm)中,燕麦种子浸种催芽后播入钵中,每盆种20粒,重复3次。为防止盐分外流,钵底垫托盘,流出液仍返回钵中。播种后每盆浇100ml蒸馏水,置于温室中。出苗后移至光照培养箱中,白天25℃下,光照14h,夜间15℃下培养,每天以Hoagland营养液透灌1次。当幼苗达到2叶时,进行盐碱胁迫处理。以含有相应混合盐碱溶液的营养液浇灌幼苗,每3d胁迫1次,每盆50ml,对照只灌营养液。7d后测定抗盐碱的生理生化指标。

1.4 测定指标

1.4.1 发芽率的测定 发芽率(%)=发芽种子数/供试种子数×100%;发芽指数 $G = \sum(G/D)$;活力指数 $V = S \times \sum G/D$;(S 为鲜重, G 为在不同时间 t 天的发芽个数; D 为发芽天数)

1.4.2 生理生化指标的测定 细胞膜透性采用DDS-11C电导率仪测定,以相对电导率(%)表示,相对电导率=(浸泡液电导率值/煮沸后电导率值)×100%^[13];丙二醛(MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸法^[13];脯氨酸(Pro)含量测定采用酸性茚三酮法^[14];可溶性糖(WSS)含量测定采用蒽酮试剂法^[14]。所测指标均选用燕麦的第1、2片真叶为实验材料,每日9:00~10:00采样,测定时重复3次,取平均值。

1.5 数据处理及统计学分析

试验数据为各处理间3次重复平均值,采用SAS分析软件进行方差分析,其它分析使用Excel软件完成。

2 结果与分析

2.1 混合盐碱胁迫对燕麦种子发芽率、发芽指数、活力指数和幼苗生长的影响

种子能够在盐碱胁迫下萌发出苗,是植株在盐

碱条件下生长发育的前提。由于盐碱胁迫主要影响种子吸水膨胀^[13],改变了植物细胞中水和离子的热力学平衡,导致高渗胁迫,离子不平衡和离子毒害,从而成为降低种子发芽率,是限制植物生长和作物产量的重要环境因素。盐碱浓度越大,这种渗透胁迫就越严重^[13]。如表2所示,白燕7号在混合盐碱胁迫浓度大于25mmol/L时,种子发芽率、发芽指数、活力指数、幼苗生长下降,并随着浓度升高,种子萌发受到的抑制增大;白燕1号随着盐碱胁迫强度的增加,发芽率、发芽指数、活力指数、幼苗生长都呈逐渐下降趋势。其中,以上各指标在150~200mmol/L的高浓度盐碱胁迫下,与对照差异都达极显著水平,其中浓度在200mmol/L时,白燕1号已不发芽。

2.2 混合盐碱胁迫对燕麦幼苗期生理生化特性的影响

2.2.1 混合盐碱胁迫对燕麦幼苗期叶片细胞膜透性和丙二醛含量的影响 细胞膜不仅是细胞与环境发生物质交换的主要通道,也是感受环境胁迫最敏感的原生质体。盐分直接影响细胞的膜脂和膜蛋白,使脂膜透性增大和膜脂过氧化加快^[17],从而影响膜的正常生理功能。由于在盐碱胁迫下,燕麦幼苗内自由基代谢失衡,细胞膜很容易受到活性氧攻击,产生膜质过氧化,最终细胞膜功能和结构遭到破坏。如表3所示,燕麦幼苗叶片细胞膜透性随着盐碱浓度的增加呈增加趋势。白燕7号在0~50mmol/L盐碱胁迫范围内,细胞膜透性变化相对较小,与对照差异不显著,表明白燕7号在此盐碱胁迫范围内细胞膜基本不受损伤;在100~200mmol/L高盐碱胁迫范围内,细胞膜透性开始缓慢增大,并呈直线上升趋势,在浓度为150、200mmol/L时与对照差异分别达显著和极显著水平;白燕1号在盐碱浓度为0~200mmol/L时膜透性一直呈直线上升,相同

处理浓度增加幅度均比白燕 7 号, 在浓度为 50~100 mmol/L 时与对照差异分别达显著水平, 在浓度为 150 和 200 mmol/L 时与对照差异达极显著水平, 说

明盐碱胁迫使白燕 1 号细胞膜系统受到损害严重, 初步表明白燕 1 号比白燕 7 号对盐碱胁迫反应更敏感。

表 2 混合盐碱胁迫对燕麦种子发芽率、发芽指数、活力指数的影响

Table 2 Effect of complex saline alkaline stress on GR, GI, VI and its component in leaves of oats seedlings

品种名称 Cultivar	盐碱浓度(mmol/L) Saline-alkaline concentration	发芽率(%) Germination rate	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index	根(cm) Root	地上部分(cm) Aerial part
白燕 7 号 Baiyan 7	0	85.33	21.90	5.48	10.12	8.91
	25	86.67	23.74	5.21	10.17	8.26
	50	75.33	17.53	4.00	8.12	5.33
	100	42.22*	17.12	4.59	7.43	4.91*
	150	23.33**	5.95**	1.45**	4.23**	3.65**
	200	1.11**	1.58**	0.33**	1.35**	0.25**
白燕 1 号 Baiyan 1	0	94.00	16.48	4.93	9.78	7.83
	25	92.00	15.49	3.87	8.24	5.65
	50	53.33*	14.52	3.06	7.64	4.45
	100	52.22*	13.02	3.01	6.89	4.32
	150	34.44**	1.91**	0.50**	2.04**	2.11**
	200	0.00	0.00	0.00	0.30**	0.12**

注: * 为 $P < 0.05$ 水平上的显著; ** 为 $P < 0.01$ 水平上的显著。

Note: * represents the significance at the 0.05 level; ** represents the significance at the 0.01 level.

表 3 混合盐碱胁迫对燕麦幼苗期生理生化特性的影响

Table 3 Effect of complex saline alkaline stress on physiological and biochemical parameters of oats seedlings

项目 Item	品种 Cultivar	盐碱浓度(mmol/L) Saline alkaline concentration					
		0	25	50	100	150	200
相对电导率(%) Relative electrical conductivity	白燕 7 号 Baiyan 7	45.22	50.67	50.41	53.23	57.34*	71.03**
	白燕 1 号 Baiyan 1	47.32	52.73	62.72*	66.10*	73.14**	81.75**
丙二醛含量(mmol/g) MDA contents	白燕 7 号 Baiyan 7	6.53	6.60	6.78	6.95	7.06	7.90
	白燕 1 号 Baiyan 1	3.45	5.70	6.25*	8.44**	9.27**	17.99**
脯氨酸含量(mg/g) Proline content	白燕 7 号 Baiyan 7	203.53	339.31*	474.84*	662.05**	660.79**	677.05**
	白燕 1 号 Baiyan 1	48.10	85.82**	128.50**	228.12**	54.17	58.86
可溶性糖含量(mg/g) Soluble sugar content	白燕 7 号 Baiyan 7	3.57	3.51	3.52	3.75	4.78*	4.86*
	白燕 1 号 Baiyan 1	2.72	2.77	2.67	4.39**	3.74*	3.07*

注: * 为 $P < 0.05$ 水平上的显著; ** 为 $P < 0.01$ 水平上的显著。

Note: * represents the significance at the 0.05 level; ** represents the significance at the 0.01 level.

丙二醛是膜脂过氧化最终分解产物, 其含量可以反映植物遭受胁迫伤害的程度。从表 3 可知, 随着盐胁迫浓度的增大, 白燕 7 号 MDA 含量(以鲜重表示)在 0~200 mmol/L 也增加, 但与对照差异不明显; 白燕 1 号在 0~200 mmol/L 浓度范围内呈递增趋势, 且在 50~200 mmol/L 时与对照差异分别达显著和极显著水平。这也说明白燕 7 号比白燕 1 号膜脂过氧化程度较轻, 遭受逆境伤害程度较轻。

2.2.2 混合盐碱胁迫对燕麦幼苗期叶片中脯氨酸和可溶性糖含量的影响 游离脯氨酸和可溶性糖都

是重要的渗透调节物质。脯氨酸具有保护酶的空间结构, 稳定膜系统, 参与叶绿素的合成, 消除 NH_3 的毒害等作用^[9]。植物体产生脯氨酸是植物适应逆境的一种自我调节方式之一。在盐胁迫下不同植物游离脯氨酸含量增加的幅度不同, 反映出其抵抗盐胁迫的能力不同。结果如表 3 所示: 白燕 7 号在 0~50 mmol/L 盐碱胁迫下, 脯氨酸含量的迅速升高, 且与对照相比差异显著, 当盐碱浓度在 100~200 mmol/L 时, 脯氨酸含量平稳上升, 与对照相比差异达极显著水平; 白燕 1 号在 0~100 mmol/L 时, 脯氨酸含量出

现快速大幅度增长,与对照相比差异达极显著水平,当盐浓度在100~200 mmol/L时,脯氨酸含量出现一个反弹开始下降。万劲等^[13]测定盐胁迫下鸢尾叶片内游离脯氨酸含量变化也出现此现象。

可溶性糖是另一类非常重要的有机渗透调节剂,当植物受到外界环境胁迫时,它便在植物体内迅速积累,以抵抗不良环境对植物的渗透胁迫。由表3可知,在盐碱胁迫下随着盐碱浓度的增大,燕麦幼苗叶片中可溶性糖含量增加,在0~50 mmol/L范围内,白燕7号和白燕1号可溶性糖含量增加趋势不明显;而在100~200 mmol/L范围内,白燕7号中可溶性糖含量呈增加趋势,在150~200 mmol/L时与对照相比差异显著,而白燕1号可溶性糖含量开始下降,这可能是由于白燕1号在高浓度盐胁迫下,植株枯萎、细胞死亡所致。以上结果表明白燕1号对低盐浓度具有适应性和高盐碱浓度的敏感性,白燕7号较白燕1号耐盐碱。

3 讨论

种子能够在盐碱胁迫下萌发出苗,是植株在盐碱条件下生长发育的前提。结果表明:随着盐碱胁迫浓度的增强,白燕7号和1号种子的发芽率、发芽指数、活力指数和幼苗生长都呈下降趋势,这可能是由于盐碱胁迫改变了植物细胞中水和离子的热力学平衡,导致高渗透胁迫,离子不平衡和离子毒害,从而成为降低种子发芽率,限制植物生长。

细胞膜的选择透性是质膜最重要的功能之一。各种逆境伤害往往首先作用于质膜上,造成膜透性的改变或丧失,膜透性的增大是膜系统受破坏的表现之一。因此,膜透性的测定常作为植物抗性研究的一个重要的生理指标。盐碱逆境下质膜的结构被破坏,使细胞的差别透性增大,必然导致胞内电解质外渗,相应的盐碱浓度越大,电解质渗出率越高^[9]。试验结果表明:随着盐碱胁迫浓度的增强,燕麦叶片中细胞膜透性增强,丙二醛含量增加,其中白燕1号较白燕7号增加幅度大,表明白燕1号比白燕7号对盐碱胁迫更敏感,受盐碱危害更重。

盐碱逆境对植物造成的伤害主要是渗透胁迫和离子胁迫。在渗透胁迫下,植物通过渗透调节来适应环境变化,主要是指细胞中合成和积累的有活性并且无毒害作用的溶质的过程,包括游离脯氨酸和可溶性糖。本试验表明,盐碱胁迫时,燕麦通过积累脯氨酸和可溶性糖来进行渗透调节,但是在盐碱胁迫处理过程中,不同品种间游离脯氨酸和可溶性糖积累进程不同,随着盐碱浓度的增加,白燕7号中游

离脯氨酸和可溶性糖自始至终持续积累,随着盐碱胁迫程度的加剧,其积累更为迅速;而白燕1号中游游离脯氨酸和可溶性糖含量在盐碱浓度为100~200 mmol/L时,呈持续下降的趋势。这是由于随着盐碱胁迫浓度增大,白燕1号与白燕7号相比,植株萎蔫进一步加剧,叶绿体受损伤程度增大,使光合速率显著下降,光合产物合成受阻,造成叶片内可溶性糖的积累趋于减慢和停止。这也说明白燕7号比白燕1号较耐盐碱。但关于游离脯氨酸含量与作物耐盐性的关系问题,人们的观点还有分歧,有试验报道,植物体内高脯氨酸含量可能是其适应性强的原因,如羊草^[19]、星星草^[20]、碱茅^[21]、高粱^[22]等;但也有人认为脯氨酸积累并不代表植物抗盐能力的大小^[23];有的学者通过试验得出完全相反的结论,即脯氨酸的积累量与其耐盐性呈负相关^[24]。这需要进一步的深入研究。而关于可溶性糖在植物抗盐生理中的作用也有许多报道。在盐胁迫下,可溶性糖含量的变化因物种而异。羊草^[23]、高粱^[23]在盐胁迫下可溶性糖有明显的积累,而对枸杞^[25]和碱茅^[21]的研究结果却是随着盐胁迫的加重叶片中可溶性糖含量相对于对照略有下降。这也有待于进一步的研究。

植物的抗盐性是一种多基因控制的复杂性状^[27],它是植物在长期的生态适应过程中形成的结果,并随着生长发育进程与环境条件而变化。因此,不同种甚至是同一种不同生态型植物之间抗逆性也存在很大的差异^[28,29],而对于不同燕麦品种间抗盐碱性还需进一步研究。

参考文献:

- [1] 李述刚,程心俊,王周琼.荒漠绿洲农业生态系统[M].北京:气象出版社,1998:75-90.
- [2] 赵可夫.植物抗盐生理[M].北京:中国科学技术出版社,1993:3-4.
- [3] 李树华,许兴,惠红霞,等.土壤盐碱胁迫对春小麦 K^+ 、 Na^+ 选择性吸收的影响[J].西北植物学报,2002,22(3):587-594.
- [4] 斯琴巴特尔,吴红英.土壤的盐碱化对玉米的胁迫作用[J].内蒙古大学学报(自然科学版),2002,33(3):309-312.
- [5] 殷立娟,祝玲.羊草苗对盐碱胁迫的反应和适应性[J].东北师大学报(自然科学版),1989,(4):87-95.
- [6] 王波,宋凤斌.燕麦对盐碱胁迫的反应和适应性[J].生态环境,2006,15(3):625-629.
- [7] 王波,赵敏,张金才,等.燕麦对盐碱胁迫的生理响应[J].水土保持学报,2007,21(3):86-89.
- [8] 王波,赵敏,张金才,等.盐碱胁迫对燕麦光合特性的影响[J].中国农学通报,2007,23(5):235-238.
- [9] 王波,宋凤斌,刘胜群,等.盐碱胁迫对燕麦叶绿体超微结构及一些生理指标的影响[J].吉林农业大学学报,2005,27(5):473-477,478.

- [10] 杨 科, 张保军, 王淑华, 等. 盐碱胁迫对燕麦产量及其籽粒品质的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 11(增刊): 155—159.
- [11] 王艳树, 李凤山, 张玉霞, 等. 盐碱胁迫对蓖麻种子萌发的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(1): 41—43.
- [12] 白宝璋, 孙存华, 田文勋, 等. 植物生理学(实验教程)[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1998: 27—28, 104—105, 109—110.
- [13] 赵世杰, 刘华山, 董新纯. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1998.
- [14] 白宝璋, 史安国, 赵景阳, 等. 植物生理学[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2001: 60—61, 120—121.
- [15] 苏 实, 练薇薇, 杨文杰. 盐胁迫对番茄种子萌发和幼苗生长的效应[J]. 华北农学报, 2006, 21(5): 24—27.
- [16] 孙小芳, 刘友良, 陈 沁. 棉花耐盐性研究进展[J]. 棉花学报, 1998, 10(3): 118—124.
- [17] 吕 庆, 郑荣梁. 干旱及活性氧引起的膜脂过氧化与脱脂化[J]. 中国科学(C 辑), 1996, 26(1): 26—30.
- [18] 万 劲, 石 雷, 张金政, 等. 盐胁迫对鸢尾叶片生理指标的影响[J]. 南京农业大学学报, 2006, 30(1): 57—60.
- [19] 殷立娟, 石德成. 东北碱化草地的主要盐分 Na_2CO_3 对羊草危害因素分析[J]. 草业学报, 1993, 2(1): 1—5.
- [20] 尹尚军, 石德成, 颜 红. Na_2CO_3 胁迫下星星草胁迫反应部位的差异[J]. 草业学报, 2001, 10(4): 101—106.
- [21] 王锁民, 朱兴运, 王增荣. 渗透调节在碱茅(*Puccinellia tenuiflora*) 幼苗适应盐逆境中的作用初探[J]. 草业学报, 1993, 2(3): 40—46.
- [22] 高庆义, 王宝山. 高粱叶中有机渗透调节物质对 NaCl 胁迫的响应[J]. 山东大学学报, 1998, 13(3): 300—305.
- [23] Sabu A, Sheeja T E, Nambison P. Comparison of proline accumulation in callus and seedlings of two cultivars of *Oryza sativa* L. differing in salt tolerance[J]. Indian J Exp Bot, 1995, 33(2): 139—141.
- [24] Haro R, Baneulos M A, Quintero F J, et al. Genetic basis of sodium tolerance in yeast - A model for plants[J]. Physiol Plant, 1993, 89: 868—874.
- [25] 颜 宏, 石德成, 尹尚军, 等. 盐、碱胁迫对羊草体内 N 及几种有机代谢产物积累的影响[J]. 东北师范大学学报, 2000, 32(3): 47—51.
- [26] Petrusal M, Wiriol L. Proline status in salt tolerant and salt sensitive alfalfa cell lines and plants in response to NaCl [J]. Plant Physiol Biochem, 1997, 35: 303—310.
- [27] 庄巧生, 杜振华. 中国小麦育种进展[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 287—293.
- [28] 易 津, 王学敏, 谷安琳, 等. 驼绒藜属牧草种苗耐盐性评价及生理基础研究[J]. 草地学报, 2003, (2): 110—116.
- [29] 侯建华, 云锦风, 张东晖. 羊草与灰色桉草及其杂交种的耐盐生理特性比较[J]. 草业学报, 2005, 14(1): 73—77.

Effects of complex saline alkaline stress on seeds germination and physiological and biochemical parameters of oats seedlings

YANG Ke¹, ZHANG Bao jun^{1*}, HU Yin gang¹, WANG Shu hua², XUE Xiao feng²

(1. College of Agronomy, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China ;

2. Hingbian County Science and Technology Bureau, Hingbian, Shaanxi 718600, China)

Abstract : The effects of complex saline alkaline stress on seeds germination and the physiological and biochemical parameters of oats seedlings were studied in detail. The result showed that the germination rate, germination index, vigor index of seeds and seedling growth were both declined; membrane permeability and content of MDA increased as complex saline alkali concentration was increased, and the increasing of membrane permeability and MDA content of *Avena nuda* L. was greater than that of *Avena Sativa* L., which indicated that *Avena nuda* L. was more sensitive to salt than *Avena Sativa* L., and the degree of harm by the saline alkaline is greater than *Avena Sativa* L. too; as while the accumulation of free proline and soluble sugar increased, and *Avena Sativa* L. was increased significantly. The result showed that the osmotic regulation in *Avena Sativa* L. is mainly by means of synthesizing or accumulating organic solute, and when saline alkali stress concentration exceeded 100~200 mmol/L, the free proline content and soluble sugar content declined instead, although the mechanism of this effect is not clear. By analyzing comprehensively these physiological indexes, the result indicated that the order of the alkali-saline tolerance of seeds of 2 varieties was Baiyan 7 > Baiyan 1.

Key words : oats; complex saline alkaline stress; seed germination; physiological and biochemical parameter