

水分胁迫对不同基因型油菜的生态适应性影响

耿站军, 钟 颖, 杨瑞吉*

(西南大学农学与生物科技学院, 重庆 400715)

摘 要: 采用盆栽试验, 通过对不同基因型油菜(渝油 20、陇油 4、陇 2-1、青油 331-2)的叶片丙二醛(MDA)含量、根系活力、生物产量、抗氧化酶(SOD、POD)活性以及叶细胞膜透性的测定分析, 研究了水分胁迫对油菜生态适应性的影响。结果表明, 随水分胁迫程度的加强, 4 种不同基因型油菜幼苗的 MDA 含量、叶细胞膜透性以及 SOD 和 POD 活性均逐渐增加, 而随水分胁迫程度的减小, 4 种不同基因型油菜幼苗的根系活力和地上生物产量均逐渐提高, 但各生理生化指标变化趋势不尽一致, 这反映了油菜对水分胁迫适应性反应途径的多样性。4 种不同油菜基因型品种综合抗旱生态适应性强弱为: 青油 331-2 最强, 陇 2-1、陇油 4 次之, 渝油 20 相对最差。

关键词: 水分胁迫; 油菜; 基因型; 生态适应性; 抗旱性

中图分类号: S565.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)06-0159-04

水分是影响植物生长发育的环境因素之一, 水分胁迫直接影响植物生长发育以及生理代谢过程等。高温、低温、盐渍等环境胁迫都会造成植物水分亏缺, 甚至促使细胞脱水造成植物死亡^[1~4]。油菜是我国的重要经济作物之一, 种植面积广, 其产量高低直接影响农民的经济收入, 因此选育抗旱性强的油菜品种, 是保证高产稳产的有效途径之一, 但针对油菜抗旱品种鉴定方面的研究鲜见报道^[5]。本文通过盆栽试验对 4 种不同基因型油菜对水分胁迫适应性的研究, 旨在筛选高抗旱性基因型油菜品种, 为中西部地区油菜的大面积推广和增产增收提供技术参考, 也为油菜抗旱基因的筛选及其抗旱种质的改良、创新、推广示范等提供理论参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种: 渝油 20(A)、陇油 4(B)、陇 2-1(C)、青油 331-2(D)。

1.2 试验设计方法

于 2006 年 9 月 20 日在西南大学农学与生物科技学院生态实验室中将 4 个不同基因型油菜种子播种于 48 个塑料盆(25 cm×20 cm×20 cm)中, 盆中水分保持最大田间持水量, 每个油菜品种分别设 L₁、L₂、L₃、L₄ 四个处理, 依次表示为 0 mL/次、20 mL/次、40 mL/次、80 mL/次的控水措施, 均三次重复, 并在 10 月 1 日开始每隔 5 d 对应每个水平按设

计要求进行补充水分 1 次, 出苗后每盆保留 10 株, 自然光照下生长, 播种后 45 d 分别取各试验盆中油菜样品于实验室测定各指标。丙二醛含量采用硫代巴比妥酸(TBA)法^[6], 根系活力测定采用氯化三苯基四氮唑(TTC)法^[7], 叶细胞膜透性用 DDS211A 电导仪测定^[8], 过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法^[8], 超氧化物歧化酶(SOD)活性测采用 NBT 光化还原法^[8], 脯氨酸含量的测定采用磺基水杨酸法^[9]。所有实验数据用 EXCEL 和 DPS 软件统计分析。

2 结果与分析

2.1 水分胁迫对膜脂过氧化的影响

从图 1 和图 2 看出, 油菜叶片在水分胁迫下, 丙二醛(MDA)含量都明显增加, 且 4 种油菜的 MDA 含量随着干旱胁迫的强度升高而显著升高, 膜相对透性与 MDA 含量呈显著正相关, 表明水分胁迫造成了油菜叶片的膜损伤, 这种损伤是由于膜脂过氧化作用的结果。在水分梯度 L₂ 与 L₃ 间, A 基因型品种的 MDA 含量增加最多, 增幅最大(21.5%), 其 MDA 含量始终保持最高, 说明其抗旱适应性最弱, 而 B、C、D 的 MDA 含量增长幅度分别为 18.2%、14.6%、18.9%(图 1)。

在 MDA 含量增加的同时, 油菜叶片膜损伤程度开始加剧, 随水分梯度的下降, 细胞膜透性依次降低, 其中 4 种不同基因型品种 A、B、C、D 的膜透性降低程度分别为 32.41%、32.16%、30.28%、

收稿日期: 2008-03-12

基金项目: 重庆市科委自然科学基金计划资助(CSTC, 2006BB7327)

作者简介: 耿站军(1985-), 男, 河北人, 本科生, 研究方向为农业生态学。

* 通讯作者: 杨瑞吉(1976-), 男, 从事区域生态学的教学科研工作。E-mail: yrj010576@126.com。

30.16%;在 L₂ 与 L₃ 水分梯度间,细胞膜透性的变幅最大,变化最明显的为 A,其变幅为 26.10%,L₃ 与 L₄ 之间变化程度不明显。在相同土壤水分梯度下,A 的叶细胞膜透性最高,其次为 B、C、D,说明 A 品种对水分最为敏感,C 与 D 品种的干旱适应性较强(图 2)。

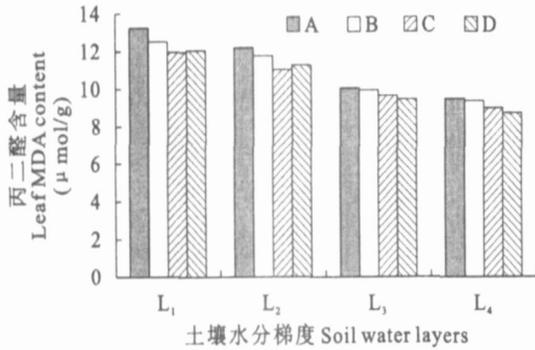


图 1 油菜苗期叶片丙二醛(MDA)含量变化与土壤含水量关系
Fig. 1 Relation of rape seedling leaves malondialdehyde (MDA) content and soil water difference

2.2 水分胁迫对抗氧化物酶活性的影响

从表 1 看出,随着水分胁迫程度的降低,超氧化物歧化酶(SOD)与过氧化物酶(POD)活性均逐渐增强。在不同水分梯度下,A、B、C、D 四个不同基因型品种间的 SOD 活性差异不显著,但 B 品种在 L₂ 与 L₃ 水分梯度下与 D 品种差异显著;而 POD 活性则

表 1 土壤水分对油菜抗氧化酶活性的影响

Table 1 Change of rape cropping antioxidant enzyme activity and soil water

品种 Variety	SOD(U/mg)				POD(△470/(mg·min))			
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
A	0.685 ^a	0.765 ^{ab}	0.913 ^b	1.002 ^a	2.565 ^b	3.652 ^b	4.952 ^b	5.441 ^b
B	0.711 ^a	0.811 ^a	0.984 ^a	0.998 ^a	3.451 ^a	5.011 ^a	6.249 ^a	6.792 ^a
C	0.681 ^a	0.745 ^{ab}	0.961 ^{ab}	1.012 ^a	3.005 ^{ab}	4.161 ^b	5.595 ^{ab}	6.654 ^a
D	0.646 ^a	0.733 ^b	0.928 ^b	0.992 ^a	3.168 ^a	4.665 ^a	5.819 ^a	6.626 ^a

2.3 水分胁迫对根系活力的影响

水分胁迫能不同程度地降低油菜幼苗的根系活力(图 3),以 L₃ 为分界点,随水分梯度的降低,根系活力逐渐降低,随水分梯度的增加,根系活力也是逐渐趋于降低,因为水分胁迫时,造成油菜根系理化代谢受到限制,根系活力下降,而在 L₄ 土壤水分处理下,油菜生长基本处于淹水状况,这也迫使油菜根系处于不良环境,因此根系活力较低。

从图 3 看出,D 基因型油菜品种在水胁迫时,根系活力随胁迫程度的增加降幅最小(20.2%),其次为 B 和 D 品种,分别降低了 23.2%和 25.5%,降幅

表现出:A 与 C 以及 B 与 D 两者间差异不明显,但 A 与 B、D 以及 C 与 B、D 间存在较明显的显著性差异。在相同水分梯度下,D 基因型品种的 SOD 活性值基本为最小,POD 活性值表现出 A 基因型品种均为最低,B 为最高,可 D 品种的 SOD 活性值在 L₁ 与 L₄ 水分梯度间的变幅最大(34.88%),变化程度最小的是 B(28.76%),而 B 品种的 POD 活性值变化最小,增加程度为 49.19%,C 的 POD 活性变化最大,增加程度为 54.84%。说明 SOD、POD 两种酶的活性在水分胁迫下变化幅度均较大,但是相同水分梯度下的差异并不十分明显,这与前人研究结果一致(干旱胁迫下 SOD、POD 活性升高^[10]、降低^[11]或者维持不变^[12])。

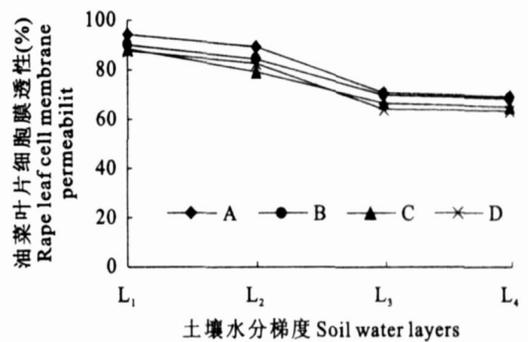


图 2 水分梯度对油菜苗期叶片细胞膜透性的影响
Fig. 2 Effect of cell membrane permeability on moisture content with rape seedling leaf blade

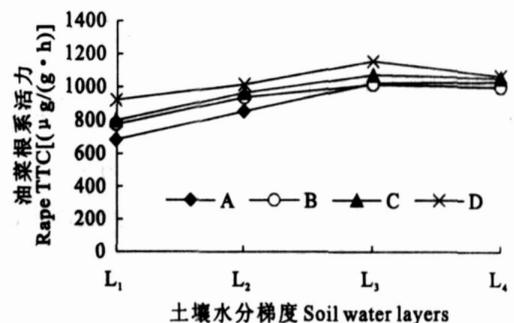


图 3 土壤水分对油菜苗期根系活力的影响

Fig. 3 Effect of rape cropping roots

activity(CAT) and soil water

最大(33.3%)的为A品种;在L₃到L₄的水分梯度下,A基因型品种的根系活力略有提高,而B、C、D基因型品种的根系活力均不同程度地降低。这说明A基因型品种对水分胁迫表现敏感,而对土壤淹水影响不大,而D基因型品种对水分胁迫相对于A、B、C品种反映迟钝,却对淹水反映敏感,从而证明了A是抗涝性品种,D为抗旱性油菜品种,B、C介于二者之间,偏重于抗旱基因型品种。

2.4 水分胁迫对脯氨酸含量的影响

从图4看出,随着干旱胁迫程度的加剧,脯氨酸(Pro)含量急剧上升,且Pro含量在不同水分梯度上差异不尽一致,Pro迅速且持续积累越多则表明了油菜品种具有越强的抗逆调节能力。在相同水分梯度下,D基因型油菜品种的Pro含量最高,在水分胁迫最严重的L₁阶段,D的Pro含量比A的高出了19.9%,而在水分趋于饱和的L₄阶段,两者仅相差3.8%,从L₁到L₄水分梯度,A与B两个基因型品种的Pro含量减少幅度较C与D的小,其中A、B、C、D四个品种分别减少了68.40%、67.23%、93.19%、94.17%,并在L₂与L₃水分梯度间的减少幅度最大,这说明D基因型品种的干旱适应性最强,B、C次之,A抗旱适应性最差。

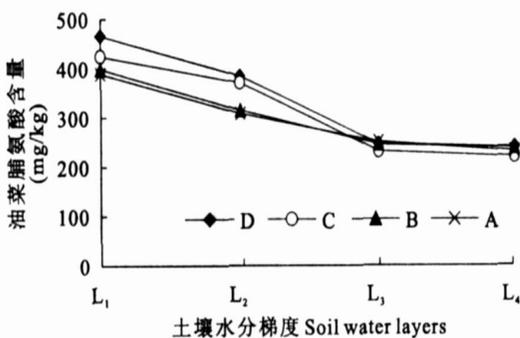


图4 土壤水分对苗期油菜脯氨酸含量的影响

Fig. 4 Effect of soil moisture on seedling stage rape proline content

3 结论与讨论

植物的抗旱性是一种综合性状,用任何单一的指标都很难确切地评定植物的抗旱性,本实验研究结果表明在人工控水过程中,4种油菜幼苗的各项生理生化指标变化的排序也不尽一致,这反映了植物对水分胁迫适应性反应途径的多样性。通过对4种不同基因型油菜幼苗进行抗旱性指标综合分析的结果表明,青油331-2抗旱性最强,C陇2-1、陇油4次之,渝油20较差,这与水分胁迫试验观察现

象一致,陇油4、渝油20在土壤缺水时大部分叶片下垂,表现出明显的萎蔫状态,而青油331-2幼苗叶片则能保持自然伸展状态,可见青油331-2幼苗比其他油菜品种幼苗抗旱性要强。

王健林等^[14]通过田间试验鉴定,野外实地考察,并结合气候学、地理学等方面的分析,发现西藏高原复杂而多样的气候、地理环境,孕育了丰富而多样的油菜抗逆性品种,原产于林芝、昌都南部以及喜马拉雅山脉南部等较为湿润地区的油菜品种在生长过程中,其需水量普遍较多,而生长于广大半干旱地区的油菜品种均需要较少的水量。这说明油菜的抗旱性与其原产地的环境条件密切相关,所以可依据油菜原产地的气候地理背景和油菜形态特征来判别其抗旱性,同时依据油菜抗性的生态地理分布来推测不同生态区域油菜的抗性状况,为油菜种质资源的开发利用和油菜的抗性育种提供理论依据。而本试验中的渝油20品种原产于较湿润的西南地区,青油331-2品种原产于地理气候干旱的青藏高原北麓地区,C陇2-1和陇油4均产于黄土高原的半干旱地区,因此,从原产地的气候和地理起源可推测出青油331-2品种的抗旱型最强,陇2-1和陇油4次之,渝油20较差,这与本试验研究结果基本一致。

在水分胁迫条件下,4种幼苗抗旱生理生化指标的变化趋势都比较一致,表现为质膜透性增大,膜伤害程度增加,游离脯氨酸和MDA含量也增加,但不同油菜品种在对水分胁迫的适应性反应存在一定差异。水分胁迫下植物脯氨酸含量能否作为植物抗旱性指标目前尚无定论,单从脯氨酸的作用看,无论是其物理、化学性质,还是对微生物的作用方面,它对植物的抗旱或渗透胁迫及胁迫解除后的恢复都是有益的。本试验中4种幼苗游离脯氨酸含量在水分胁迫下增加较大,尤以严重胁迫时增加剧烈,可见水分胁迫下4种幼苗脯氨酸积累能力与其抗旱性关系密切,其持续积累能增强细胞的渗透调节能力,这与方益华等^[13]的研究相同,但关义新等^[15]认为游离Pro积累与品种抗旱性无必然联系,不能最终决定品种抗旱性,不宜直接将其作为鉴定品种抗旱性指标。本试验结果与前人结果不尽一致,其实关于胁迫下脯氨酸的累积水平是否可以作为植物抗盐或抗干旱的指标,目前还存在不少争议^[16],说明能否把Pro含量或干旱时Pro的增量作为抗旱鉴定指标还须进一步研究。

从对水分胁迫的综合适应能力看,相同程度的水分胁迫下青油331-2具有较小的水分饱和和亏缺,水势低,质膜伤害程度小,渗透调节能力强,故其抗

旱能力强于其他品种,胁迫期间的形态观察也很好证明了这一点。在水分胁迫过程中,SOD、POD 两者的活性随胁迫程度的加深而下降,这与传统的研究结果不一致,也有其他研究报道了干旱胁迫下 SOD、POD 活性升高^[17]、降低^[18]或者维持不变^[19],油菜幼苗膜脂过氧化与保护酶系统的关系有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 毛明策,郭东伟,梁银丽.水分处理对油菜叶位光合速率、蒸腾速率及水分利用效率的影响[J].中国生态农业学报,2001,9(1):49-51.
- [2] 王贺正,马均,李旭毅,等.水稻开花期一些生理生化特性与品种抗旱性的关系[J].中国农业科学,2007,40(2):399-404.
- [3] 严美玲,李向东,林英杰,等.苗期干旱胁迫对不同抗旱花生品种生理特性、产量和品质的影响[J].作物学报,2007,33(1):113-119.
- [4] 张立新,李生秀.氮、钾、甜菜碱对水分胁迫下夏玉米叶片膜脂过氧化和保护酶活性的影响[J].作物学报,2007,33(3):482-490.
- [5] 唐道城,张礼,王艳萍,等.白芥及油菜产量性状抗旱性及抗旱性鉴定指标研究初探[J].干旱地区农业研究,1999,17(3):62-66.
- [6] 朱广廉,钟海文,张爱琴.植物生理学实验[M].北京:北京大学出版社,1990.
- [7] 白宝璋.植物生理学测试技术[M].北京:中国科学技术出版社,1993.
- [8] 张志良.植物生理学实验指导,第2版[M].北京:高等教育出版社,1990.

- [9] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2003.
- [10] Yu Shu-wen, TANG Zhang-cheng. Plant physiology & molecular biology[M]. Beijing: Science Press, 1999. 739-745.
- [11] Zhang J X, Kirkham M B. Antioxidant responses to drought in sunflower and sorghum seedlings[J]. New Phytologist, 1996, 132:115-123.
- [12] Fangmerier A, Brunschon S, Jager H J. Time course of oxidant stress biomarkers in flag leaves of wheat exposed to ozone and drought stress[J]. New Phytologist, 1994, 126:63-69.
- [13] 方益华,杨玉爱.不同水分条件下硼对油菜营养生理的影响[J].中国油料作物学报,1999,21(3):52-60.
- [14] 王建林,胡书银,唐佳,等.西藏油菜种质资源的抗逆性研究[J].西藏科技,2002,(11):63-64.
- [15] 关义新,戴俊英,陈军,等.土壤干旱下玉米叶片游离脯氨酸的积累及其与抗旱性的关系[J].玉米科学,1996,4(1):43-45.
- [16] Voetberg G S, Sharp R E. Growth of maize primary root low water potentials. III. Role of increased proline deposition in osmotic adjustment[J]. Plant Physiol, 1991, 96:125-130.
- [17] Fu J M, Huang B R. Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress [J]. Environmental and Experimental Botany, 2001, 45:105-114.
- [18] Zhang J X, Kirkham M B. Antioxidant responses to drought in sunflower and sorghum seedlings[J]. New Phytologist, 1996, 132:115-123.
- [19] Fangmerier A, Brunschon S, Jager H J. Time course of oxidant stress biomarkers in flag leaves of wheat exposed to ozone and drought stress[J]. New Phytologist, 1994, 126:63-69.

Eco-adaptable mechanism of water deficiency among genotypes rape

GENG Zhan-jun, ZHONG Ying, YANG Rui-ji*

(College of Agronomy and Biotechnology, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: Effects of ecological adaptability on lacking water rape plant were studied by pot experiments, and the leaves malondialdehyde (MDA) content and roots activities and biomass yield and the superoxide dismutase (SOD) activity and catalase (POD) activity and cell membrane permeability of rape seedling were mensurated on different genotypes of rape varieties (Yuyou 20, Longyou 4, Long 2-1 and Qingyou 331-2). The results showed that MDA content, cell membrane permeability, SOD activity and POD activity of 4 different genotypes of rape seedlings were gradually increased with the enhancement of water intimidated level, but roots activities and overground biomass yield were reduced. The change trend of physiological and chemical indices was not accordant in experiments, which indicated that responses approach of water stress adaptability had diversity in rape cropping. According to the results of analysis and comparison study, eco-adaptability capability of drought resistance of 4 different genotypes of rape varieties was that Qingyou 331-2 became the strongest, Longyou 2-1 took the second place, Longyou 4 was relatively poor and Yuyou 20 showed the lowest.

Keywords: water stress; rape; genotype; eco-adaptability; drought resistance