

王薇薇,祖艳侠,吴永成,等.盐胁迫对豇豆幼苗离子分布的影响[J].江苏农业科学,2019,47(12):161-164.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.12.035

# 盐胁迫对豇豆幼苗离子分布的影响

王薇薇,祖艳侠,吴永成,郑佳秋,刘云芬,梅 燚,郭 军

(江苏沿海地区农业科学研究所,江苏盐城 224002)

**摘要:**以盐豇 1 号为试验材料,采用水培法研究不同浓度 NaCl 胁迫对豇豆幼苗不同器官离子分布的影响。结果表明,盐胁迫条件下,大量  $\text{Na}^+$  进入幼苗体内,而抑制  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  进入。盐胁迫下,幼苗根部和茎中存在较多的  $\text{Na}^+$ ,叶片中含量最低,但叶片和茎中  $\text{Na}^+$  增幅较大,根系  $\text{Na}^+$  增幅较小,避免根部  $\text{Na}^+$  过多积累,可以维持豇豆根系活力缓解盐毒害。随着盐胁迫的加重,幼苗根部和茎的  $\text{K}^+$  含量明显降低,叶片  $\text{K}^+$  含量能保持稳定水平或有所上升,维持了较高的  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  比值。NaCl 处理后叶片中的  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  含量变化幅度较低; $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$  和  $\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$  比值均随盐浓度增加而降低,叶片中的  $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$  和  $\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$  比值始终高于根和茎。综合看,盐胁迫影响豇豆幼苗各器官中的离子分布, $\text{Na}^+$  含量增加, $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  含量降低;各组织中的  $\text{K}^+/\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$  和  $\text{Mg}^{2+}/\text{Na}^+$  比值随盐胁迫浓度增加而下降。

**关键词:**豇豆;盐胁迫;离子分布;水培法

**中图分类号:** S643.401 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)12-0161-03

土壤盐碱化是全球性的重大资源问题 and 环境问题,是限制植物生长和降低作物产量的重要因素。由于不合理的灌溉、耕作、化肥的大量使用和工业污染的加重等原因,导致次生盐碱化土壤面积每年还在急剧增加。目前,我国受到不同程度盐碱化侵害的土地面积约为  $9.9 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ,是世界盐碱土面积的 10%<sup>[1]</sup>。人口的增加,可耕地面积的不断退化,严重影响着农林业的发展。另一方面,我国 80% 的盐碱地处于荒废状态<sup>[2]</sup>。因此,合理改造和利用盐碱地已成为世界性的战略。盐碱土改良主要采用物理、化学和生物方法,其中生物方法改良普遍认为是最经济高效的改良方式<sup>[3]</sup>,而优良的耐盐品种则是关键。通过生物技术的手段选择和培育耐盐植物品种,进行盐碱地、弃耕地的修复重建,可提高土地生产力,促进区域生态系统良性循环<sup>[4]</sup>。

根据植物的耐盐能力,可将植物分为盐生植物和甜土植物。盐生植物是将环境中吸收的大量盐分主要积累在叶肉细胞的液泡中,通过在细胞质中合成小分子有机物来维持与液泡的渗透平衡。绝大多数植物属甜土植物,甜土植物在受到盐胁迫时主要表现为渗透胁迫、离子毒害以及营养亏缺<sup>[5]</sup>。渗透胁迫对干物质分配、细胞伸展、叶片光合作用等造成不利影响,抑制植物生长<sup>[6]</sup>。一般植物在高浓度盐碱土上不能正常完成生育期的原因是高浓度的  $\text{Na}^+$  对植物产生毒害作用<sup>[7]</sup>。过量的  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$  在植物体内积累会破坏细胞膜的正常结构,增加膜的通透能力,影响植物对其他营养离子的吸收,破坏细胞内的离子平衡,造成植物营养失调,同时会产生

单盐毒害<sup>[8]</sup>。研究表明,植物的耐盐性与植株地上部对  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$  积累的限制力及低  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  比值保持能力有关<sup>[9]</sup>。因此,一定盐度范围内维持地上部  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  值是植物耐盐的重要机制之一。

豇豆(*Vigna unguiculata* L.)属豆科豇豆属,耐盐性中等,是我国夏秋两季重要的蔬菜作物之一,具有极高的营养价值和食疗价值。有关盐碱胁迫对豇豆影响的报道多集中于种子发芽、营养生长和产量等方面<sup>[10]</sup>。国内外学者对盐碱胁迫下植物幼苗离子含量进行了大量研究,但以豇豆幼苗为试材研究耐盐机理的报道较少。植物体内离子含量对植株的正常生长至关重要。因此,本试验以盐豇 1 号为研究对象,考察不同盐浓度胁迫处理下豇豆幼苗根、茎、叶片中  $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  含量的变化,为耐盐豇豆品种的选育、栽培提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

豇豆品种:盐豇 1 号,由江苏沿海地区农业科学研究所蔬菜花卉研究室育成。

### 1.2 试验处理

豇豆种子于 2017 年 6 月下旬正常播种在穴盘中,14 d 后选取长势一致的幼苗,小心清洗根部泥土,移至中转箱中,每盆移栽 10 株幼苗。采用营养液水培 7 d 后加入不同浓度 NaCl 对幼苗进行盐胁迫处理,设 4 个盐分浓度:50、100、150、200 mmol/L NaCl,每处理 3 个重复,每重复 10 株幼苗。以不加 NaCl 的营养液作为对照。处理 7 d 后进行采样测定。穴盘苗及水培苗均放在室外,常规管理。

### 1.3 测定项目和方法

离子含量测定:将植株分成根、茎、叶 3 个部分,迅速放入 105 ℃烘箱中杀青 30 min,80 ℃烘干至恒质量,取烘干的根、茎、叶粉碎研磨后,过 30 目筛,精确称量 0.2 g,加入

收稿日期:2018-01-29

基金项目:江苏省苏北科技专项(编号:SZ-YC2017027)。

作者简介:王薇薇(1988—),女,江苏盐城人,硕士,研究方向为蔬菜栽培及育种。E-mail:754776303@qq.com。

通信作者:郭 军,研究员,研究方向为蔬菜栽培及育种。E-mail:guojunyc@126.com。

HNO<sub>3</sub>: HClO<sub>4</sub> = 8.7 : 1.3 混合液 10 mL 静置过夜,瓶口上放一小漏斗,置于电炉上加热消煮,消煮液呈无色或清亮后,继续消煮 5 ~ 10 min。溶液定容后,用原子吸收仪测定 K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup> 含量。

1.4 数据处理

采用 Excel 2010 和 SPSS 19.0 进行数据处理及统计分析。表中数据均为 3 次重复的平均值 ± 标准误。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对豇豆不同部位 Na<sup>+</sup> 含量的影响

表 1 显示,在 NaCl 胁迫下,豇豆幼苗茎、根中 Na<sup>+</sup> 含量较多,叶片中 Na<sup>+</sup> 含量较少。随着盐浓度的增加,幼苗各器官中 Na<sup>+</sup> 含量显著增加,但各器官的增幅不同。50 mmol/L NaCl 处理,根、茎、叶片中 Na<sup>+</sup> 含量增幅较小。随着盐浓度增加,各器官 Na<sup>+</sup> 含量增幅明显,增加幅度最小的器官是根系。50、100、150、200 mmol/L NaCl 处理根系中 Na<sup>+</sup> 含量分别为对照的 0.306、1.993、2.197、1.713 倍,且各处理间差异显著 ( $P < 0.05$ );50、100、150、200 mmol/L NaCl 处理茎中 Na<sup>+</sup> 含量分别为对照的 0.218、2.458、2.754、3.061 倍,且各处理间差异显著 ( $P < 0.05$ );50、100、150、200 mmol/L NaCl 处理叶片中 Na<sup>+</sup> 含量分别为对照的 0.424、1.691、3.753、5.048 倍,且各处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )。

表 1 盐胁迫下幼苗不同器官 Na<sup>+</sup> 含量的变化

盐分浓度 (mmol/L)	Na <sup>+</sup> 含量(g/kg)		
	根	茎	叶
0	7.961 ± 0.382e	8.007 ± 0.151e	3.284 ± 0.103e
50	10.401 ± 0.229d	9.756 ± 0.182d	4.677 ± 0.286d
100	23.832 ± 0.713b	27.692 ± 0.446c	8.838 ± 0.598c
150	25.452 ± 0.317a	30.059 ± 0.765b	15.609 ± 0.379b
200	21.598 ± 0.359c	32.522 ± 0.407a	19.860 ± 0.344a

注:同列数据后不同小写字母表示在不同浓度处理之间差异显著 ( $P < 0.05$ )。下表同。

2.2 盐胁迫对豇豆不同部位 K<sup>+</sup> 含量的影响

如表 2 所示,对照和 NaCl 处理条件下,K<sup>+</sup> 含量在幼苗不同器官间的分布规律为茎 > 叶片 > 根。与对照相比,50 mmol/L NaCl 处理后,幼苗叶片中 K<sup>+</sup> 含量上升 26.947%;NaCl 浓度高于 100 mmol/L 后,幼苗叶片中 K<sup>+</sup> 含量开始降低,与对照无显著性差异。50、100 mmol/L 处理幼苗茎中 K<sup>+</sup> 含量较根和叶片降幅最大,分别较对照下降 27.521%、30.284%;150、200 mmol/L 处理后,分别较对照下降 35.543%、39.839%。随着 NaCl 浓度的增加,根中 K<sup>+</sup> 含量分别较对照降低 21.969%、22.400%、42.675%、53.173%,其中 150、200 mmol/L 处理后 K<sup>+</sup> 含量较茎和叶片下降幅度最大。

2.3 盐胁迫对豇豆不同部位 Ca<sup>2+</sup> 含量的影响

如表 3 所示,在 5 个处理条件下,幼苗叶片中 Ca<sup>2+</sup> 含量最多,为主要积累部位。幼苗叶片中 Ca<sup>2+</sup> 含量比较稳定,除了 50 mmol/L NaCl 处理时较其余处理有所下降,总体上较对照无显著差异。茎中 Ca<sup>2+</sup> 含量随着 NaCl 浓度的升高分别较对照降低 14.200%、20.268%、18.717%、20.623%,降幅明显。150 mmol/L NaCl 处理后根中的 Ca<sup>2+</sup> 含量较对照增加 2.346%,增幅不显著,其余浓度均显著低于对照 ( $P < 0.05$ )。

表 2 盐胁迫下幼苗不同器官 K<sup>+</sup> 含量的变化

盐分浓度 (mmol/L)	K <sup>+</sup> 含量(g/kg)		
	根	茎	叶
0	6.545 ± 0.190a	13.308 ± 0.184a	6.905 ± 0.257b
50	5.107 ± 0.2206b	9.646 ± 0.180b	8.766 ± 0.521a
100	5.079 ± 0.260b	9.278 ± 0.153b	6.432 ± 0.082b
150	3.7520 ± 0.111c	8.578 ± 0.258c	6.413 ± 0.198b
200	3.065 ± 0.116d	8.006 ± 0.228c	6.705 ± 0.4570b

表 3 盐胁迫下幼苗不同器官 Ca<sup>2+</sup> 含量的变化

盐分浓度 (mmol/L)	Ca <sup>2+</sup> 含量(g/kg)		
	根	茎	叶
0	16.751 ± 0.408a	13.795 ± 0.170a	32.566 ± 0.612ab
50	15.402 ± 0.637b	11.836 ± 0.171b	30.885 ± 0.565b
100	13.827 ± 0.023c	10.999 ± 0.164c	35.175 ± 0.615a
150	17.144 ± 0.339a	11.213 ± 0.193c	34.053 ± 0.982a
200	13.147 ± 0.367c	10.950 ± 0.247c	33.560 ± 1.186ab

2.4 盐胁迫对豇豆不同部位 Mg<sup>2+</sup> 含量的影响

表 4 显示,NaCl 胁迫处理后 Mg<sup>2+</sup> 含量总体上为叶片 > 茎 > 根。盐处理后幼苗根中 Mg<sup>2+</sup> 含量降低,分别较对照降低 15.386%、11.445%、14.410%、24.815%,除了 100 mmol/L NaCl 处理下降不显著,其余处理均显著低于对照 ( $P < 0.05$ )。NaCl 处理后幼苗茎中 Mg<sup>2+</sup> 含量显著低于对照 ( $P < 0.05$ ),分别较对照下降 34.499%、30.377%、33.339%、28.468%。50 mmol/L NaCl 处理后,叶片中 Mg<sup>2+</sup> 含量下降缓慢,较对照下降 3.078%;100 ~ 200 mmol/L NaCl 处理后,Mg<sup>2+</sup> 含量下降显著,分别比对照降低 10.020%、7.409%、6.910%。

表 4 盐胁迫下幼苗不同器官 Mg<sup>2+</sup> 含量的变化

盐分浓度 (mmol/L)	Mg <sup>2+</sup> 含量(g/kg)		
	根	茎	叶
0	7.689 ± 0.413a	12.154 ± 0.258a	9.421 ± 0.193a
50	6.506 ± 0.255bc	7.961 ± 0.243b	9.131 ± 0.211ab
100	6.809 ± 0.289ab	8.462 ± 0.170b	8.477 ± 0.205c
150	6.581 ± 0.221bc	8.102 ± 0.266b	8.723 ± 0.096bc
200	5.781 ± 0.234c	8.694 ± 0.283b	8.770 ± 0.153bc

2.5 盐胁迫对豇豆不同部位 K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>/Na<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>/Na<sup>+</sup> 比值的影响

盐胁迫环境中,植株体内维持正常的矿质营养元素与 Na<sup>+</sup> 的比值是植物耐盐性的重要生理表现,尤其是植物体内 K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> 比值是衡量植物耐盐性的重要指标之一。由表 5 可见,在盐胁迫下,幼苗根、茎、叶片各部位 K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>/Na<sup>+</sup> 和 Mg<sup>2+</sup>/Na<sup>+</sup> 比值均随着 NaCl 浓度的升高而降低,与对照存在显著性差异 ( $P < 0.05$ )。比较根、茎、叶片的 K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> 比值,无论是对照还是盐胁迫,幼苗 K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> 比值由地下到地上器官均为逐渐增加趋势。5 个处理下幼苗 Ca<sup>2+</sup>/Na<sup>+</sup> 比值始终为叶片 > 根 > 茎。0 ~ 150 mmol/L NaCl 处理,幼苗 Mg<sup>2+</sup>/Na<sup>+</sup> 比值为叶片 > 茎 > 根,200 mmol/L NaCl 处理,幼苗 Mg<sup>2+</sup>/Na<sup>+</sup> 比值为叶片 > 根 > 茎。

3 结论与讨论

离子稳衡态是植物抗盐的主要机制<sup>[11]</sup>。植物受到盐胁迫

表 5 盐胁迫下豇豆幼苗不同器官的  $K^+/Na^+$ 、 $Ca^{2+}/Na^+$ 、 $Mg^{2+}/Na^+$  比值的变化

器官	盐分浓度 (mmol/L)	$K^+/Na^+$ 比值	$Ca^{2+}/Na^+$ 比值	$Mg^{2+}/Na^+$ 比值
根	0	$0.826 \pm 0.049a$	$2.109 \pm 0.056a$	$0.975 \pm 0.098a$
	50	$0.492 \pm 0.030b$	$1.479 \pm 0.028b$	$0.626 \pm 0.029b$
	100	$0.214 \pm 0.018c$	$0.581 \pm 0.017c$	$0.287 \pm 0.021c$
	150	$0.147 \pm 0.006c$	$0.674 \pm 0.021c$	$0.259 \pm 0.010c$
	200	$0.142 \pm 0.008c$	$0.609 \pm 0.027c$	$0.268 \pm 0.013c$
茎	0	$1.663 \pm 0.026a$	$1.725 \pm 0.047a$	$1.518 \pm 0.032a$
	50	$0.989 \pm 0.017b$	$1.215 \pm 0.040b$	$0.816 \pm 0.010b$
	100	$0.335 \pm 0.008c$	$0.397 \pm 0.012c$	$0.306 \pm 0.010c$
	150	$0.286 \pm 0.011d$	$0.372 \pm 0.016c$	$0.270 \pm 0.010c$
	200	$0.246 \pm 0.004d$	$0.337 \pm 0.010c$	$0.267 \pm 0.011c$
叶	0	$2.104 \pm 0.069a$	$9.929 \pm 0.236a$	$2.871 \pm 0.032a$
	50	$1.874 \pm 0.012b$	$6.654 \pm 0.438b$	$1.963 \pm 0.097b$
	100	$0.734 \pm 0.050c$	$4.021 \pm 0.306c$	$0.967 \pm 0.060c$
	150	$0.411 \pm 0.011d$	$2.187 \pm 0.115d$	$0.560 \pm 0.020d$
	200	$0.337 \pm 0.017d$	$1.693 \pm 0.824d$	$0.442 \pm 0.015d$

胁迫时,常导致细胞内离子稳态的破坏,造成离子毒害和矿质营养缺乏,影响植株正常生长。植物体内的离子稳态失衡是由于过多的  $Na^+$  内流引起的。盐胁迫下,西瓜根、茎和叶片中  $Na^+$  含量显著增加,低盐胁迫下根是主要的聚  $Na^+$  部位,高盐环境下  $Na^+$  主要积累在茎中,叶片含量相对较低<sup>[12]</sup>。小麦  $Na^+$  主要积累在根部和茎基部,地上部  $Na^+$  含量较少<sup>[13]</sup>。本试验中,盐胁迫处理后,豇豆幼苗各器官中的  $Na^+$  含量显著高于对照,幼苗体内  $Na^+$  主要存在于茎、根中,叶片中含量始终处于较低水平,这与白三叶耐盐品种 1212 各部位含量依次为叶片 > 根 > 茎的结果<sup>[14]</sup> 相反。随着盐浓度的增加,  $Na^+$  含量增加幅度最小的部位为根,这对维持豇豆根系活力是有益的,可以缓解盐毒害;而茎和叶片中  $Na^+$  含量变化较大,说明盐胁迫下地上部分对盐离子的截留、积累非常显著。

$K^+$  是重要的渗透调节组分,也是植物生长发育所必需的大量元素。盐环境下  $Na^+$  大量进入细胞,由于  $Na^+$  和  $K^+$  有相似的离子半径和水合能,  $Na^+$  竞争  $K^+$  的吸收位点及活性位点,严重阻碍植株对  $K^+$  的吸收,致使依赖  $K^+$  的酶活性及代谢过程受到抑制,从而抑制生长。本试验中,随着盐浓度增加,  $Na^+$  进入植物体内越多,  $K^+$  进入植物体内就越少。豇豆茎中  $K^+$  含量始终高于叶片和根,这与结球甘蓝的研究结果<sup>[15]</sup> 一致。盐胁迫处理后根、茎中  $K^+$  含量迅速下降,与对照差异显著;低浓度处理时,茎中  $K^+$  含量降幅最大;高浓度处理后,根中  $K^+$  含量降幅最大。低盐胁迫后叶片中  $K^+$  含量较对照显著增加,其余处理  $K^+$  含量低于对照,但无显著性差异。 $K^+/Na^+$  比值是衡量植物耐盐性的一个重要指标,是反映幼苗对  $K^+$  和  $Na^+$  相对吸收的情况。NaCl 胁迫处理下,幼苗根、茎、叶片中的  $K^+/Na^+$  比值均较对照显著降低,由地下到地上器官均为逐渐增加趋势,说明幼苗体内的  $Na^+$  增加均不同程度抑制了各器官对  $K^+$  的吸收,根系吸收的  $K^+$  多向地上部分运输,从而保持茎、叶片中高  $K^+/Na^+$  比值。

$Ca^{2+}$  在盐胁迫下能够维持细胞膜的完整性,调节植物体细胞内离子平衡,增加离子由土壤进入植物根系的选择性,即抑制植物对  $Na^+$  的吸收,促进对  $K^+$  的积累,提高植物的耐盐性。在本试验中,随着盐浓度的增加,  $Ca^{2+}$  含量逐步降低。叶片中  $Ca^{2+}$  含量最高,根次之,茎中  $Ca^{2+}$  含量最低。茎中  $Ca^{2+}$

下降幅度最大,与对照差异显著。根中  $Ca^{2+}$  含量除了 150 mmol/L 处理后较对照无差异,其余处理均显著降低。叶片中  $Ca^{2+}$  含量变化不大,与对照差异不显著。盐胁迫环境下,幼苗维持叶部细胞一定浓度的  $Ca^{2+}$  有利于避免幼苗营养亏缺,是其适应胁迫的重要特征。随着幼苗体内  $Na^+$  含量的增加,幼苗各器官中  $Ca^{2+}/Na^+$  比值也随着盐浓度的增加而降低,较对照均差异显著。幼苗各器官的  $Ca^{2+}/Na^+$  比值大小始终为叶片 > 根 > 茎。说明盐胁迫下幼苗对  $Ca^{2+}$  的吸收能力降低,相对而言叶片对  $Ca^{2+}$  的吸收保持在较高水平。

$Mg^{2+}$  是植物生长必需的营养元素,同时也是叶绿素分子的重要组成部分,在光合作用中有着其他二价离子所不可替代的作用。本研究中,盐胁迫造成豇豆各器官中  $Mg^{2+}$  含量降低,茎中  $Mg^{2+}$  含量降低幅度最大,其次是根和叶片。这与孙景波等报道的盐胁迫明显降低桑树茎中  $Mg^{2+}$  浓度的结果<sup>[16]</sup> 一致。 $Mg^{2+}/Na^+$  比值与盐浓度呈负相关,随着盐浓度升高,  $Mg^{2+}/Na^+$  比值逐渐降低,叶片  $Mg^{2+}/Na^+$  比值始终高于茎和根的  $Mg^{2+}/Na^+$  比值,盐胁迫下叶片中保持较高的  $Mg^{2+}$  对维持幼苗光合作用是有利的。

#### 参考文献:

- [1] 范 远,任长忠,李品芳,等. 盐碱胁迫下燕麦生长及阳离子吸收特征[J]. 应用生态学报,2011,22(11):2875-2882.
- [2] 杨 真,王宝山. 中国盐碱地改良利用技术研究进展及未来趋势[J]. 水土保持,2014,2(1):1-11.
- [3] 龙卫华. 油菜发芽期耐盐评价、筛选与盐胁迫下根转录组分析[D]. 北京:中国农业科学院,2015.
- [4] 赵可夫,范 海. 盐生植物及其对盐渍生境的适应生理[M]. 北京:科学出版社,2005:30-31.
- [5] 祁栋灵,韩龙植,张三元. 水稻耐盐/碱性鉴定评价方法[J]. 植物遗传资源学报,2005,6(2):226-230,235.
- [6] Greenway H, Munns R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes[J]. Annual Review of Plant Physiology,1980,31(1):149-190.
- [7] Leonova T G, Goncharova E A, Khodorenko A V, et al. Characteristics of salt-tolerant and salt-susceptible cultivars of barley[J]. Russian Journal of Plant Physiology,2005,52(6):774-778.

杨瑞平,安成立,王逸珺,等. 中华猕猴桃控制授粉对果实性状的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(12):164-166.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.12.036

# 中华猕猴桃控制授粉对果实性状的影响

杨瑞平<sup>1,2</sup>, 安成立<sup>2</sup>, 王逸珺<sup>2</sup>, 郭学雨<sup>2</sup>, 张超<sup>2</sup>

(1 盐城师范学院/江苏省盐土生物资源研究重点实验室/江苏省滩涂生物资源与环境保护重点实验室/  
江苏滩涂生物农业协同创新中心,江苏盐城 224007;2 西北农林科技大学,陕西杨凌 712100)

**摘要:**为了研究中华猕猴桃控制授粉对果实性状的影响,以猕猴桃品种脐红、Herd-1、Jin-2 为试验材料,设修剪柱头 0、2、5、8、11、14、17、22、27、32 个共 10 个处理,以全部柱头授粉为对照,收获后测量单果质量、果形指数和种子数量的变化。单果质量测定结果表明:随授粉柱头数量增加,单果质量迅速增加,当脐红授粉柱头 $\geq 8$  个时,单果质量为 87.3~97.5 g,与全部柱头授粉(CK)的单果质量 91.3 g 无明显差异;Herd-1 与 Jin-2 授粉柱头 $\geq 17$  个时,单果质量在 43.3~47.6 g 之间,与对照的单果质量 48.3 g 无明显差异。果形指数也随着授粉柱头数量的增加而变大,授粉柱头为 5~11 个时,果形指数为 1.10~1.31,低于全部柱头授粉(CK)的果形指数值 1.33,当授粉柱头 $\geq 14$  个时,果形指数在 1.29~1.33 之间,与对照无明显差异。种子的数量与单果质量变化基本一致。综之,从产量因素和商品性指标看,中华猕猴桃人工充分授粉的柱头数量指标以 14 为最佳,高于 14,会增加花粉的使用量,低于 11,会降低果实单果质量、果形指数和种子数量,造成减产和商品性下降。

**关键词:**中华猕猴桃;控制授粉;单果质量;果形指数

**中图分类号:** S663.404 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)12-0164-03

中国是猕猴桃的原产地,种质资源丰富<sup>[1-2]</sup>。充分授粉是猕猴桃商品化的重要基础,生产上由于授粉不充分而造成坐果率下降,单果质量小,果实内种子数减少,直接影响猕猴桃产量、商品率等,导致经济效益下降。

猕猴桃充分授粉程度与授粉柱头数量有关,潘林娜等研究表明,猕猴桃的人工授粉效果与授粉柱头的位置没有关系,但与授粉的柱头数目有关,果实重量随着授粉的柱头数目增多而增加,但只要 2 个柱头授粉,就能使猕猴桃的重量达到商品果的要求<sup>[3]</sup>。安成立、刘占德等研究了美味猕猴桃不同授粉柱头对果实性状的影响,指出不同柱头授粉对单果质量、坐果率及果形指数有重要影响。授粉柱头数 $\leq 11$  个,主要指标明显低于全部柱头授粉<sup>[4]</sup>,授粉柱头数 $\geq 17$  个,各项指标与

全部柱头授粉无明显差异。但对中华猕猴桃不同授粉柱头数量对果实性状影响的研究未见报道。

尽管中华猕猴桃在大面积栽培中占比较小,但是中华猕猴桃具有独特的资源优势 and 市场价格优势,资源优势包括红心品种的果肉色泽鲜艳,品味独特,黄肉品种资源少<sup>[5-8]</sup>,适宜大面积栽培的品种更少,因而,红心品种和黄肉品种种植的经济效益非常突出,其中,在四川、秦岭以南其他猕猴桃产区有较好的发展优势<sup>[9-10]</sup>。因此,研究中华猕猴桃控制授粉技术也是猕猴桃生产当中亟待解决的关键技术。

本研究选用脐红为红心品种中的代表品种,同时选用红心新品系 Herd-1,黄肉型选用综合抗性突出的新品系 Jin-2 进行控制授粉试验研究,旨在发现中华猕猴桃授粉规律,明确中华猕猴桃充分授粉的数量指标,为精准控制授粉技术提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验以中华猕猴桃品种脐红、中华猕猴桃品系 Herd-1 和 Jin-2 为试材。

收稿日期:2018-04-08

基金项目:国家星火计划(编号:2012GA105008);2016 年江苏省盐土生物资源研究重点实验室开放课题(编号:72461666019G)。

作者简介:杨瑞平(1980—),女,河北石家庄人,博士,助理研究员,主要从事园艺植物生理生态研究。E-mail:yrp53407@126.com。

通信作者:安成立,硕士,副研究员,主要从事农业科技创新研究与农业技术推广工作。E-mail:can84114@163.com。

[8]郭文忠,刘声锋,李丁仁,等. 设施蔬菜土壤次生盐渍化发生机理的研究现状与展望[J]. 土壤,2004,36(1):25-29.

[9]王宝山,邹琦,赵可夫. NaCl 胁迫对高粱不同器官离子含量的影响[J]. 作物学报,2000,26(6):845-850.

[10]李依,潘磊,吴华,等. 60 份豇豆品种资源的耐盐能力评价[J]. 植物遗传资源学报,2016,17(1):70-77.

[11]刘志华,赵可夫. 盐胁迫对稗草生长及 Na<sup>+</sup> 和 K<sup>+</sup> 含量的影响[J]. 植物生理与分子生物学报,2005,31(3):311-316.

[12]韩志平,郭世荣,郑瑞娜,等. 盐胁迫对小型西瓜幼苗体内离子

分布的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2013,19(4):908-917.

[13]杨洪兵,陈敏,王宝山,等. 小麦幼苗拒 Na<sup>+</sup> 部位的拒 Na<sup>+</sup> 机理[J]. 植物生理与分子生物学报,2002,28(3):181-186.

[14]徐威,袁庆华,王瑜,等. 盐胁迫下白三叶幼苗离子分布规律的初步研究[J]. 中国草地学报,2011,33(5):33-39.

[15]顾闻峰,王乃顶,王伟义,等. NaCl 胁迫对结球甘蓝幼苗生长及体内离子分布的影响[J]. 江苏农业学报,2015,31(3):638-644.

[16]孙景波,孙广玉,刘晓东,等. 盐胁迫对桑树幼苗生长、叶片水分状况和离子分布的影响[J]. 应用生态学报,2009,20(3):543-548.