

Effect of Drought Stress on Seed Germination and Seedling Growth of Chinese Cabbage

Yanxin Jiang, Yuhong Zhang*

Key Laboratory of Forest Plant Ecology of Ministry of Education, Northeast Forestry University, Harbin Heilongjiang
Email: *pzhangyh@126.com

Received: Mar. 3rd, 2018; accepted: Mar. 15th, 2018; published: Mar. 22nd, 2018

Abstract

In this paper, three different varieties of Chinese cabbage seeds (MDJ-II, YS and DRP-KING) as the research object, the concentration of 5%, 10%, 15%, 20%, 25% polyethylene glycol 6000 (PEG-6000) simulated drought stress, distilled water (PEG-6000 concentration of 0%) as a control, the effects of different concentration PEG 6000 drought stress on seed germination and seedling growth of Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*) were investigated. The results showed that there was no significant change in the germination energy and germination percentage of the three varieties during PEG-6000 concentration from 0% to 15%, and the seed germination process was not significantly affected. With the increase of the concentration of PEG-6000, the germination energy, germination percentage, plant height and root length of Chinese cabbage seeds all decreased to some extent. The decrease is very obvious between 20% and 25% of PEG-6000 concentration and the inhibition is significant ($P < 0.05$). Comprehensive analysis, preliminary estimates of drought tolerance of the three varieties were: YS > DRP-KING > MDJ-II.

Keywords

Chinese Cabbage Seeds, Drought Stress, PEG 6000, Seeds Germination, Seedling Growth

干旱胁迫对白菜种子萌发及幼苗生长的影响

姜艳鑫, 张玉红*

东北林业大学森林植物生态学教育部重点实验室, 黑龙江 哈尔滨
Email: *pzhangyh@126.com

收稿日期: 2018年3月3日; 录用日期: 2018年3月15日; 发布日期: 2018年3月22日

*通讯作者。

摘要

本文以三个品种的白菜种子(新牡丹江二号、元帅、抗病酸菜王)为研究对象,采用浓度为5%、10%、15%、20%、25%的聚乙二醇6000 (PEG-6000)模拟干旱胁迫,以蒸馏水(PEG-6000浓度为0%)作为对照,探究不同浓度干旱胁迫处理对白菜种子萌发、幼苗生长的影响。研究表明:在浓度0%~15%之间,3个品种种子萌发期的发芽势和发芽率没有显著变化,种子的萌发进程没有受到显著影响。随着聚乙二醇6000 (PEG-6000)浓度的增加,白菜种子的发芽势、发芽率、株高、根长等均有不同程度的降低,其中20%~25%之间下降非常明显,抑制作用显著($P < 0.05$)。综合分析,初步推断3个品种耐旱性强弱依次为:元帅 > 抗病酸菜王 > 新牡丹江二号。

关键词

白菜种子, 干旱胁迫, PEG-6000, 种子萌发, 幼苗生长

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近些年,生态环境的逐步恶化,水资源的匮乏与污染,以及全球气候变化与局部干旱化导致越来越多的地区都受到严重的干旱胁迫的影响[1]。在我国,干旱和半干旱地区约占土地总面积的50%。干旱不仅引起作物减产,而且导致生态环境日益恶化,引起一系列生态问题[2]。在北方地区,尤其是在干旱、半干旱地区,尽管有大片肥沃的土地,但是水分往往成了农业生产的主要限制因子[3]。

白菜原产于我国华北,味道可口,品种繁多,营养丰富,是一种历史悠久的南北各地普遍栽培的主要蔬菜作物[4]。自古以来,为人民所喜爱,普遍栽培。对于中国白菜的分类,近年来国内外研究者做了许多白菜在属、种上的分类工作[5] [6],而本试验所选用的研究对象是大白菜(*Brassica pekinensis*) [7]。

聚乙二醇6000 (PEG-6000)分子较大,不能进入细胞,不产生毒害。作为一种渗透调节剂,可以模拟干旱胁迫,逐渐被应用于研究种子的萌发以及幼苗的生长[8] [9]。近年来,许多科学研究工作者对辣椒、黄瓜、油菜、番茄等耐旱性做出了大量研究[10] [11] [12] [13],也有对大白菜进行盐胁迫和重金属胁迫的研究[14] [15] [16] [17],但对于大白菜的耐旱性的研究相对比较少。本实验以聚乙二醇(PEG-6000)模拟干旱胁迫,以三种不同品种的大白菜的种子为研究材料,初步判断大白菜种子品种间的差异性,了解白菜在不同干旱程度下的种子萌发和幼苗生长情况,为以后研究在干旱环境下种植大白菜以及培育出耐旱性好、优良的大白菜品种提供理论的依据。

2. 材料与amp;方法

2.1. 实验材料

选用东北市场较受欢迎的三个品种:新牡丹江二号(MDJ-II)、元帅(YS)和抗病酸菜王(DRP-KING),种子购买于牡丹江市种子公司。

2.2. 实验方法

2.2.1. 实验处理

挑选无病虫害、颗粒饱满、大小一致的种子, 将其用 0.1% 氯化汞溶液消毒 5 min, 然后用蒸馏水反复冲洗, 最后用滤纸吸干多余水分, 留着备用。

实验按照国际种子检验规程进行, 采用纸上发芽法。将聚乙二醇 6000 (PEG-6000) 配成浓度分别为 5%、10%、15%、20%、25% 的水溶液, 以蒸馏水作为对照, 共 6 个梯度水平。根据 Michael 和 Kaufmann [18] 关系式计算, 在 25℃ 时上述 PEG 浓度对应的渗透势依次约为 0、-0.05、-0.15、-0.30、-0.50、-0.73 MPa。选用直径为 90 mm 的培养皿为培养容器, 放入两张直径约为 85 mm 的滤纸。然后随机选出 20 粒相应品种的种子均匀放在培养皿中, 种子与种子间的间距约为 10~15 mm。加入 6 ml 相应浓度的聚乙二醇 6000 (PEG-6000) 溶液或蒸馏水, 盖好培养皿, 贴上标签, 放入恒温培养箱中培养, 培养箱温度为 23℃ ± 2℃, 每天平均 12 个小时观察一次并统计种子萌发的情况, 根据试验的实际情况, 第三天向培养皿中加入 2 ml 聚乙二醇 6000 溶液或蒸馏水, 以保证培养皿中滤纸湿润。每个处理均重复 3 次, 恒温培养 7 天。第 4 天统计种子的发芽势, 胚根至少有 0.2 cm (有明显的子叶) 作为正常发芽的标志。第 7 天统计种子的发芽率。随机取出 10 株幼苗, 测量幼苗的株高、主根长以及幼苗鲜重。

2.2.2. 指标测定

根据实验结果, 计算发芽率 (Germination Percentage, GP) [16]、发芽势 (Germination Energy, GE) [16] 和发芽指数 (Germination Index, GI) [19]、种子活力指数 (Vigor Index, VI) [19]:

发芽势 (GP) = (第 4 天正常发芽的种子数/供试的种子数) × 100%。

发芽率 (GE) = (第 7 天正常发芽的种子数/供试的种子数) × 100%。

发芽指数 $GI = \sum(Gt/Dt)$ 。

式中: Gt/Dt 为不同时间 (第 t 天) 内种子的发芽数, Dt 为相对应的种子的发芽天数。

种子活力指数 (VI) = $S \times GI$ 。

式中: S 为幼苗的平均鲜重。

株高: 用游标卡尺进行测量, 以基部生长点为始。

主根长: 用游标卡尺对主根进行测量。

鲜重: 第 7 天取出不同浓度处理下萌发的幼苗, 用蒸馏水洗净, 滤纸吸干多余水分, 称其鲜重。

2.3. 数据分析

所有测量数据和性状均取 3 次重复试验的平均值, 作为样品处于某浓度干旱胁迫的测定值。采用 Excel 2007 软件对数据进行统计分析。

3. 结果与分析

3.1. 干旱胁迫对 3 个品种白菜种子发芽势和发芽率的影响

在不同浓度 PEG 6000 的模拟干旱胁迫下, 3 个品种的大白菜种子发芽势均呈现下降趋势。干旱胁迫影响种子萌发, 但在 0%~15% 之间总体趋于稳定, 15%~20% 略有下降, 20%~25% 下降比较明显, 尤其是新牡丹江二号 (如图 1)。其中, 在 PEG 浓度处于 10% 时, 3 个品种的大白菜种子发芽势略有上升, 这一现象在抗病酸菜王上较明显。

如图 2 所示, 处于不同浓度的干旱胁迫下, 3 个品种的白菜种子发芽率均呈现下降趋势。其中, 当 PEG 浓度处于 10% 时, 3 个品种的白菜种子发芽率略有上升。在浓度为 0%~15% 之间, 发芽率总体趋于

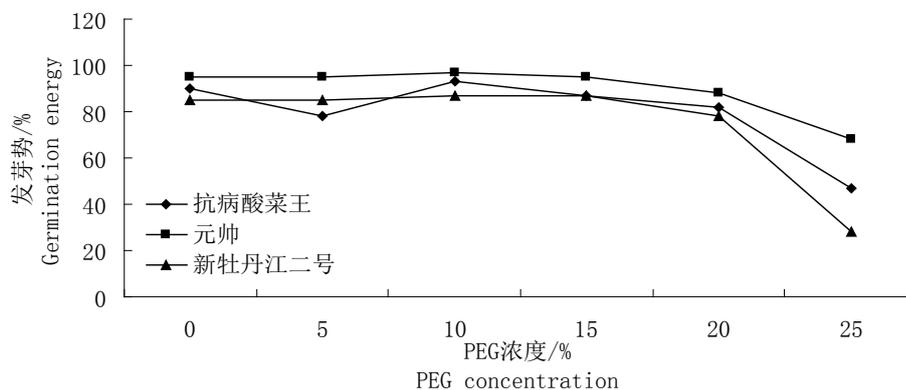


Figure 1. The effect of drought stress on germination energy of 3 Chinese cabbage cultivars
图 1. 不同浓度的干旱胁迫对 3 种白菜种子发芽势的影响

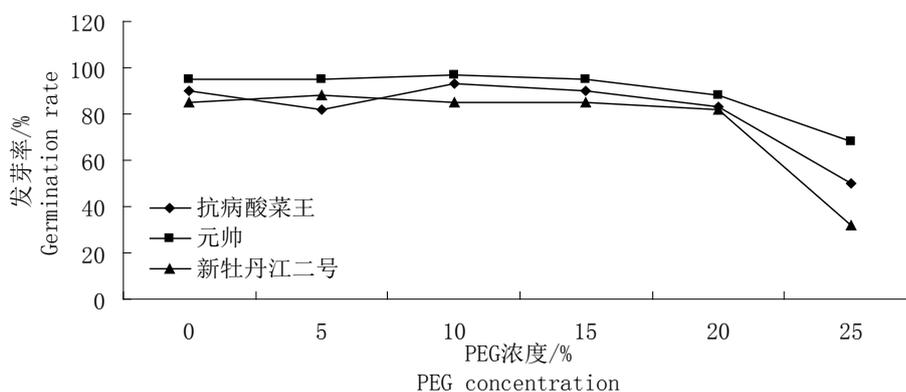


Figure 2. The effect of drought stress on germination rate of 3 Chinese cabbage cultivars
图 2. 不同浓度的干旱胁迫对 3 种白菜种子发芽率的影响

稳定, 15%~20%之间略有下降, 20%~25%之间显著。

3.2. 干旱胁迫对 3 个品种白菜株高和根长的影响

在不同浓度 PEG 6000 的模拟干旱胁迫下, 3 个品种的白菜幼苗株高均表现出下降形势, 其中, 病酸菜王的下降程度高于两个品种。在 PEG 浓度为 20%~25% 之间, 幼苗株高下降非常明显。在 PEG 浓度为 10% 时, 3 个品种的白菜种子株高均有部分上升, 元帅的株高上升较为明显(图 3)。下降程度依次为: 抗病酸菜王 > 新牡丹江二号 > 元帅。

如图 4, 在不同浓度 PEG 的干旱胁迫下, 3 个品种的白菜幼苗根长均显现出下降趋势, 其中, 抗病酸菜王幼苗根长下降的最为明显。在 PEG 浓度处于 0%~5% 和 20%~25% 之间下降最为显著, 5%~15% 之间较为平缓, 15%~20% 之间下降较为缓慢。下降程度依次为: 抗病酸菜王 > 元帅 > 新牡丹江二号。

3.3. 干旱胁迫对 3 个品种白菜鲜重的影响

不同浓度 PEG 的干旱胁迫下, 3 个品种的白菜种子萌发期鲜重总体均呈现出下降, 其中元帅的下降程度最为显著, 同时, 元帅的鲜重最大, 幼苗长势最好, 其余次之。PEG 浓度处于 5% 时, 3 个品种的大白菜幼苗鲜重均略有上升。而 PEG 浓度处于 20%~25% 时, 则明显下降(图 5)。说明干旱胁迫对幼苗鲜重有重要影响。

3.4. 干旱胁迫对 3 个品种白菜种子发芽指数和种子活力的影响

如表 1, 随着 PEG 浓度的增加, 每个品种种子的发芽指数都在下降, 其中, 在浓度为 0%~15% 之间

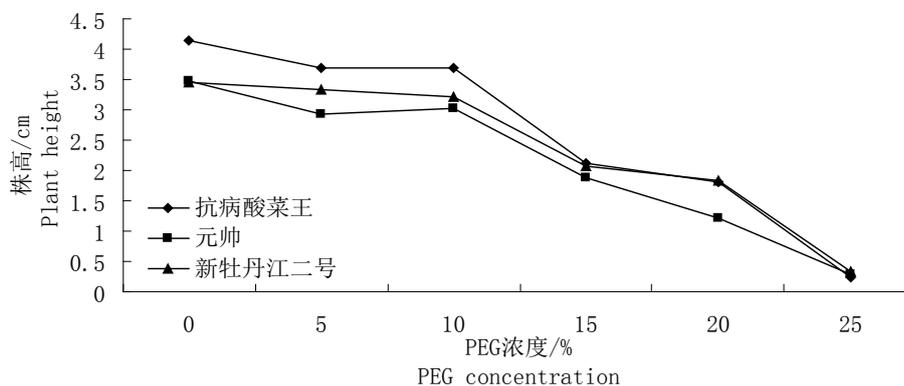


Figure 3. The effect of drought stress on plant height of 3 Chinese cabbage cultivars

图 3. 不同浓度的干旱胁迫对 3 种白菜株高的影响

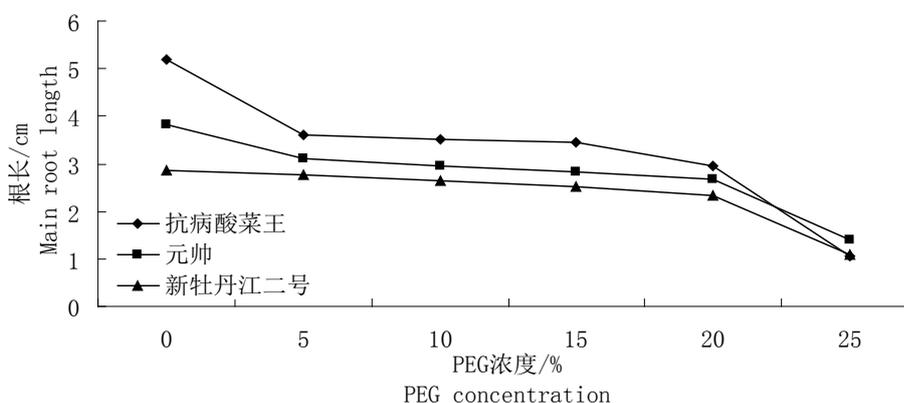


Figure 4. The effect of drought stress on main root length of 3 Chinese cabbage cultivars

图 4. 不同浓度的干旱胁迫对 3 种白菜根长的影响

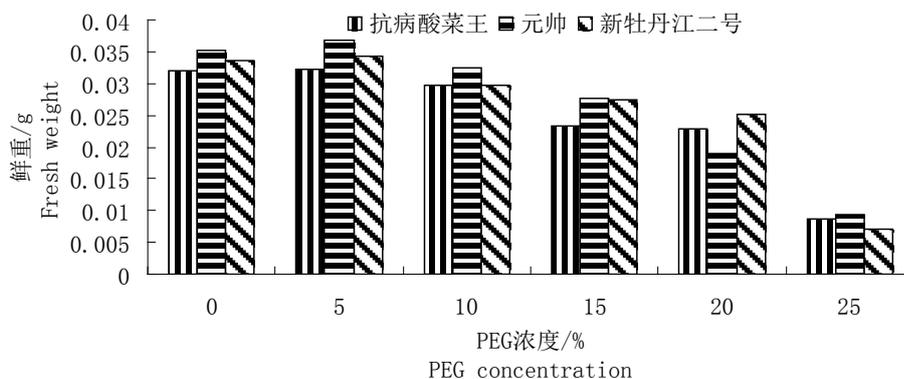


Figure 5. The effect of drought stress on fresh weight per plant of 3 Chinese cabbage cultivars

图 5. 不同浓度的干旱胁迫对 3 种大白菜鲜重的影响

发芽指数缓慢下降, 15%~25%之间下降较为明显, 尤其是 20%~25%之间。发芽指数从高到低依次为: 元帅 > 抗病酸菜王 > 新牡丹江二号。同时, 每个品种种子的活力指数也都呈现下降现象, 其中, 元帅种子的活力指数最高, 抗病酸菜王和新牡丹江二号次之。

4. 讨论

对于大多数的植物而言, 种子萌发和幼苗生长阶段对环境胁迫最为敏感, 所以常用种子萌发及幼苗

Table 1. The effect of drought stress on germination index and vigor index of 3 Chinese cabbage cultivars
表 1. 干旱胁迫对 3 种的大白菜种子发芽指数和活力指数的影响

PEG 浓度(%) PEG concentration	抗病酸菜王		元帅		新牡丹江二号	
	发芽指数(%) Germination index	活力指数(%) Vigor index	发芽指数(%) Germination index	活力指数(%) Vigor index	发芽指数(%) Germination index	活力指数(%) Vigor index
0	43.17 ± 1.71	1.38 ± 0.02	49.26 ± 0.89	1.73 ± 0.01	40.08 ± 2.34	1.35 ± 0.02
5	35.02 ± 5.49	1.13 ± 0.22	48.59 ± 1.38	1.78 ± 0.07	40.87 ± 4.93	1.40 ± 0.34
10	37.06 ± 2.33	1.10 ± 0.10	47.79 ± 1.71	1.55 ± 0.13	34.48 ± 1.12	1.03 ± 0.06
15	32.05 ± 2.31	0.75 ± 0.04	42.65 ± 3.94	1.18 ± 0.08	30.16 ± 0.11	0.83 ± 0.09
20	26.20 ± 2.20	0.60 ± 0.21	29.97 ± 2.89	0.57 ± 0.06	25.49 ± 4.26	0.64 ± 0.14
25%	13.68 ± 3.98	0.12 ± 0.03	19.94 ± 0.66	0.19 ± 0.02	7.96 ± 2.33	0.06 ± 0.01

的生长状况来评价植物的抗逆性[20]。同时也是判断种子抗旱能力、种子质量的重要指标。因此, 深入探究植物种子的抗旱能力, 筛选出品种优良的种子, 培育和推广抗旱、抗病、优产的品种, 是减少干旱对作物生产造成严重损失的有效方法, 对农业产业也具有战略意义[21]。研究表明, 用不同浓度的聚乙二醇 6000 (PEG-6000)模拟干旱胁迫, 在轻度干旱胁迫下, 种子发芽进程没有显著影响, 随 PEG 浓度加重, 种子萌发进程受到抑制程度加重[22] [23]。可以看出, 在干旱胁迫下, 种子萌发及幼苗生长过程中各项指标均受到影响。

发芽势和发芽率可以作为验证种子活力的指标[24], 根据试验数据结果, 随着 PEG 浓度的增加, 3 种白菜种子的发芽势和发芽率均出现下降现象, 但在浓度 0%~15%之间, 种子的发芽势和发芽率没有显著变化, 说明轻度干旱胁迫对种子的萌发进程没有显著影响。实验研究表明, 随着 PEG 浓度的加重, 3 种大白菜种子萌发期的发芽势、发芽率、株高、根长均存在抑制作用, 其中当浓度为 20%~25%之间时, 抑制作用非常明显。根据试验观察和研究结果, 初步推断 3 种白菜的耐旱性强弱依次为: 元帅 > 抗病酸菜王 > 新牡丹江二号。

本文研究了 3 个品种的大白菜种子在不同浓度 PEG 模拟干旱胁迫下的发芽势、发芽率、株高、根长、鲜重、干重等, 初步推测 3 种大白菜种子耐旱性的强弱, 但由于白菜在不同程度的干旱胁迫和不同生育期时的生理生化和形态存在很大差异, 因此, 如若准确测定这 3 种大白菜种子的耐旱性强弱, 还需进一步深入研究。

基金项目

国家自然科学基金面上项目(No. 31370630)资助。

参考文献

- [1] Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. and Miller, H.L. (2007) IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, 19-92.
- [2] 王宝山, 范海, 宋杰, 等. 逆境植物生物学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010: 103-106.
- [3] 顾继光, 周启星. 磁处理土壤对油菜抗旱性影响及其机理研究[J]. 应用基础与工程科学学报, 2003, 11(1): 26-31.
- [4] 王艺, 徐巍. 大白菜品质育种研究现状[J]. 吉林蔬菜, 2008: 80-81.
- [5] 林维申. 中国白菜分类的探讨[J]. 园艺学报, 1980, 7(2): 21-28.
- [6] 李家文. 中国的白菜[J]. 生物学通报, 1954: 9-14.
- [7] 傅立国, 陈潭清, 郎楷永, 等. 中国高等植物[M]. 第五卷. 青岛: 青岛出版社, 2003: 390-393.

- [8] 郭巧生, 张贤秀, 沈雪莲, 等. 种子引发对夏枯草种子抗旱性的影响[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(9): 1-4.
- [9] 焦树英, 李永强, 沙依拉·沙尔合提, 等. 干旱胁迫对3种狼尾草种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 西北植物学报, 2009, 29(2): 0308-0313.
- [10] 耿广东, 张爱民, 张素勤. 干旱胁迫对辣椒种子萌发的影响[J]. 长江蔬菜, 2010(24): 23-25.
- [11] 许耀照, 曾秀存, 王勤礼, 等. PEG模拟干旱胁迫对不同黄瓜品种种子萌发的影响[J]. 中国蔬菜, 2010(14): 54-59.
- [12] 李妍. 干旱胁迫对油菜种子萌发的影响[J]. 现代农业科技, 2007: 106-107.
- [13] 彭玉梅, 石国亮, 崔辉梅. PEG-6000模拟干旱胁迫下不同加工番茄种子萌发期抗旱性评价[J]. 种子, 32(7): 44-49.
- [14] 吴顺, 罗光宇, 杨琴姣. 重金属铅对白菜种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 种子, 2008, 27(9): 57-59.
- [15] 崔辉梅, 陈曾. 盐胁迫对白菜种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(18): 4680-4682.
- [16] 李然红, 金志民, 宗宪春, 等. NaCl单盐胁迫对大白菜种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 甘肃农业科技, 2015(12): 31-34.
- [17] 杨飞, 郭海波, 吴菊, 等. NaCl胁迫对白菜种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 北方园艺, 2014(1): 26-29.
- [18] Michael, B.E. and Kaufmann, M.R. (1973) The Osmotic Potential of Polyethylene Glycol 6000. *Plant Physiology*, **51**, 914-916. <https://doi.org/10.1104/pp.51.5.914>
- [19] 莫金钢, 马建, 张丽辉, 等. 干旱胁迫对大豆种子萌发的影响[J]. 大豆科学, 2014, 33(5): 701-704.
- [20] Uniyal, R.C. and Nautiyal, A.R. (1998) Seed Germination and Seedling Extension Growth in *Quercus Dalbergioides* under Water Salinity Stress. *New Forests*, **16**, 265-272. <https://doi.org/10.1023/A:1006584910081>
- [21] 段义忠. 干旱胁迫对绿豆和黑豆发芽的影响[J]. 榆林学院学报, 2014, 24(4): 7-11.
- [22] 王景伟, 金喜军, 杜文言, 等. 干旱胁迫对芸豆种子萌发及生理特性的影响[J]. 干旱区研究, 2014, 7(4): 734-738.
- [23] 王富刚, 王延峰. 干旱胁迫对不同品种绿豆种子萌发的影响[J]. 榆林学院学报, 2014, 11(6): 1-5.
- [24] 唐志华, 马继凤. 大豆种子活力研究进展[J]. 作物研究, 2007, 21(5): 625-628.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjas@hanspub.org