模拟干旱胁迫下甘蓝型油菜幼苗生长与早期活力的关系研究

关周博[1,2],田建华[1,2],胡银岗[3],李少钦[1,2],赵卫国[1,2],
韦世豪[1,2],姚雪雁[1,2],张文学[1,2],李殿荣[1,2]
(1.陕西省杂交油菜研究中心,陕西 大荔 715105;2.国家油料作物改良中心陕西油菜分中心,陕西 大荔 715105;
3.西北农林科技大学农学院,陕西 杨凌 712100)

摘　要:以6个早期活力不同的油菜品种为试验材料,通过不同浓度的PEG-6000渗透溶液模拟干旱胁迫处理,研究了油菜幼苗在胁迫条件下的根长、苗高和根冠比等性状,并与大田环境条件下的苗期长势情况进行对比分析。结果表明,在不同浓度的PEG-6000渗透溶液的胁迫条件下,各个品种的表现不同,呈现显著性差异,EV1、EV2和EV3的根长、苗高和根冠比都较大,而EV5和EV6的表现较差。在大田五叶期时,以EV2和EV3的表现最好,具有较大的冠层覆盖面积,同时干物质积累量和根量干重都较大,以EV5和EV6的表现最差,冠层覆盖面积、干物质积累量和根量干重较小,通过相关性分析发现,冠层覆盖面积与干物质积累量呈现极显著的相关性,与苗期胁迫条件下的性状特征相结合发现早期活力强的材料在大田中有较好的生长势。

关键词:甘蓝型油菜;干旱胁迫;幼苗生长;早期活力
中图分类号:S565.4;Q945.78　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1000-7601(2013)03-0145-05

Relationship between seedling growth and early vigor of *Brassica napus* L. under simulated drought stress

GUAN Zhou-bo[1,2], TIAN Jian-hua[1,2], HU Yin-gang[3], LI Shao-qin[1,2], ZHAO Wei-guo[1,2],
WEI Shi-hao[1,2], YAO Xue-yan[1,2], ZHANG Wen-xue[1,2], LI Dian-rong[1,2]
(1. *Hybrid Rapeseed Research Center of Shaanxi Province*, *Dali*, *Shaanxi* 715105, *China*;
2. *Shaanxi Rapeseed Branch of National Oil Crops Genetic Improvement Center*, *Dali*, *Shaanxi* 715105, *China*;
3. *College of Agronomy*, *Northwest A&F University*, *Yangling*, *Shaanxi* 712100, *China*)

Abstract: This study aimed to investigate the correlation between early vigor of *Brassica* and its seedlings growth under drought stress. Six rapeseed of different early vigor were treated with PEG-6000 osmotic solution at different concentrations and measured their root length, seedling height, and root shoot ratio. The growth of tested varieties was compared with those under normal physical condition in the field and was further analyzed. The results showed each variety responded significantly different to the different concentrations of PEG-6000 osmotic solution. EV1 EV2 and EV3 had larger root length, seeding height and root shoot ratio than EV5 and EV6. At field five leaves stage, compared to EV5 and EV6, EV2 and EV3 had bigger canopy cover area, larger dry matter accumulation and root dry weight. The study showed there was a strong correlation between canopy cover area and dry matter accumulation. In conclusion, taking the characters of seedlings under drought stress into consideration, *Brassica* variety of stronger early vigor will have superior growth potential in the field.

Keywords: *Brassica napus* L.; drought stress; seedling growth; early vigor

中国是一个水资源短缺的国家,人均水资源量约为世界人均的1/4,耕地平均占有水量约为世界平均水平的3/5[1-3]。水资源严重短缺已成为制约我国国民经济可持续发展的瓶颈[4]。山仑认为[5],

收稿日期:2013-01-17
基金项目:科学家岗位油菜现代产业技术体系建设(CARS-13);旱区作物逆境生物学国家重点实验室开放课题基金(CSBAA2013013);陕西省国际合作项目"利用基因工程技术培育优质高油抗旱耐热高产油菜新品种合作研究"(2012KW-15)
作者简介:关周博(1983—),男,陕西长安人,硕士,助理研究员,主要从事油菜育种研究。E-mail:guanzhoubo@yahoo.com.cn。

万方数据

当水的流失、蒸发、渗透得到有效控制,水的时空调节得到最大限度利用之后,充分挖掘植物自身的水分高效利用机制将成为节水农业发展的核心,因而筛选和培育的水分利用率高、有限条件下生长较快的抗旱性品种,最大限度地利用水资源是生物节水的关键措施。

植物的早期活力是植物从种子萌发到幼苗长成的一个综合表现,其主要表现为:首先是具有较强的光合特性,在有限的光照条件下制造更多的养分;其次叶片发育较快,短期内使作物冠层加大,覆盖更多的地面,从而有效阻止了地面水分的大量蒸腾,使植物本身可以有效利用更多土壤表层的水分,同时和杂草形成竞争,使杂草生长弱化,可以减少除草剂的使用量[6-7]。在国外,早期活力已经在小麦、水稻、玉米、高粱等作物上有所报道,Margreet W 等人[8]研究发现,早期活力较强的小麦在生长过程中非常重要,可以使小麦安全度过早期干旱对幼苗生长造成的伤害,并通过基因定位确定早期活力的基因位点。Rosl C 等[9]报道了水稻的早期活力对水稻向后期生物建成转化,度过逆境,保证产量有显著影响。Messmer S T P 等[10]对玉米苗期的相对叶面积、冠层大小、光合效率等早期性状进行了研究,并将其基因定位。

油菜是我国主要的油料作物,在水分充足的生长条件下,甘蓝型油菜苗期生长也较快,但是在干旱半干旱地区,秋播或者春播容易发生秋旱和春旱,都会由于雨水较少,水分不足,出苗慢,出苗不整齐,影响出苗以及苗期生物体的建成,严重影响了油菜的正常生长[11-12]。因此,研究干旱半干旱条件下油菜幼苗早期活力对油菜出苗,保证生长密度,有效利用土壤表层水分具有重要的实际意义,但是,在国内对油菜这方面的研究报道相对较少。本研究拟以6个早期活力不同的甘蓝型油菜品种为材料,通过不同浓度的 PEG 渗透液模拟干旱条件处理,探讨在不同胁迫条件下甘蓝型油菜的幼苗性状变化以及大田油菜幼苗生长变化情况,深入研究油菜幼苗生长与早期活力关系,为进一步培育出早发性好、早期活力强以及抗旱性强的油菜新品种提供实践和理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试油菜品种为陕西省杂交油菜研究中心育种室提供的6份早期活力不同的甘蓝型油菜品种,将其编号为 EV1、EV2、EV3、EV4、EV5、EV6。

1.2 试验方法

1.2.1 *PEG 干旱胁迫处理* 为保证试验处理一致,随机选取各供试甘蓝型油菜材料种子2 000粒放于培养皿中,先用5%的安替福民消毒5 min,倒掉消毒液,再用无菌蒸馏水冲洗干净种子上残留的安替福民消毒液。在直径为9 cm的培养皿中铺放3层直径9 cm的滤纸,每个培养皿加蒸馏水6 ml,将滤纸打湿,制成发芽床,将已消毒好的各供试甘蓝型油菜种子分别置于培养皿中,每个培养皿放100粒种子,并加盖,于25℃的培养箱中暗培养24 h至种子露白。用 PEG-6000 浓度分别为0%、5%、10%、15%、20%(W/V)进行模拟干旱胁迫处理,其中0%的 PEG 渗透溶液不加 PEG-6000,仅为蒸馏水,作为对照。每个品种5个处理,重复3次,完全随机排列。每个培养皿中加入相应的 PEG 渗透溶液10 mL,在温度为25℃的恒温培养箱中继续培养。培养10 d后,将其取出用自来水冲洗掉幼苗根部的 PEG 溶液,用直尺测量其根长和幼苗高度,每个处理材料测量10株幼苗。再将根部和幼苗分开放于烘箱中,烘干测其根冠比。

1.2.2 *大田试验* 试验于2012年9月—2012年10月在陕西省大荔县杂交油菜研究中心试验田内进行,小区面积3 m^2,行长2.5 m,行距40 cm,密度1.5万株/666.7 m^2。设置三个重复,试验采用随机区组设计,土壤为塿土。在试验材料播种后,油菜幼苗生长到五叶期时测量冠层覆盖面积、总生物量干重和根系干重,每个材料测量5株。

1.2.3 *数据统计分析* 利用 Excel 软件进行数据整理、分析与绘图。采用 SAS 软件对试验结果进行方差分析和性状间相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同浓度 PEG-6000 胁迫条件下油菜性状的变化

如表1所示,高浓度 PEG-6000 胁迫处理下,各参试油菜品种的根长和苗高都有明显的缩短,在没有 PEG-6000 胁迫(对照)时,油菜品种之间的根长差异比较大,最长的是 EV1、EV2 和 EV3,EV6 的根长最短,随着胁迫浓度的提高,各油菜品种的根长都有不同程度的下降,在浓度大于10%的 PEG-6000 胁迫下各油菜根长的降低最为明显;在浓度大于15%的 PEG-6000 胁迫下,EV1、EV2、EV3 和 EV4 的根长降低幅度是最大的。在没有胁迫处理下,各油菜品种的苗高差异不大,随着胁迫浓度的升高出现了不同程度的变化,EV6 的变化最为明显,在浓度大

万方数据

于 5% 的 PEG - 6000 胁迫下苗高降低幅度特别大,说明对干旱胁迫较敏感。随着干旱胁迫的加剧,苗的生长变得缓慢。在浓度为 10% 的 EPG - 6000 胁迫下,EV4 比 EV5 的苗高变化大,呈现降低趋势;但是在浓度为 15% 的 EPG - 6000 胁迫条件下,苗高降低幅度比 EV5 小,说明不同材料对干旱胁迫的反应和适应情况不同。在没有胁迫处理下各品种的的根冠比以 EV3 最大,EV1 次之,EV5 最小。随着 PEG - 6000 胁迫浓度升高到 5% 时,EV1 和 EV2,EV3 都有不同程度的降低,但其它材料均呈现增大的趋势;胁迫浓度从 5% 到 10% 时 EV1 和 EV2 的根冠比增大了,EV6 的根冠比降低了;在胁迫浓度从 10% 升高到 20% 时根冠比都呈现增大的趋势,以 EV2 和 EV1 最高,EV5 和 EV6 较低,说明在干旱胁迫下 EV1 和 EV2 对干旱胁迫的适应性强,EV5 和 EV6 对干旱胁迫较为敏感,抗旱性要弱一些,根的生长较为缓慢。

表 1　不同浓度 PEG - 6000 胁迫对油菜苗期各性状的影响

Table 1　The effect of different concentration PEG - 6000 stress solution on the traits of rapeseed seedling

性状 Trait	品种编号 No. of varieties	胁迫浓度 Concentration of PEG - 6000 stress				
		CK	5%	10%	15%	20%
根长/cm Root length	EV1	6.82	6.55	6.47	5.94	3.71
	EV2	6.58	6.32	6.25	5.92	3.57
	EV3	6.52	6.38	6.10	5.74	3.51
	EV4	6.30	6.05	5.95	5.54	2.98
	EV5	5.80	5.50	4.82	3.72	2.13
	EV6	5.20	5.10	4.52	3.15	1.83
苗高/cm Seeding height	EV1	14.48	13.80	13.12	12.48	5.91
	EV2	13.79	13.54	12.53	11.02	6.13
	EV3	14.72	13.93	13.08	10.23	4.30
	EV4	14.12	13.54	11.35	9.82	3.92
	EV5	14.15	13.22	11.83	7.05	3.16
	EV6	13.83	12.95	10.25	7.11	2.15
根冠比 Root/shoot ratio	EV1	0.83	0.72	0.95	1.02	1.09
	EV2	0.81	0.69	0.83	0.98	1.10
	EV3	0.85	0.70	0.80	0.92	0.98
	EV4	0.74	0.79	0.87	0.87	0.92
	EV5	0.68	0.72	0.76	0.88	0.89
	EV6	0.77	0.81	0.71	0.79	0.91

2.2　不同浓度 PEG - 6000 胁迫条件下油菜幼苗性状的方差分析

通过对各品种多因素处理方差分析表明(表 2),根长的变化在品种间、处理间和品种与处理间都达到了极显著的差异;苗高和根冠比的变化在品种间有显著差异,在处理间以及品种与处理间达到了极显著差异。对各品种在所有处理浓度下 Duncan 多重比较分析,如表 3 所示,品种 EV1、EV2、EV3 和 EV4 之间的根长差异显著,EV5 和 EV6 间无差异,以 EV1 的根长居首,EV6 的根长最短;在苗高中,品种 EV1、EV2 和 EV3 之间无显著差异,但是与 EV4、EV5、EV6 之间存在显著性差异;在根冠比中 EV5 和 EV6 两个品种间无差异,与其余四个品种之间存在显著性差异,以 EV1 的根冠比最大,EV6 的根冠比最小。

表 2　3 个苗期性状 PEG - 6000 胁迫处理与品种间的方差分析

Table 2 The variance analysis of 3 seedling traits among PEG - 6000 stress and varieties

变异来源 Variance source	根长 Root length	苗高 Seedling length	根冠比 Root/shoot ratio
品种间 Varieties	6.3184**	9.6693*	0.0232*
处理间 Treatment	20.7542**	31.8518**	0.1056**
品种间 × 处理间 Variety × Treatment	0.1667**	1.7944**	0.0071**

注:* 和 ** 分别表示 0.05 和 0.01 的显著水平。

Note: * and ** indicate difference significance at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

万方数据

表3 不同品种三个苗期性状的 Duncan 多重比较分析

Table 3 Duncan multiple comparisons analysis of 3 seedling traits of different varieties

品种 Varieties	根长 Root length	苗高 Seedling length	根冠比 Shoot ratio
EV1	5.877Aa	11.879Aa	0.905Aa
EV2	5.710Ab	11.305Aa	0.866Bb
EV3	5.621Bc	11.196Aa	0.849BCbc
EV4	5.348Cd	10.521Bb	0.830Cc
EV5	4.379Ee	9.861Cc	0.791Dd
EV6	3.941Ee	9.250Dd	0.775Dd

注:表中数据为各品种不同胁迫处理下的平均值。同一列中不同字母表示差异显著,小写和大写字母分别表示0.05和0.01显著水平。

Note: Data in this table were the average of each variety under different PEG simulated stresses. Different letters in the same row indicated difference significance, small and capital letters indicate difference significance at the 0.05 and 0.01 levels, respectively.

2.3 大田条件下不同油菜品种的苗期性状变化

如表4所示,不同品种间在油菜五叶期冠层覆盖地面积差异较大,以EV2的冠层覆盖面积最大,达到了816.9 cm^2,EV3的冠层覆盖面积次之,EV5和EV6的冠层覆盖面积较小;在总生物量方面,冠层覆盖面积较大的品种其干物质积累量也较大,以EV2最为突出,EV5的冠层覆盖面积小,总生物量干重也小,相对应的根系干重变化也有差异,以EV2、EV1、EV3的冠层根系干重大,EV4、EV6和EV5的根系干重小。

表4 大田条件下苗期各形态指标的变化

Table 4 The variation of seedling morphological parameter in field

品种 Varieties	冠层覆盖面积 Canopy cover area/cm^2	总生物量干重 Total biomass dry weight/g	根系干重 Root dry weight/g
EV1	751.86	18.57	2.35
EV2	816.90	21.37	2.87
EV3	770.09	19.67	2.24
EV4	655.83	15.47	1.53
EV5	471.77	7.27	0.92
EV6	537.15	9.37	1.21

从表5中发现,冠层覆盖面积与总生物量和根系干重的相关性达到极显著水平,说明在早期发育过程中,发育较快的品种如EV2、EV1其叶面积大,覆盖地面积也大,能较好地阻止地面水分的蒸发量,根系的生长也就比较良好,对油菜的生长有利,同时较大的叶面积增大了光合面积,提高了光合量,随之积累的干物质也就较多,其早期活力也较强;反之,较小的叶面积对地面水分蒸发的阻止能力也变小了,相应的生长速度也慢,早期活力不强。与表1对应分析发现,不同浓度PEG-6000的胁迫下,苗期性状较好的品种在大田也表现出较好的早期活力,油菜长势较好,可通过室内干旱胁迫的方法筛选出早期活力较强的油菜品种。

表5 冠层覆盖面积与总生物量和根系干重的相关性分析

Table 5 Correlation analysis between canopy cover area and total biomass dry weight and root dry weight

生长指标 Growth index	冠层覆盖面积 Canopy cover area	总生物量干重 Total biomass dry weight	根系干重 Root dry weight
冠层覆盖面积 Canopy cover area	1		
总生物量干重 Total biomass dry weight	0.98**	1	
根系干重 Root dry weight	0.96**	0.93**	1

注:**表示0.01的显著水平。

Note: ** indicates difference significance at the 0.01 level.

3 讨 论

在干旱半干旱地区,作物生长所需的大量水分主要是依靠降水,然而50%的降水可能通过蒸发直接从土壤表层丢失。减少这种从土壤表层丢失水分的一种有效方法就是选择早期生长较快和活力更强的品种。因为较大叶片所产生的冠层将更加有效地遮蔽土壤表层,减少地面蒸腾量,而且较大的叶片吸收更多的光线,制造更多的养分,使作物得到更好的生长[13]。本研究发现,在室内干旱胁迫条件下生长相对较好的品种在大田环境中也有较好的表现,生长势较强。在相同的时间内能够积累更多的物质,如EV1、EV2和EV3,在室内胁迫条件下的幼苗长势优于EV4、EV5和EV6,在大田相同环境条件下的长势和幼苗胁迫的长势具有一致性。冠层面积大,早期活力强,生长势好,说明抗旱能力强,对有限水分利用率较高,与Margreet W和Rebetzke J等在小麦上的研究有一致性,都认为早期活力对作物在干旱时期安全生长至关重要[8,14-15]。这一相关特性的研究结果应用在今后的抗旱材料筛选中。同时笔者在育种实践中也发现,在对旱区育种材料选育中,可通过对材料早期生长势和冠层大小的观察记载,来预测其早期活力的强弱,为改良油菜材料的早期活力打下基础。

作物早期生长较快具有较强活力的品种可以有效阻止土壤水分的蒸发,从而将水分利用效率提高了25%以上,对提高作物总的生物量和种子产量有

万方数据

重要贡献[10]。系统探索油菜早期活力对保证油菜苗期生长,发展较强根系以有效促进后期发育和成熟期收获有重要意义;提高油菜早期活力也可提高作物的水分利用效率,达到作物抗旱丰产的目的。这也将成为今后油菜育种的研究重点。

参 考 文 献:

[1] 赵红梅,郭程瑾,段巍巍,等.小麦品种抗旱性评价指标研究[J].植物遗传资源学报,2007,8(1):76-81.

[2] 桂月晶.油菜抗旱指标筛选及抗旱相关基因的表达分析[D].河南:河南大学,2011.

[3] 王道杰,桂月靖,杨翠玲,等.油菜抗旱性及鉴定方法与指标Ⅲ.油菜苗期抗旱性及鉴定指标筛选[J].西北农业学报,2012,21(6):108-113.

[4] 谢惠民,石　峰,张晓科,等.我国北部不同生态区冬小麦新品种水分利用效率的研究[J].西南农业学报,2005,18(5):557-561.

[5] 山　仑.挖掘植物自身抗旱节水潜力的探讨[J].河南大学学报,2012,42(5):587-592.

[6] Rebetzke G J, Bruce S, Kirkegaard J A. Genotypic increases in coleoptile length improves emergence and early vigor with crop residues [J]. Plant Soil, 2005,270:87-100.

[7] Boatwright T L, Condon A G, Rebetzke G J, et al. Field evaluation of early vigor for genetic improvement of grain yield in wheat[J]. Aust J Agric Res, 2002,53:1137-1145.

[8] Margreet W, Franka M, Hans L, et al. Genetic and physiological architecture of early vigor in aegilops tauschii, the D-genome donor of hexaploid wheat: A quantitative trait loci analysis[J]. Plant Physiology,2005,139:1078-1094.

[9] Rosl C, Bell R W, White P F. Seedling vigor and the early growth of transplanted rice(*Oryza sativa*)[J]. Plant and Soil,2003,252:325-337.

[10] Messmer S T P, Stamp N, Ruta A. QTLs for early vigor of tropical maize[J]. Mol Breeding,2010,25:91-103.

[11] 杨春杰,程　勇,邹崇顺.模拟干旱胁迫下不同甘蓝型油菜品种发芽能力的配合力与遗传效应分析[J].作物学报,2008,34(10):1744-1749.

[12] 杨春杰,张学昆,邹崇顺,等.PEG-6000模拟干旱胁迫对不同甘蓝型油菜品种萌发和幼苗生长的影响[J].中国油料作物学报,2007,29(4):425-430.

[13] Lu Xunli, Niu Aolei, Cai Haiya, et al. Genetic dissection of seeding and early vigor in a recombinant inbred line population of rice[J]. Plant Science,2007,172:212-220.

[14] Rebetzke G J, Richards R A. Genetic improvement of early vigor in wheat[J]. Aust J Agric Res,1999,50:291-301.

[15] Richards R A, Lukacs Z. Seedling vigor in wheat—sources of variation for genetic and agronomic improvement[J]. Aust J Agric Res, 2002,53:41-50.

(上接第 132 页)

[20] Haas H P, Rober R. Substrate additives, watering and growth of euphorbia pulcherrima[J]. Gartenbau Magazine, 1993,12(2):68-70.

[21] Huttermann A, Zommorodi M, Reise K. Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of pinus halepensis seedling subjected to drought[J]. Soil and Tillage Research, 1999,50(4):295-304.

[22] Viero P W M, Little K M, Oscroft D G. Establishment of Eucalyptus grandis X camaldulensis clones in Zululand; the effect of a soil amended hydrogel[J]. ICFR - Bullentin - Series, 2000,(7):1-120.

[23] 赵正雄,赵　明,张福顼.育苗时使用保水剂对移栽玉米生长发育和产量的影响[J].耕作与栽培,2002,(2):13-14.

[24] Akhter J, Mahmood K, Malik K A. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea[J]. Plant, Soil and Environment, 2004, 50(10):463-469.

[25] Silberbush M, Adar E, De M Y. Use of an hydrophilic polymer to improve water storage and availability to crops grown in sand dunes. I Com irrigated by trickling [J]. Agricultural Water Management, 1993,23:303-313.

[26] Silberbush M, Adar E, De M Y. Use of an hydrophilic polymer to improve water storage and availability to crops grown in sand dunes. Ⅱ Cabbage irrigated by sprinkling with different water salinities[J]. Agricultural Water Management, 1993,23:313-327.

[27] 马　兰,李坤雄.食品质量检验[M].北京:中国计量出版社,1997:7.

[28] 浙江农业大学.农业化学分析[M].上海:上海科技出版社,1987:174-182.

[29] 张富仓,李继成,雷　艳,等.保水剂对土壤保水持肥特性的影响研究[J].应用基础与工程科学学报,2010,18(1):120-128.

[30] 田　娜,张　蕾,江海东.保水剂对垂盆草建植和生理代谢的影响[J].草业科学,2009,26(2):120-123.

[31] 吴　娜,赵宝平,曾昭海,等.两种灌溉方式下保水剂用量对裸燕麦产量和品质的影响[J].作物学报,2009,35(8):1552-1557.

[32] Magalhaes J R, Wilcox G E, Rodriguez F C, et al. Plant growth and nutrient uptake in hydrophilic geltreated soil[J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 1987,18:1469-1478.

[33] Hutteermann A, Zommorodia M, Reise K. Addition of hydrogel to soil for prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought[J]. Soil Tillage Research, 1999,50:295-304.

[34] Shainberg I, Warriington D N, Rengasamy P. Water quality and PAM interactions in reducing surface sealing [J]. Soil Science, 1990,149:301-307.

[35] Mikkelsen R L. Using hydrophilic polymers to control nutrient release [J]. Fertilizer Research, 1994,38:53-59.

万方数据