

超重力处理对大白菜叶绿素含量及 NaCl 胁迫处理对种子发芽率的影响

段国锋¹, 李丽娟², 郭春绒³, 杨致芬³, 王如福⁴

(1. 山西农业大学 园艺学院, 山西 晋中 030801; 2. 山西农业大学 信息学院, 山西 晋中 030801;

3. 山西农业大学 文理学院, 山西 晋中 030801; 4. 山西农业大学 食品科学院, 山西 晋中 030801)

摘 要:以“新丰抗 90”白菜种子为试验材料, 在 $1\ 000\times g$ 、 $2\ 000\times g$ 、 $4\ 000\times g$ 3 种不同超重力的条件下, 以未做离心处理的种子为对照, 分别处理 20、40、60 min 后, 一部分种子种于苗盘内于幼苗期测定其叶绿素含量; 另一部分种子经过 50、100、150 mmol/L 3 个不同浓度的盐胁迫处理, 以不进行任何胁迫处理的 0 mmol/L 为对照, 分别测定其发芽率。结果表明: $1\ 000\times g$ 超重力处理较其它超重力处理显著提高了白菜叶绿素含量和种子抗盐胁迫能力; 较低的超重力处理对提高白菜叶绿素含量和种子抗盐胁迫能力有利, 较高的超重力则表现为对白菜叶绿素含量和种子抗盐胁迫能力的抑制性。

关键词:白菜; 发芽率; 叶绿素; 超重力; 盐胁迫

中图分类号:S 634.104⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)01-0005-04

白菜(*Brassica pekinensis* (Lour.) Rupr) 属十字花科芸薹属叶用蔬菜, 原产于中国北方, 20 世纪传入世界各国, 目前是世界范围的重要蔬菜^[1]。

盐害已经成为 21 世纪世界农业生产的严重障碍因素, 也是我国当前主要面临的重大生态危机之一, 盐害已经严重影响了经济的健康和可持续发展。据已有资料表明, 全世界约有 9.6 亿 hm^2 盐碱土, 其中我国约有 2 700 万 hm^2 ^[2-4], 约占我国土地资源的 80%。盐碱地绝大部分位于我国的干旱、半干旱和半湿润的华北平原, 东北平原, 西北等区域及滨海地区, 遍及我国 17 个省、市、自治区。近年来, 由于设施农业的快速增长, 虽然增加了蔬菜的单位面积供应能力, 但同时由于不合理灌溉, 盐害的危害也随之增加。盐害已是农业生态环境恶化的重大问题之一^[5]。

研究表明, 不同盐浓度胁迫对种子萌发产生的生物效应不同^[6-10]。该试验利用超重力技术^[11], 对白菜种子进行处理, 研究在不同盐浓度的盐胁迫下其发芽率和生理生化指标的变化, 以期对白菜生产、育种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试“新丰抗 90”白菜种子(太谷县市售品种)为当地主栽品种。

试验仪器: 电子天平、托盘天平、离心机、离心管、紫外分光光度计、比色杯、恒温水浴锅、恒温光照箱、石英砂、移液枪、移液管、滤纸、研钵、漏斗、滤纸、量筒、烧杯、容量瓶、培养皿、玻璃棒、铝试管架等。

试验试剂: 石油醚、80% 丙酮、苯、碳酸钙、96% 乙醇、蒸馏水。

1.2 试验方法

将“新丰抗 90”白菜种子清洗数次后, 用清水浸泡, 待种子吸胀, 将种子置于离心机中以 $1\ 000\times g$ 、 $2\ 000\times g$ 、 $4\ 000\times g$ 3 种不同超重力的离心条件下分别处理 20、40、60 min。对照组(CK)是未做离心处理的种子。处理完毕后的种子一部分进行 50、100、150 mmol/L 3 个不同浓度的盐胁迫, 以不进行任何胁迫处理的 0 mmol/L 为对照, 测定其发芽率。

将盐处理后的种子分组放在垫纸的培养皿中, 模拟种子发芽所需的温度、水分、通气等条件, 第 5 天后种子开始发芽, 记录发芽数据。

1.3 项目测定

1.3.1 叶绿素含量的测定 参照刘祖祺等^[3]方法并适当改进, 取 0.5 g 叶片用丙酮研磨, 过滤, 滤液用 80% 丙

第一作者简介:段国锋(1978-), 男, 博士研究生, 研究方向为园艺作物遗传育种与采后生理。E-mail: dduanner@163.com.

基金项目:山西省自然科学基金资助项目(20031067)。

收稿日期:2014-09-25

酮定容至 20 mL。适当稀释后(稀释 2 倍)在波长 663、646 nm 下测光密度。 $C_a = 12.21D_{663} - 2.81D_{646}$; $C_b = 20.13D_{646} - 5.03D_{663}$ 。

1.3.2 发芽率的测定 参照胡生荣等^[4]方法略有改动,分别随机取不同处理的种子各 100 粒,分别放入垫纸的培养皿中,用 0、50、100、150 mmol/L 4 个不同浓度的盐溶液给种子提供所需水分,测定其发芽率。发芽率(%)=发芽的种子数/处理种子数 $\times 100\%$ 。

1.4 数据分析

采用 Excel 绘制散点折线图,利用 SAS 9.0 进行方差分析,数据结果为平均数 \pm 标准误。

2 结果与分析

2.1 超重力对白菜种子抗盐胁迫能力的影响

2.1.1 $1\ 000\times g$ 超重力处理下白菜种子的抗盐胁迫能力 由图 1 可知,在 $1\ 000\times g$ 超重力处理条件下,白菜种子在盐胁迫下的发芽率均高于对照,并且随着处理时间的增加,发芽率也呈增加趋势。其中,60 min 盐胁迫处理发芽率在总体水平上最高,处理时长为 20 min 的种子发芽率最低。在所有组合中,60 min、150 mmol/L 盐胁迫处理发芽率最高,为 72.1%。在处理时间 20 min, $1\ 000\times g$ 超重力对所有浓度盐胁迫影响的发芽率作用不明显。处理时间 40 min, $1\ 000\times g$ 超重力所有浓度盐胁迫影响的发芽率作用均十分明显。处理时间 60 min, $1\ 000\times g$ 超重力对 50 mmol/L 盐胁迫影响的发芽率作用不明显,但却对 100、150 mmol/L 盐胁迫影响比较明显。

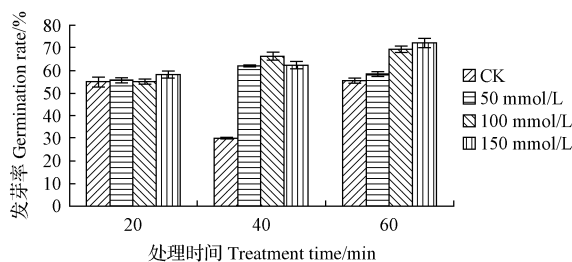


图 1 $1\ 000\times g$ 处理不同盐浓度下的发芽率

Fig. 1 Germination rate of $1\ 000\times g$ treatment under different salt concentrations

2.1.2 $2\ 000\times g$ 超重力处理下白菜种子的抗盐胁迫能力 由图 2 可知,在 $2\ 000\times g$ 超重力处理条件下,处理时长为 20 min,在盐胁迫浓度为 50 mmol/L 条件下种子的发芽率最高,为 69.2%;60 min、100 mmol/L 盐胁迫浓度发芽率最低,为 36.5%。总体趋势上,经 $2\ 000\times g$ 超重力处理条件下,随着处理时间的增加,白菜的发芽率呈下降趋势。在处理时间 20 min, $2\ 000\times g$ 超重力条件下,种子的发芽率呈先降后升再降趋势,盐胁迫浓度为 50 mmol/L 发芽率最高,150 mmol/L 盐胁迫发芽

率最低。处理时间 40 min, $2\ 000\times g$ 超重力,种子的发芽率呈先降后升再降趋势,100 mmol/L 盐胁迫发芽率最高,50 mmol/L 盐胁迫发芽率最低。处理时间 60 min, $2\ 000\times g$ 超重力种子的发芽率呈先升后降再升趋势,盐胁迫浓度为 50 mmol/L 发芽率最高,100 mmol/L 发芽率最低。

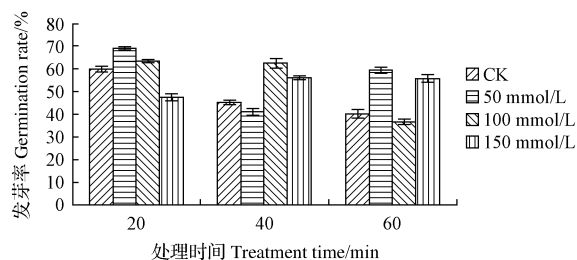


图 2 $2\ 000\times g$ 处理不同盐浓度下的发芽率

Fig. 2 Germination rate of $2\ 000\times g$ treatment under different salt concentrations

2.1.3 $4\ 000\times g$ 超重力处理下白菜种子的抗盐胁迫能力 由图 3 可知,经 $4\ 000\times g$ 超重力处理后,种子在盐胁迫下的发芽率与空白对照相比,变化趋势不是非常明显。处理时长为 40 min,在盐胁迫浓度为 50 mmol/L 的条件下种子的发芽率最高,为 59.3%;处理时间 20 min, 50 mmol/L 盐胁迫浓度发芽率最低,为 41.1%。综合图 1、2、3 可知, $1\ 000\times g$ 超重力处理能够提高种子抗盐胁迫能力。

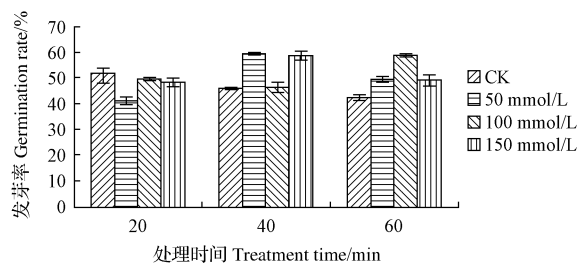


图 3 $4\ 000\times g$ 处理不同盐浓度下的发芽率

Fig. 3 Germination rate of $4\ 000\times g$ treatment under different salt concentrations

2.2 超重力处理对白菜幼苗叶绿素含量的影响

从表 1 可以看出,从总体趋势来看,随着超重力的增大及处理时间的增长,叶绿素 a 的含量呈现先增加后降低的趋势。在 $1\ 000\times g$ 、20 min 处理下叶绿素 a 含量最高,为 5.106 mg/g,极显著高于对照及其它处理。 $4\ 000\times g$ 、60 min 处理下叶绿素 a 含量最低,为 4.203 mg/g,极显著低于对照。从总体趋势来看,超重力处理对叶绿素 b 的影响趋势与超重力对叶绿素 a 的影响趋势相同,均随着超重力的增大及处理时间的增长,叶绿素 b 的含量也呈现先增加后降低的趋势,其中 $1\ 000\times g$ 、20 min 处理后叶绿素 b 的含量最高,为 2.690 mg/g,极显著高

于对照及其它处理。4 000×g、60 min 处理下叶绿素 b 含量最低,为 1.599 mg/g。叶绿素 a/b 的比值则是 2 000×g、60 min 处理最高为 2.678。以上表明,1 000×g 超重力有利于提高白菜叶绿素含量,较高超重力处理抑制叶绿素的增加。

表 1 不同超重力处理对白菜幼苗
叶绿素含量的影响

Table 1 The influence of hypergravity treatments on
the cabbage seedlings

处理 Treatment	叶绿素 a 含量 Chl a content /(mg·g ⁻¹)	叶绿素 b 含量 Chl b content /(mg·g ⁻¹)	叶绿素 a/b 值 Chl a/chl b
CK	4.737 d/C	1.913 d/D	2.477 b/B
1 000×g	20 min	5.106 a/A	2.690 a/A
	40 min	4.883 b/B	2.453 b/B
	60 min	4.607 d/D	2.131 c/C
2 000×g	20 min	4.774 c/C	2.207 c/C
	40 min	4.450 e/E	2.090 c/C
	60 min	4.362 f/E	1.629 e/E
4 000×g	20 min	4.427 fe/E	1.701 e/E
	40 min	4.253 g/F	1.712 e/E
	60 min	4.203 g/F	1.599 e/E

注:不同小写字母表示在 $P \leq 0.05$ 上差异显著,不同大写字母表示在 $P \leq 0.01$ 上差异显著。

Note: Different lowercase letters show significant difference at $P \leq 0.05$, different capital letters show significant difference at $P \leq 0.01$.

3 讨论

科学研究经常以种子的发芽率来估计植物种群的繁殖能力和适应能力,进而指导农业生产,避免造成资源浪费包括人力物力。该试验表明,超重力处理能提高白菜种子抗盐胁迫能力,但抗盐胁迫能力与超重力的大小和处理时间的长短高度相关。较低超重力有利于提高白菜叶绿素含量,较高超重力处理抑制叶绿素的增加。这与杨美红等^[12]研究结果一致。

叶绿素是植物将光能转化为有机物的重要细胞器,它的含量的高低直接影响植株光合同化能力。通过植物叶片叶绿素含量的测定,可以作为其合成有机物能力的强弱能力的判断依据。叶绿素含量越多,植物有效利

用光能的能力就越强,合成的有机物质量相应就越多,对与植物生命相关的代谢活动能力加强有利,以及对于促进细胞的组织构建越有利。旺盛的代谢活动对植物抗病、抗逆有利^[13]。该试验结果显示,白菜叶片叶绿素 a、b 含量随着超重力的增大及处理时间的增长先升高后降,说明较低转速的超重力有利于提高白菜叶绿素含量,转速较高的超重力处理抑制叶绿素的增加,这与段国锋等^[14]研究结果是一致的。对植物种子采取合适的超重力处理对其叶绿素的影响还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 周太炎. 中国植物志第 33 卷[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 234.
- [2] Flowers T J. Salinisation and horticultural production[J]. Scientia Horticulturae, 1999, 78: 1-4.
- [3] 刘祖祺, 张石城. 植物抗性生理学[M]. 北京: 农业出版社, 1994: 222-223.
- [4] 胡生荣, 高永, 武飞, 等. 盐胁迫对两种无芒雀麦种子萌发的影响[J]. 植物生态学报, 2007, 31(3): 513-520.
- [5] 任仲海. Na⁺/H⁺ 逆向转运蛋白和植物耐盐性[J]. 生物工程学报, 2002, 18(1): 16-19.
- [6] Alhela A A, Al-Farraj M M, Ei-Desoki R A, et al. Germination response of Cassia senna seeds to sodium salts and temperature[J]. Journal of the University of Kuwait, 1989, 16(2): 281-287.
- [7] 沈禹颖, 阎顺国, 余玲. 盐分浓度对碱茅种子发芽的影响[J]. 草业科学, 1991, 8(3): 68-71.
- [8] 陈坚, 周木虎. 盐胁迫对不同苦瓜品种萌发及幼苗生长的影响[J]. 湘潭师范学院学报(自然科学版), 2002, 24(4): 44-48.
- [9] 康玉林, 徐利群, 张春震, 等. 不同盐浓度对马铃薯实生苗的影响[J]. 马铃薯杂志, 1996, 10(1): 17-19.
- [10] 戴伟明, 蔡润, 潘俊松, 等. 盐胁迫对番茄幼苗生长发育的影响[J]. 上海农业学报, 2002, 18(1): 58-62.
- [11] 陈建峰. 超重力技术及应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 96-114.
- [12] 杨美红, 郭春绒, 董宽虎, 等. 超重力处理对苜蓿幼苗抗盐性的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(11): 16-19.
- [13] 关锦毅, 郝再彬, 张达, 等. 叶绿素提取与检测及生物学功效的研究进展[J]. 东北农业大学学报, 2009, 40(12): 130-134.
- [14] 段国锋, 李丽娟, 王争争, 等. 超重力处理对大豆幼苗生理生化特性的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2013, 33(6): 506-508.

Effect of Hypergravity on Chlorophyll Content and NaCl Stress on Germination Rate of Chinese Cabbage

DUAN Guo-feng¹, LI Li-juan², GUO Chun-rong³, YANG Zhi-fen³, WANG Ru-fu⁴

(1. College of Horticulture, Shanxi Agricultural University, Jinzhong, Shanxi 030801; 2. College of Information, Shanxi Agricultural University, Jinzhong, Shanxi 030801; 3. College of Art and Science, Shanxi Agricultural University, Jinzhong, Shanxi 030801; 4. College of Food Science and Engineering, Shanxi Agricultural University, Jinzhong, Shanxi 030801)

Abstract: Taking 'Xinfeng Kang 90' Chinese cabbage seeds as test materials, three kinds of hypergravity conditions in 1 000×g, 2 000×g, 4 000×g were treated for 20 minutes, 40 minutes, 60 minutes, with no gravity treatment as control; the content of chlorophyll of part of the seed to seedling tray on seedling stage were determined; another part of the seed after 50 mmol/L, 100 mmol/L, 150 mmol/L three different concentrations of salt stress were treated, with no salt stress

DOI:10.11937/bfyy.201501003

不同氮形态对沙培黄瓜幼苗生长及养分吸收的影响

王 倡 宪, 肖 龙

(1. 黑龙江大学 农业资源利用与环境安全重点实验室, 黑龙江大学 农业资源与环境学院, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘 要:以黑龙江主栽黄瓜品种“津春3号”为试材,采用盆钵培养的方法,研究了营养液中不同 NO_3^- -N 与 NH_4^+ -N 配比对黄瓜幼苗生长及氮、磷养分吸收的影响。结果表明:沙培条件下,营养液中氮的总浓度为 15 mmol/L 时,随着营养液中 NH_4^+ 比例的增加,幼苗长势随之变弱;全 NO_3^- -N 处理的幼苗叶面积、干重及壮苗指数分别是全 NH_4^+ -N 处理的 1.92、2.12 与 3.07 倍;氮形态对幼苗地上部全氮含量与硝酸还原酶活性无显著影响,而对幼苗地上部全磷含量影响显著,全 NO_3^- -N 处理的幼苗磷含量显著高于全 NH_4^+ -N 处理,为全 NH_4^+ -N 处理的 2 倍;受 NH_3 毒害,全 NH_4^+ -N 处理的幼苗根系活力显著下降,地上部游离氨基酸含量显著上升。全 NO_3^- 处理对黄瓜幼苗生长最有利。

关键词:黄瓜; NO_3^- -N; NH_4^+ -N; 生长; 养分; 硝酸还原酶; 游离氨基酸

中图分类号:S 642.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)01-0008-04

黄瓜在我国蔬菜生产和消费中占有非常重要的地位,随着蔬菜工厂化育苗技术的发展,黄瓜栽培面积逐年扩大。氮作为植物营养三要素之一,对植物的生长发育及产量品质都起着至关重要的作用。 NO_3^- -N 和 NH_4^+ -N 是植物吸收氮素的 2 种主要形态,植物对不同氮素形态具有选择吸收的特性^[1]。有研究发现,黄瓜对 NO_3^- -N 的亲合力仅次于番茄,并根据 K_m 值将黄瓜划分为兼性喜硝蔬菜^[2]。另有研究表明,用纯 NO_3^- -N 营养液处理,黄瓜植株营养生长旺盛,但营养液中配合适量 NH_4^+ -N 可明显促进黄瓜的生殖生长^[3]。营养液中适宜的 NO_3^- -N 和 NH_4^+ -N 配比有利于植株的生长发育及产量与品质提高^[4-5]。而黄瓜栽培中却表现出明显的喜疏松沙壤土与喜硝性。鉴于相关报道中因品种、育苗基质与配阴离子等诸多试验因素引起的研究结果的不一致性,该研究以当地主栽

黄瓜品种“津春3号”为试验材料,采用沙培方法,于黄瓜育苗生长期供给 NO_3^- -N 和 NH_4^+ -N 不同配比的营养液,以探究 NO_3^- 与 NH_4^+ 不同配比对黄瓜幼苗生长及氮磷养分吸收的影响,旨在为黄瓜育苗时合理选用氮素提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试黄瓜品种为“津春3号”,育苗基质为河沙,过 3 mm 筛后干热间歇灭菌 2 h,育苗容器为 500 mL 盆钵。

该研究中采用的氮总浓度为 15 mmol/L 工作液以 Hoagland 完全营养液配方为基础, NO_3^- -N 与 NH_4^+ -N 分别以 NaNO_3 与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的形式供给,Hoagland 营养液中的 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 与 KNO_3 分别用 CaCl_2 与 K_2SO_4 替代,微量营养为 Arnon 营养液配方,每 500 mL 含 NH_4^+ -N 的营养液中加入 DCD 2 mL,最后用 1% H_2SO_4 与 1% NaOH 调节至 pH 6.5。

1.2 试验方法

试验共设 5 个处理,即 NO_3^- -N : NH_4^+ -N 分别为 100 : 0、75 : 25、50 : 50、25 : 75、0 : 100,每处理 5 盆,每盆 1 株,3 次重复。

第一作者简介:王倡宪(1974-),女,博士,副教授,现主要从事菌根生物技术等教学与科研工作。E-mail: wangchangxian@hlju.edu.cn.

基金项目:黑龙江省教育厅科学技术研究资助项目(12511403)。

收稿日期:2014-09-11

as control, the germination rate were determined. The results showed that 1 000×g hypergravity treatment significantly increased the content of chlorophyll and cabbage seed salt stress resistance than other hypergravity treatments. Low hypergravity on Chinese cabbage seeds increased chlorophyll content and salt stress resistance, high hypergravity showed the inhibition ability on chlorophyll content of Chinese cabbage seeds and salt resistance.

Keywords: Chinese cabbage; germination rate; chlorophyll; hypergravity; salt stress