

干旱胁迫对不同油菜品种苗期生物量和根系的影响

刘婷婷, 庞进平, 徐一涌

(甘肃省农业科学院作物研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 油菜是我国主要的植物油料作物之一, 干旱是限制甘肃省油菜产业发展的主要因素之一, 春季油菜苗期干旱日益严重。采用盆栽法模拟春季干旱, 对不同品种油菜苗期的生物量和根系进行观察。结果表明, 苗期连续 10 d 干旱、土壤含水量低于 5.76% 时油菜幼苗出现死亡现象, 土壤含水量减少约 50%。甘蓝型油菜的水分利用率和根冠比均高于白菜型和芥菜型油菜, 芥菜型油菜最低; 根系鲜重与含水量和水分利用效率呈正相关关系。说明甘蓝型油菜抗旱性强于白菜型和芥菜型, 且杂交品种陇油 10 号和青杂 5 号抗旱性比常规品种陇油 2 号强。

关键词: 油菜; 苗期; 根系

中图分类号: S565.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)06-0004-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.06.002

Effects of Drought Stress on Seedling Biomass and Root System of Different Rapeseed Cultivars

LIU Tingting, PANG Jinping, XU Yiyong

(Institute of Crops, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: Rapeseed is one of the main plant oil crops in China, and drought is one of the main factors restricting the development of rapeseed industry in Gansu Province. Spring seedling drought of rapeseed is increasingly serious. The potted plants method was used to simulate spring drought, the biomass and root system of different rapeseed cultivars at seedling stage were observed. The results showed that the seedlings died when the seedling stage was drought for 10 days and the soil moisture content was lower than 5.76%, and the soil moisture content decreased by about 50%. The water use efficiency and root-shoot ratio of *Brassica napus* were higher than those of *Brassica campestris* and *Brassica juncea*, and *Brassica juncea* was the lowest. Root fresh weight was positively correlated with water content and water use efficiency. The results indicated that drought resistance of *Brassica napus* was higher than that of *Brassica campestris* and *Brassica juncea*, and the drought resistance of hybrid cultivars Longyou 10 and Qingza 5 was higher than that of conventional cultivar Longyou 2.

Key words: Rapeseed; Seedling stage; Root system

油菜是我国主要植物油料作物之一, 菜籽油含有丰富的脂肪酸和维生素, 饱和脂肪酸含量不超过 7%; 饼粕蛋白质含量达 34% ~ 45%, 还含有粗脂肪、纤维素和多种维生素, 是优良的饲料蛋白源。2016 年全国种植面积为 733.105 万 hm^2 , 占油料种植面积

的 51.85%^[1]。

甘肃省地域狭长, 受温带季风气候影响, 各市州气候差异大, 是中国少数的既有冬油菜又有春油菜种植的省份。海拔高、光照充足, 满足油菜生长所需的热量; 昼夜温差大, 适宜油菜有机质积累。但甘肃省地处

收稿日期: 2019-02-21

基金项目: 甘肃省青年科技基金计划 (18JR3RA259); 甘肃省油料作物创新团队 (2017GAAS22)。

作者简介: 刘婷婷 (1986—), 女, 甘肃兰州人, 研究实习员, 硕士, 研究方向为油菜栽培与育种。Email: 13139229734@163.com。

通信作者: 庞进平 (1969—), 男, 甘肃天水人, 副研究员, 主要从事油菜育种研究工作。Email: pjp1969@163.com。

黄土高原、青藏高原和内蒙古高原交汇地带，内陆深处，降水量少，干旱是限制油菜产业发展的主要因素之一。对甘肃省近几十年的气象资料分析表明，年日照时数呈不明显的增加趋势，增加速率为 1.2 h/10 a^[2]；年降水量呈不显著减少趋势，年均降水量呈 6.3 mm/10 a^[3-4]减少。

干旱是影响作物生长和发育的非环境重要因素之一。干旱胁迫下，叶片细胞膨压降低，幼嫩的叶片和茎下垂形成萎蔫现象^[5]，并通过减少叶片数目、叶面积和地上部分生物量来适应干旱^[6]；植物气孔导度下降，胞间 CO₂ 浓度下降，从而使光合作用下降，造成产量降低^[7-8]；超氧化物歧化酶(SOD)活性、过氧化物酶(POD)活性、过氧化氢酶(CAT)活性与胁迫质量分数呈正相关关系^[9]。根系是作物吸收水分和养分的主要部位，对水分缺失十分敏感，所以根系与作物的耐旱性关系密切。利用 PEG 模拟干旱胁迫研究表明，干旱胁迫下油菜幼苗的根和茎的长势受到抑制^[10]，且茎粗随着干旱处理时间的延长而急剧下降，与抗旱性呈正相关^[11-13]；油菜苗期的相对活力指数、芽苗总长、总鲜重、总干重、种子发芽时间、发芽率等均可以作为油菜芽期抗旱性鉴定的评价指标^[14-16]。我们采用盆栽法研究了干旱胁迫下白菜型、芥菜型和甘蓝型油菜苗期水分利用效率、形态指标和根系鲜重的变化，以期探索干旱胁迫对不同类型油菜苗期的影响。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试品种选用白菜型、芥菜型和甘蓝型油菜各 3 个品种，共计 9 个品种(表1)，其中甘蓝型油菜陇油 10 号和青杂 5 号为杂交种，其余为常规种。均由甘肃省农业科学院作物研究所提供。

1.2 试验设计

试验采用盆栽模拟法。于 6 月 30 日至 7 月 25 日在人工气候室进行，设温度为 21.8 ℃，相对湿度为 57.9%。将珍珠岩、蛭

表 1 供试材料名称及编号

品种编号	品种名称	类型
1	陇油2号	甘蓝型常规种
2	陇油10号	甘蓝型杂交种
3	青杂5号	甘蓝型杂交种
4	武威小油菜	白菜型常规种
5	陇油4号	白菜型常规种
6	甘南4号	白菜型常规种
7	武威野油菜	芥菜型常规种
8	冬蔓芥	芥菜型常规种
9	天水文芥	芥菜型常规种

石和土壤按体积比 1 : 1 : 1 的比例混合为(充当土壤)栽培基质，把基质填到 54 个(9 个品种 6 次重复)营养钵里，浇水。将油菜种子均匀的播种于基质上，用蛭石盖住并浇水，置人工气候室内，每 3 d 浇水 1 次，直至取样。7 月 15 日取样并测定土壤含水量，取植株鲜样和根样，进行连续 10 d 不浇水的干旱试验。7 月 25 日测定土壤含水量，取植株鲜样和根样。

1.3 项目测定与方法

1.3.1 油菜苗期茎长度测定 分别于 7 月 15 日和 7 月 25 日取出幼苗，用水轻轻洗净，用带刻度的直尺测量茎长。

1.3.2 生物量(鲜重)测定 分别于 7 月 15 日和 7 月 25 日，用剪刀分别剪取植株地下部和地上部，用滤纸吸干表面水分，再用电子称分别称取地上部鲜重和根鲜重。

1.3.3 根系指标测定 分别于 7 月 15 日和 7 月 25 日取根系鲜样，冲洗干净后放入 EPSON Scan 8400 根系扫描仪，对根长、体积、直径、吸收表面积进行扫描，用 Win-RHIZO 软件对图像进行分析。

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 2010 软件进行计算处理，采用 DPS 9.01 软件进行方差分析，用 LSD 法比较处理间在 P=0.05 水平上的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫下的油菜苗期土壤含水量及水分利用效率

由图 1 可知，在人工气候室、温度为

21.8℃、湿度为57.9%RH条件下进行10d干旱处理后,土壤含水量均减少约50%,其中甘南4号和武威野油菜分别减少45%和36%,武威小油菜减少74.8%。表明当土壤含水量低于5.76%时油菜幼苗出现死亡现象。甘蓝型油菜苗期的水分利用效率普遍高于白菜型油菜和芥菜型油菜,且芥菜型油菜水分利用率最低。

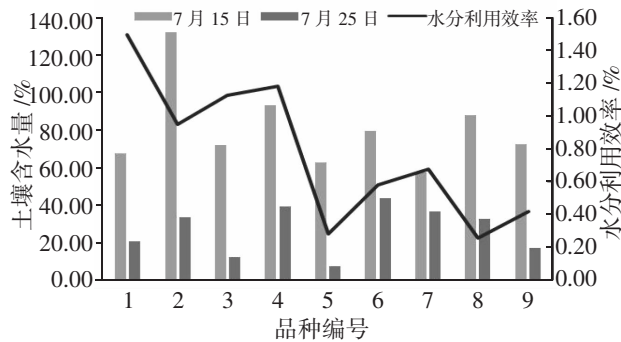


图1 不同品种油菜的土壤含水量和水分利用效率

2.2 干旱胁迫对油菜苗期根冠比的影响

由表2可知,干旱胁迫下甘蓝型油菜根冠比7月25日较7月15日整体呈现增大趋势,而芥菜型油菜呈减小趋势。甘蓝型油菜根冠比较白菜型和芥菜型高,且甘蓝型杂交种高于常规种。干旱胁迫下油菜苗期的根冠比差异不显著。

2.3 干旱胁迫对油菜苗期根系鲜重的影响

由图2可知,干旱胁迫下油菜苗期根系鲜重7月25日较7月15日整体呈现增长趋势。甘蓝型油菜根系鲜重显著高于白菜型和芥菜型,其中陇油10号和青杂5号分别比7月15日高0.33g和0.09g。芥菜型根系鲜

表2 干旱胁迫下根冠比^①

品种编号	7月15日	7月25日
1	0.037 a A	0.063 a A
2	0.060 a A	0.380 a A
3	0.055 a A	0.295 a A
4	0.071 a A	0.064 a A
5	0.005 a A	0.103 a A
6	0.005 a A	0.360 a A
7	0.052 a A	0.050 a A
8	0.148 a A	0.052 a A
9	0.353 a A	0.043 a A

①小写为5%显著水平,大写为1%极显著水平。

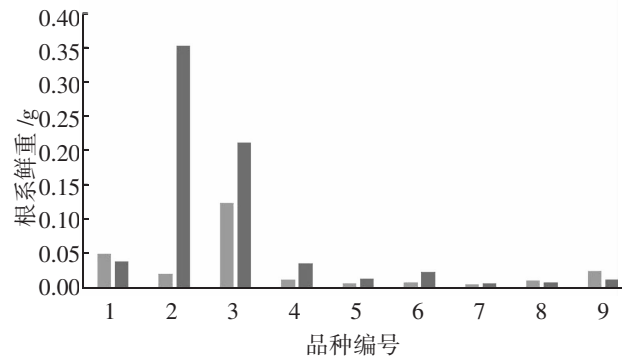


图2 干旱胁迫下油菜苗期根系鲜重

重均较7月15日减小。

2.4 干旱胁迫下油菜苗期生理及其根鲜重的相关性分析

由表3可知,干旱胁迫使白菜型油菜生育期提前。茎叶鲜重7月15日青杂5号与陇油2号、陇油4号、甘南4号差异不显著,与其余品种差异显著;7月25日甘蓝型品种与武威小油菜差异不显著,与其余品种差异显著。茎长7月15日除冬蔓芥和天水文芥外,其余品种间差异不显著;7月25日青杂5号与陇油10号、武威小油菜差异显著,与冬蔓芥、天水文芥差异极显著,与其余品种

表3 干旱胁迫下油菜苗期生态影响^①

品种编号	生育期		茎叶鲜重/g		茎长/cm	
	7月15日	7月25日	7月15日	7月25日	7月15日	7月25日
1	2子叶、2真叶	4真叶	1.27 abA	0.70 aAB	6.43 abABC	6.14 abcAB
2	2子叶、2真叶	4真叶	0.46 bA	0.94 aA	5.50 abcABC	4.34 bcAB
3	2子叶、2真叶	3真叶	2.57 aA	0.68 aABC	6.79 aA	7.64 aA
4	2子叶、3真叶	5真叶(现蕾期)	0.27 bA	0.64 aABC	4.33 abcABC	4.07 bcAB
5	2子叶、2真叶	2叶(初花期)	2.44 aA	0.16 bC	5.03 abcABC	6.35 abAB
6	2子叶、2真叶	4真叶(现蕾期)	1.74 abA	0.21 bBC	6.79 aAB	5.94 abcAB
7	2子叶、2真叶	3真叶	0.17 bA	0.14 bC	4.43 abcABC	5.05 abcAB
8	2子叶	4真叶	0.74 bA	0.14 bC	3.83 bcABC	3.62 cB
9	2子叶	4真叶(现蕾期)	0.42 bA	0.23 bBC	2.95 cAC	3.95 bcB

①小写为5%显著水平,大写为1%极显著水平。

差异不显著。干旱胁迫使油菜茎叶鲜重和茎长整体呈减小趋势，但陇油 10 号和武威小油菜茎叶鲜重增加，陇油 2 号、青杂 5 号、陇油 4 号有死苗现象，使茎叶鲜重减少。

由表 4 可知，7 月 25 日含水量与根系鲜重均呈负相关。耗水量与水分利用效率与根系鲜重呈正相关，且耗水量与 7 月 25 日根系鲜重呈极显著正相关。7 月 15 日的茎叶鲜重与含水量、耗水量和水分利用效率呈负相关。7 月 25 日茎叶鲜重与土壤含水量呈正相关，与耗水量显著正相关，与水分利用效率极显著正相关。

3 小结与讨论

试验结果表明，油菜苗期当土壤含水量低于 5.76% 时出现死亡现象。干旱条件下甘蓝型油菜苗期的水分利用效率普遍高于白菜型油菜和芥菜型油菜，芥菜型油菜水分利用率较低。干旱胁迫下油菜苗期的根冠比差异不显著，甘蓝型油菜根冠比较白菜型和芥菜型较高，甘蓝型杂交种显著高于常规种。油菜苗期根系鲜重整体呈现增长趋势。甘蓝型油菜根系鲜重显著高于白菜型和芥菜型。甘蓝型杂交油菜陇油 10 号和青杂 5 号抗旱性强。耗水量与水分利用效率与根系鲜重呈正相关。土壤含水量、耗水量和水分利用效率与干旱处理前的茎叶鲜重呈负相关。干旱处理后的茎叶鲜重与土壤含水量呈正相关，与耗水量显著正相关，与水分利用效率极显著

正相关。

参考文献：

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 国家数据网. (2019-02-18)[2019-04-16] <http://data.stats.gov.cn/search.htm>.
- [2] 范莉梅, 车克钧. 甘肃省近 54 年日照时数变化特征及影响因素[J]. 中国农学通报, 2015, 31(6): 194-199.
- [3] 刘德祥, 白虎志, 梁东升, 等. 甘肃不同强度降水日数变化对干旱灾害的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(2): 212-217.
- [4] 李占玲, 徐宗学. 甘肃省 40 年来气温和降水时空变化[J]. 应用气象学报, 2009, 20(1): 102-107.
- [5] LOURENS P AND LARS M. Seedling traits determine drought tolerance of tropical tree species[J]. Biotropica, 2008, 40: 321-331.
- [6] HENDRIK P, ULO N, LOURENS P et al. Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): a meta-analysis [J]. New Phytol, 2009, 182: 565-588.
- [7] AINSWORTH E A, ROGERS A. The response of photosynthesis and stomatal conductance to rising CO₂: mechanisms and environmental interactions[J]. Plant Cell Environ, 2007, 30: 258-270.
- [8] 姚庆群, 谢贵水. 干旱胁迫下光合作用的气孔与非气孔限制[J]. 热带农业科学, 2006 (25): 80-85.
- [9] 董小云, 米超, 刘自刚, 等. PEG 模拟水分胁迫对白菜型冬油菜幼苗生长及生长特性

表 4 干旱胁迫与油菜苗期生理及其根鲜重的相关性^①

相关系数	含水量		耗水量	水分利用效率	根鲜重		茎叶鲜重		茎长		
	7月15日	7月25日			7月15日	7月25日	7月15日	7月25日	7月15日	7月25日	
含水量	7月15日	1	0.4	0.83**	0.15	-0.12	0.73*	-0.35	0.62	0.01	-0.45
	7月25日	0.4	1	-0.18	0.05	-0.5	-0.04	-0.59	0	-0.02	-0.5
耗水量	7月15日	0.83**	-0.18	1	0.13	0.17	0.81**	-0.01	0.67*	0.02	-0.18
	7月25日	0.15	0.05	0.13	1	0.52	0.38	-0.02	0.81**	0.53	0.31
水分利用效率	7月15日	-0.12	-0.5	0.17	0.52	1	0.44	0.52	0.47	0.5	0.66*
	7月25日	0.73*	-0.04	0.81**	0.38	0.44	1	0.07	0.79**	0.38	0.15
根鲜重	7月15日	-0.35	-0.59	-0.01	-0.02	0.52	0.07	1	-0.04	0.65*	0.87**
	7月25日	0.62	0	0.67*	0.81**	0.47	0.79**	-0.04	1	0.43	0.13
茎叶鲜重	7月15日	0.01	-0.02	0.02	0.53	0.5	0.38	0.65*	0.43	1	0.80**
	7月25日	-0.45	-0.5	-0.18	0.31	0.66*	0.15	0.87**	0.13	0.80**	1

① *P<0.05, **P<0.01。

10 个饲用高粱品种(系)在甘肃的区试结果初报

张国琴, 葛玉彬, 张正英

(甘肃省农业科学院作物研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 对 2016 年 10 个饲用高粱品种(系)在甘肃省 5 个点区域试验的产量结果进行分析, 结果表明, 参试品系 TX623A×89105-2 选折合产量最高, 为 73 379.40 kg/hm², 较对照品种皖草 2 号增产 11.43%; B2A×F11 次之, 折合产量为 72 786.00 kg/hm², 较对照品种皖草 2 号增产 10.55%; 蒙农 4 号折合产最低, 为 58 609.05 kg/hm², 较对照品种皖草 2 号减产 10.98%。

关键词: 饲用高粱; 区域试验; 产量; 甘肃省

中图分类号: S514 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)06-0008-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.06.003

饲用高粱作为一种新型的饲料, 具有生物产量高、抗旱、耐涝、耐盐碱等特性, 同时, 饲用高粱茎秆实且多汁, 具有较好的适口性^[1-3]。在草料加工过程中饲用高粱营养损失较少, 利用率高, 可用于青刈、青贮等饲料。在灌溉条件下其生物产量达到 90 ~

120 kg/hm², 旱地条件下达到 45 ~ 60 kg/hm²。在干旱年份其获得的经济效益尤为显著, 干物质产量明显高于饲用玉米, 因此, 饲用高粱在畜牧业生产上有广阔的利用前景^[4-9]。甘肃地处西北内陆, 旱地占全省耕地 70%左右, 主要分布在兰州中部、定西、陇东的平

收稿日期: 2019-04-24

基金项目: 甘肃省农业科学院院地科技合作项目(2017GAAS59); 甘肃省农业科学院科技支撑计划项目(2017GAAS44)。

作者简介: 张国琴(1987—), 女, 甘肃靖远人, 研究实习员, 硕士, 主要从事高粱遗传育种研究工作。联系电话: (0)18794780268。Email: zhanggq0828@126.com。

作者简介: 葛玉彬(1979—), 男, 甘肃靖远人, 助理研究员, 主要从事高粱遗传育种研究工作。联系电话: (0931)7614943。Email: gyb1996@126.com。

- 的影响[J]. 河南农业大学学报, 2018, 52(3): 313-321.
- [10] 张静, 崔颖, 孙尧, 等. 不同程度干旱胁迫对油菜种子萌发及幼苗生长特性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(2): 164-167.
- [11] 朱宗河, 郑文寅, 张学昆. 甘蓝型油菜耐旱相关性状的主成分分析及综合评价[J]. 中国农业科学, 2011, 44(9): 1775-1787.
- [12] ABBASIAN A, RAD A H S. Investigation the response of rapeseed cultivars to moisture regimes in different growth stages[J]. Journal of Central European Agriculture, 2011, 12(2): 353-366.
- [13] 白鹏, 冉春艳, 谢小玉. 干旱胁迫对油菜蕾薹期生理特性及农艺性状的影响[J]. 中国农业科学, 2014, 47(18): 3566-3576.
- [14] 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.
- [15] 王道杰, 桂月靖, 杨翠玲, 等. 油菜抗旱性及鉴定方法与指标 II. 油菜芽期抗旱性鉴定指标的研究[J]. 西北农业学报, 2012, 21(3): 84-91.
- [16] WILLENBORG C, GULDEN R, JOHNSON E, et al. Canola: germination characteristics of polymer-coated canola (*Brassica napus* L.) seeds subjected to moisture stress at different temperatures[J]. Agronomy Journal, 2004, 96: 786-791.

(本文责编: 杨杰)