

旱寒区冬油菜苗期抗寒性与抗旱性相关性分析

武军艳,方彦,刘翠平,孙万仓,史永弟,
黄纪红,曹杰,刘自刚,李学才

(甘肃省干旱生境作物学重点实验室 甘肃省作物遗传改良与种质创新重点实验室 甘肃农业大学农学院,甘肃 兰州 730070)

摘要: 为了了解冬油菜苗期抗寒性与抗旱性的相关性,为北方旱寒区抗寒、耐旱冬油菜新品种选育提供理论参考,本试验对抗寒性不同的 8 个白菜型冬油菜品种进行苗期抗旱胁迫研究。结果表明,冬油菜抗寒性与抗旱性显著正相关;干旱胁迫后,油菜叶绿素含量逐渐增加,组织含水量与抗旱性不存在相关性,根系活力与抗旱性存在极显著相关性。

关键词: 抗旱性;抗寒性;白菜型冬油菜;相关性

中图分类号: S332.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2014)02-0142-05

Correlation analysis of cold resistance and drought tolerance of winter rape at seedling stage in arid and cold region

WU Jun-yan, FANG Yan, LIU Cui-ping, SUN Wan-cang, SHI Yong-di,
HUANG Ji-hong, CAO Jie, LIU Zi-gang, LI Xue-cai

(Gansu Provincial Key Laboratory of Aridland Crop Science; Gansu Key Lab of Crop Improvement and Germplasm Enhancement; College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: To investigate the correlation between cold resistance and drought tolerance of winter rapeseed and provide new materials to rapeseed improvement for cold resistant and drought tolerant, the paper studied the drought tolerance of winter rape from eight cold resistance types. The results showed that cold resistance and drought tolerance were significantly correlated. Root vigor and leaf chlorophyll of winter rape were highly correlated with drought tolerance, while tissue water content was not correlated with it.

Keywords: drought tolerance; cold resistance; Brassica rapa; correlation analysis

白菜型冬油菜具有抗冻耐旱、丰产早熟、适应性强等特点,已发展为我国北方冬油菜新产区的主要栽培类型^[1-5]。然而该区多为旱寒区,干旱少雨,冬季寒冷多风,春季返冻时有发生,导致冬油菜越冬率不高,影响产量^[6]。选育抗寒、耐旱的冬油菜新品种是解决此问题的根本途径。本试验以抗寒性不同的 8 个白菜型冬油菜品种为材料,对其进行苗期抗旱胁迫,研究干旱胁迫后成活率、叶绿素含量、叶片含水量、根含水量、根系活力的变化情况,确定各品种的苗期抗旱性能,并与其抗寒性进行相关性分析,初探冬油菜抗旱性与抗寒性的关系,为冬油菜抗寒耐旱育种提供理论支持,为北方旱寒区选育抗寒耐旱冬油菜新品种提供种质资源。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料见表 1。

1.2 试验设计与方法

1.2.1 试验设计 每个品种选取饱满、大小一致、无病害种子用于盆栽试验。花盆盆口直径 25 cm,高 40 cm。花盆中铺设等质地、同肥料条件的土壤,土层厚度相同,盆中水分保持最大田间持水量。各品种设正常浇水(CK)和干旱胁迫两个处理,每个处理分为两批,第一批记为 CK1 和胁迫 14 d,第二批记为 CK2 和胁迫 28 d,每个处理均 3 次重复。

油菜幼苗到达三叶期后,去除弱小苗,每盆留健

收稿日期:2013-07-05

基金项目: 农业部公益性行业(农业)科研专项经费项目(200903002-04);国家高技术研究发展计划项目(863 计划)(2011AA10A104);农业部产业技术体系建设资金项目(CARS-13);校创基金(GSAU-ST5-1328)

作者简介: 武军艳(1981—),女,讲师,硕士,主要从事油菜的育种工作。E-mail: wujunyan@gsau.edu.cn。

通信作者: 孙万仓(1957—),男,教授,博士,主要从事油菜的育种工作。

苗 10 株,进行干旱胁迫处理。对照盆(CK)水分保持最大田间持水量,胁迫组水分保持在 20% ~ 30%。

表 1 试验材料
Table 1 Test materials

品种名称 Variety	越冬率/% Wintering rate	抗寒类型 Cold resistant type	来源 Source
天油 2 号 T2 Tianyou 2	63.49 ± 8.0102 c	低抗寒	天水市农科所
天油 5 号 T5 Tianyou 5	61.63 ± 8.9052 c	低抗寒	天水市农科所
天油 7 号 T7 Tianyou 7	59.94 ± 9.4409 c	低抗寒	天水市农科所
天油 8 号 T8 Tianyou 8	61.16 ± 8.9955 c	低抗寒	天水市农科所
陇油 6 号 L6 Longyou 6	95.30 ± 0.7495 a	强抗寒	甘肃农业大学
陇油 7 号 L7 Longyou 7	93.48 ± 0.9174 a	强抗寒	甘肃农业大学
陇油 8 号 L8 Longyou 8	90.75 ± 0.3167 ab	中度抗寒	甘肃农业大学
陇油 9 号 L9 Longyou 9	77.78 ± 3.8992 b	中度抗寒	甘肃农业大学

注:小写字母代表 5% 显著水平。
Note: The lowercase letters indicate the significant at 5% .

第一批:干旱胁迫 14 d 后,测定胁迫组与 CK1 的各项指标,并统计成活率。第二批:胁迫 28 d 后,测定胁迫组与 CK2 的各项指标,并统计成活率。

1.2.2 测定方法 组织鲜重、含水量用烘干称重法^[7],即,组织含水量 = (鲜重 - 干重)/鲜重 × 100%。叶绿素含量用丙酮乙醇混合法测定^[8],根系活力采用氯化三苯基四氮唑(TCC)还原法测定^[8]。

1.3 数据处理

试验数据主要应用 Excel、DPS 与 SPSS 软件进行分析。聚类分析采用系统聚类法。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对油菜苗期形态特征与存活率的影响

对照的成活率均为 100%。胁迫 14 d 后,T8、L6、L7、L8 和 L9 的成活率为 100%,T2、T5 和 T7 出现干死苗,但未达到显著水平。胁迫 28 d,各品种出现较大差异;L7 的成活率最高,其次为 L6,T7 的成活率最低,并与 L7、L6 达到显著水平;从幼苗形态观察,T7 和 T5 幼苗干枯萎焉最严重;L9 和 T8 中度萎焉;L6、L8 和 T2 轻度萎焉,L7 幼苗基本未表现萎焉。

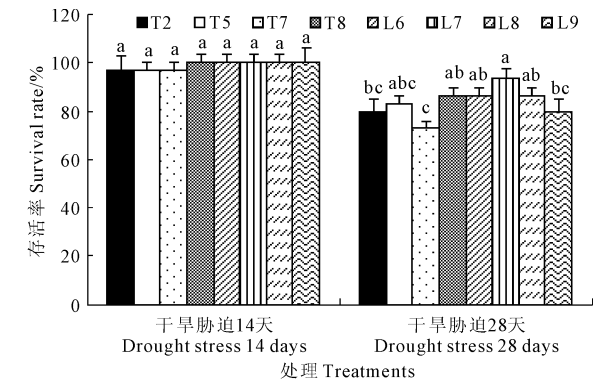


图 1 干旱胁迫后各品种存活率

Fig.1 The survival rate of varieties after drought stress
注:小写字母代表同一处理不同品种间 0.05 显著性水平。下同
Note: Different lowercase letters indicate the 5% significant difference. The same below.

2.2 干旱胁迫下油菜叶绿素含量的变化

干旱胁迫后,油菜叶绿素含量增加。胁迫 14 d,L6 和 T2 的叶绿素含量增加最多,同处理内 L6 的含量最高,并与 L7、L8、L9 和 T7 达到显著差异水平。胁迫 28 d 时,T2 和 L7 的含量最高,其次为 T5 和 T7,T8 和 L8 的最低;各品种叶绿素含量增加幅度比胁迫 14 d 时小,且未达到显著差异水平。可见,胁迫初期不同品种的叶绿素含量变化差异较大;胁迫时间较长时,叶绿素的含量呈相对降低的趋势。

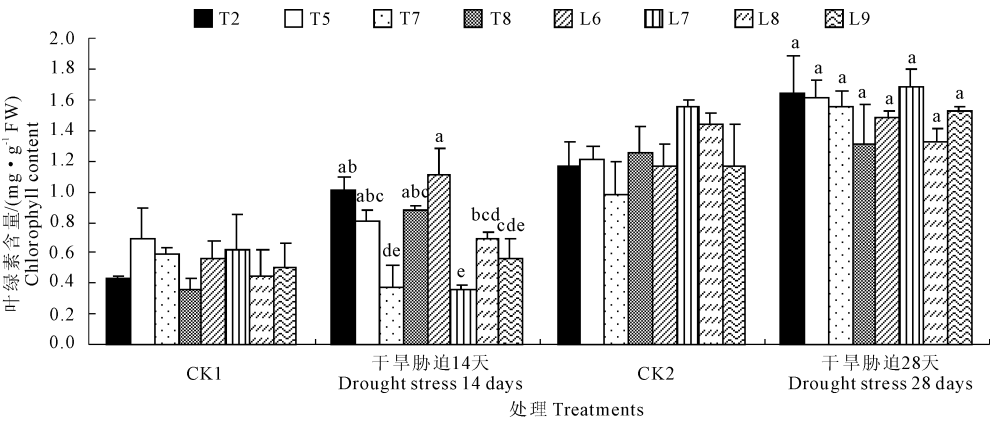


图 2 干旱胁迫后各品种叶绿素含量的变化

Fig.2 Leaf chlorophyll content of varieties after drought stress

2.3 干旱胁迫下油菜叶片含水量的变化

干旱胁迫后,冬油菜叶片含水量呈降低的趋势。胁迫 14 d 后,T2 和 T5 的叶片含水量较高,L7、L8 和

L9 的相对较低,但均未达到显著差异水平。胁迫 28 d 后,T7 的含水量最高,T5 的最低,二者达到显著差异水平,其他品种之间均无显著差异。

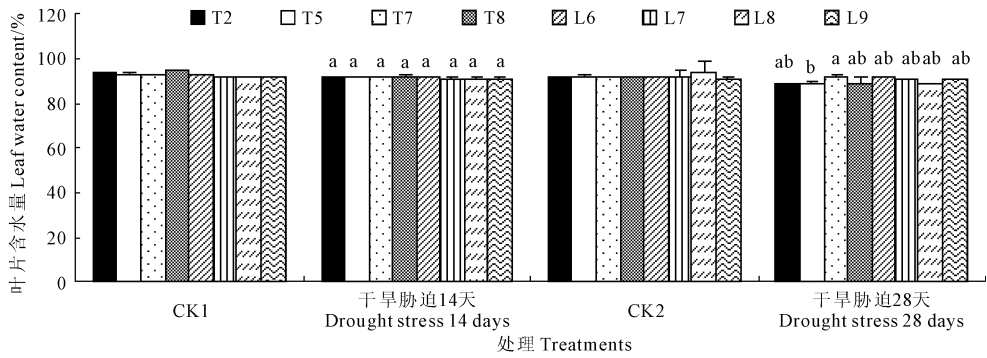


图 3 干旱胁迫后各品种叶片含水量的变化

Fig.3 Leaf water content of varieties after drought stress

2.4 干旱胁迫下油菜根含水量的变化

干旱胁迫后,冬油菜根含水量总体呈降低的趋势。胁迫 14 d 后,T2 和 T5 的根含水量较高,T8、L8 和 L9 的相对较低,但均未达到显著差异水平;与 CK1 比较,降低最多的是 T2 和 L9,L7 的反而增加。胁迫 28 d 后,各品种根含水量未达到显著差异水平;与 CK2 相比,降低最多的是 T2 和 T5,且各品种降低幅度均比胁迫 14 d 大。

2.5 干旱胁迫下油菜根鲜重的变化

干旱胁迫后,油菜根鲜重逐渐降低。胁迫 14 d 后,根鲜重降低幅度最大的是 T2 和 T5,降低幅度最小的是 L7 和 L6;L7 根鲜重值最大,与 T5 和 T8 呈显著差异水平。胁迫 28 d 后,与 CK2 比较,L6 根鲜重值增加,其它品种均降低;L6 与其他品种值达到显著差异水平。可见,干旱胁迫后,T2 和 T5 反应较快,根鲜重很快降低。

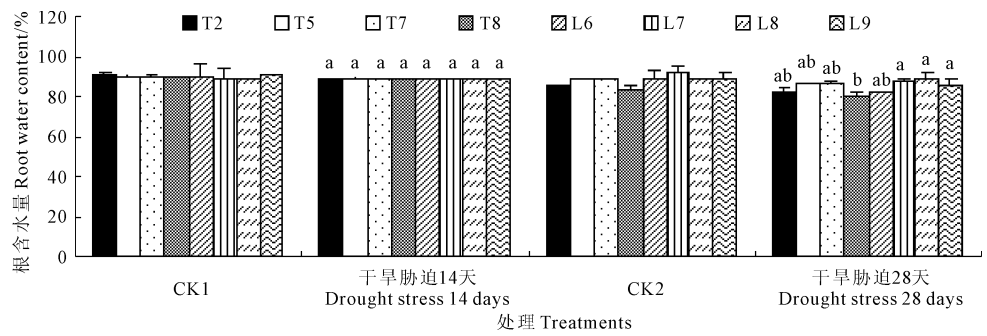


图 4 干旱胁迫后各品种根含水量的变化

Fig.4 Root water content of varieties after drought stress

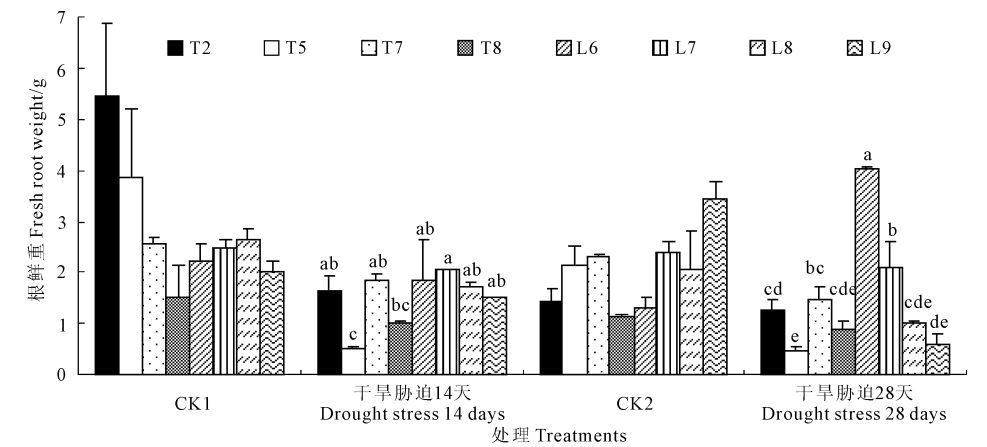


图 5 干旱胁迫后各品种根鲜重的变化

Fig.5 Root fresh weight of varieties after drought stress

2.6 干旱胁迫下油菜根系活力的变化

胁迫 14 d 后,T7 与 L9 根系活力值增加,其它各品种均降低。胁迫 28 d 后,8 个品种的根系活力均降低;与 CK2 比较,T7 和 L8 的降低最多;处理内 L7

的活力值最高,并与 T7 达到显著差异水平。胁迫 28 d 根系活力下降幅度比胁迫 14 d 大。可见,随着胁迫时间的延长,油菜根系活力呈逐渐降低的趋势。

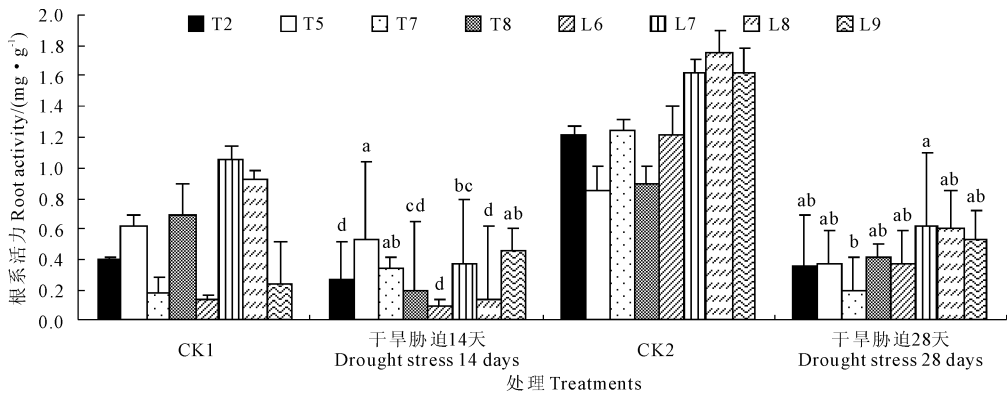


图 6 干旱胁迫后各品种根系活力的变化

Fig.6 Root vigor of varieties after drought stress

2.7 相关性分析

相关性分析表明,冬油菜越冬率与存活率存在显著正相关性,植株根系活力与存活率存在极显著

正相关性;而叶片含水量、根含水量与存活率不存在相关性;根鲜重、根系活力与越冬率存在显著相关性。

表 2 胁迫 28 d 后各指标的相关性分析

Table 2 Correlation coefficients among the indices after 28 days drought stress

项目 Item	越冬率 Wintering rate	存活率 Survival rate	叶片含水量 Leaf water content	根含水量 Root water content	根鲜重 Root fresh weight	根系活力 Root vigor
存活率 Survival rate	0.658 *					
叶片含水量 Leaf water content	0.475	- 0.057				
根含水量 Root water content	0.280	- 0.023	- 0.004			
根鲜重 Fresh roof weight	0.612 *	0.310	0.727 * *	- 0.261		
根系活力 Root activity	0.684 *	0.739 * *	- 0.100	0.370	- 0.090	
叶绿素含量 Chlorophyll content	- 0.062	- 0.107	0.123	0.311	0.091	- 0.144

注:“*”“* *”代表 5%,1% 显著水平。“*”,“* *”indicates significance at 5% and 1% level.

2.8 各试验材料聚类分析结果

聚类分析结果表明,在距离为 25 处可将 8 个品种分为 A、B 两大类群(图 7),A 类为抗旱性较强的材料,B 类为抗旱性偏弱的材料,包括 1 份材料(天油 7 号)。A 类又可分为两个亚类,A I 类为中抗旱材料,包括 6 份材料(天油 2 号、陇油 9 号、天油 5 号、陇油 6 号、陇油 8 号、天油 8 号),A II 类为强抗旱材料,包括 1 份材料(陇油 7 号)。

3 结论与讨论

1) 综合各指标及聚类分析结果,可将参试品种分为 4 类;强抗旱性品种陇油 7 号,中度抗旱品种陇油 6 号、陇油 8 号和天油 8 号,低抗品种天油 2 号、陇油 9 号和天油 5 号,旱敏感品种天油 7 号。相关

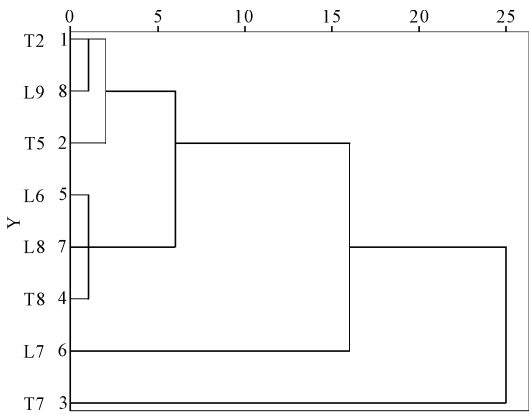


图 7 供试的 8 份材料成活率聚类图

Fig.7 Clustering analysis of eight rapeseed genotypes according to survival rate

性分析表明,冬油菜苗期抗寒性与抗旱性存在显著正相关性。由此推断,旱寒区冬油菜抗寒品种选育与耐旱品种选育可结合进行。陇油 7 号可作为冬油菜抗寒耐旱新品种选育的首选资源。

2) 朱成刚等^[9],Efeoglu B 等^[10]研究表明,干旱胁迫后植物叶绿素含量呈逐渐减少的趋势,此结果与本试验结果不同。本试验叶绿素含量呈逐渐增加的趋势,但胁迫 28 d 比胁迫 14 d 增加幅度较少,说明叶绿素含量的变化与胁迫时间的长短有关。谢小玉等^[11]研究表明,油菜苗期干旱胁迫后丙二醛相对值、SOD 活性相对值、POD 活性相对值、脯氨酸含量相对值、可溶性糖含量相对值和可溶性蛋白相对值呈先增加后降低的趋势,当胁迫天数到 20 ~ 25 d 时,各指标值逐渐降低。对于干旱胁迫后油菜叶绿素含量的变化,可进一步进行验证。

3) 很多研究报道^[12-15],水分胁迫后组织相对含水量逐渐降低,与植物的抗寒性呈正相关性。本试验结果表明,叶片含水量和根含水量与苗期油菜抗旱性不存在相关性。可能因为植物鲜重常随时间及处理条件而变化,生长旺盛的幼嫩叶子,常随时间而会显著增加,所以用组织含水量来评价植物抗旱性不恰当。

4) 董守坤等^[16]研究表明,干旱胁迫后,抗旱性强的品种根系活力显著高于抗旱性弱的品种。Dodd I C^[17]等报道,植物根系作为植物的吸收器官,在对干旱胁迫的响应过程中起着关键的作用,水分胁迫时,保持较高的根系活力是作物抗旱性强的表现。此结果与本试验一致。本试验相关性分析表明,根系活力与油菜干旱胁迫存活率存在极显著相关性。

参 考 文 献:

[1] 孙万仓,马卫国,雷建民,等.冬油菜在西北旱寒区的适应性和

北移的可行性研究[J].中国农业科学,2007,40(12):2716-2726.
[2] 陈姣荣,孙万仓,方彦,等.白菜型冬油菜在北方寒旱区的适应性分析[J].干旱地区农业研究,2012,30(6):17-30.
[3] 石建红,王凤英,周吉红.白菜型冬油菜在北京怀柔区的适应性研究[J].作物杂志,2011,5:56-60.
[4] 李强,顾元国,林萍,等.新疆冬油菜不同密度水平生育特性及经济性状比较研究[J].干旱地区农业研究,2011,29(2):59-64.
[5] 刘立峰,马国治,刘维,等.宁夏银北地区白菜型冬油菜品种比较研究[J].宁夏农林科技,2011,52(4):69-70.
[6] 任朝霞,杨达源.西北干旱区近 50 年气候变化特征与趋势[J].地球科学与环境学报,2007,29(1):99-102.
[7] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000:2-3.
[8] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].西安:世界图书出版公司,2000:192-199.
[9] 朱成刚,李卫红,马晓东,等.塔里木河下游干旱胁迫下的胡杨叶绿素荧光特性研究[J].中国沙漠,2011,31(4):927-936.
[10] Efeoglu B, Ekmekci Y, Cicek N. Physiological response of three maize cultivars to drought stress and recovery[J]. South African Journal of Botany, 2009,75(1):34-42.
[11] 谢小玉,张霞,张兵.油菜苗期抗旱性评价及抗旱相关指标变化分析[J].中国农业科学,2013,46(3):476-485.
[12] 罗梦,郭春会,马小卫.水分胁迫对长柄扁桃叶片含水量及保护酶活性的影响[J].干旱地区农业研究,2006,24(6):103-106.
[13] 栾忠奇,刘晓红,王国栋.水分胁迫下小麦叶片的电容与水分含量关系[J].西北植物学报,2007,27(11):2323-2327.
[14] 张东昱,盖玥,牛俊义,等.白菜型油菜抗寒生理生化特性动态研究[J].甘肃农业大学学报,2011,46(3):43-48.
[15] 彭云玲,王涛,李燕,等.干旱胁迫对玉米耐旱自交系与早敏感自交系苗期生理特性的影响[J].草业科学,2012,29(2):1401-1406.
[16] 董守坤,赵坤,刘丽君,等.干旱胁迫对春大豆叶绿素含量和根系活力的影响[J].大豆科学,2011,30(6):949-953.
[17] Dodd I C. Root-to-shoot signaling: assessing the roles of up in the up and down world of long-distance signaling in planta[J]. Plant and Soil,2005,274:251-270.

(上接第 125 页)

[16] 王庆成,程云环.土壤养分空间异质性与植物根系的觅食反应[J].应用生态学报,2004,5(6):1063-1068.
[17] 苗淑杰,乔云发,韩晓增,等.根瘤形成后缺磷对大豆生长和根瘤固氮功能的影响[J].作物学报,2009,35(7):1344-1349.
[18] 苗淑杰,乔云发,韩晓增.大豆结瘤固氮对磷素的需求[J].农业系统科学与综合研究,2006,22(4):276-282.
[19] 王芳,刘鹏,朱靖文.镁对大豆根系活力叶绿素含量和膜透性的影响[J].农业环境科学学报,2004,23(2):235-239.
[20] 张含彬,任万军,杨文钰,等.不同施氮量对套作大豆根系形态与生理特性的影响[J].作物学报,2007,33(1):107-112.
[21] 孙庆泉,胡昌浩,董树亭,等.我国不同年代玉米品种生育全程根系特性演化的研究[J].作物学报,2003,29(5):641-645.

[22] Osaki M, Shinano T, Matsumoto M, et al. A root-shoot interaction hypothesis for high productivity of field crops[J]. Soil Science and Plant Nutrition, 1997,43:1079-1084.
[23] 王法宏,郑丕尧,王树安,等.大豆不同抗旱性品种根系性状的比较研究,Ⅰ.形态特征及解剖组织结构[J].中国油料,1989,(1):32-37.
[24] 王法宏.大豆抗旱性品种特性的研究[J].莱阳农学院学报,1990,7(3):196-199.
[25] 王忠.植物生理学[M].北京:中国农业出版社,2000:63-70.
[26] 中国土壤学会农业化学专业委员会.土壤农业化学常规分析方法[M].北京:科学出版社,1983.