

干旱胁迫对不同基因型啤酒大麦品种(系)生长发育的影响

再生斌^{1, 2}, 蔡立群¹

(1. 甘肃农业大学资源环境学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院经济作物与啤酒原料研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 以抗旱基因型品种(系)甘啤 5 号、甘啤 7 号和 9810-49 及敏感基因型品种(系)甘啤 4 号、甘啤 6 号和 9821-118 为供试材料, 采用裂区设计, 在抗旱棚进行正常灌水(I)和干旱胁迫(D)盆栽试验。结果表明, 干旱胁迫后, 不同基因型啤酒大麦品种的单株分蘖数和成穗数、株高、穗长、穗粒数、千粒重、生物产量等指标均比灌水处理显著降低, 降低幅度品种间差异明显, 这主要由品种自身特性决定, 与啤酒大麦的抗旱性没有显著相关关系。叶面积、叶片含水量、根体积和根干重也显著降低。抗旱品种叶面积较小, 叶片含水量较高, 根体积和根干重较大, 干旱胁迫后下降幅度较小, 与啤酒大麦的抗旱性有比较明显的相关关系, 可作为啤酒大麦抗旱性评价的主要形态指标。

关键词: 啤酒大麦; 干旱胁迫; 抗旱性评价

中图分类号: S512.3

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2017)05-0028-06

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2017.05.010](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2017.05.010)

Effects of Drought Stress on Growth and Development of Different Genotypes of Malting Barley Cultivars(Lines)

RAN Shengbin^{1, 2}, CAI Liqiong¹

(1. College of Resources and Environment, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Institute of Economic Crops and Malting Barley Material, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: With drought-resistant genotypes cultivars and susceptible genotypes cultivar as test material. Split Plot Design (SPD) experiment is conducted to analyze the characteristics of different malting barley cultivar based on the pot experiment of the tow treatments (I:Normal irrigation, D:Drought stress). The result indicates that the all indexes in drought stress are lower than in normal irrigation, but the indexes different of tillers per plant, spikelets number, plant height, spikelet length, grain numbers per spikelet, thousand seed weight, biological production is obvious between those malting barley cultivars, and these are decided by the characteristics of varieties, hadn't relation with the drought resistance. The leaf area of drought resistant varieties is smaller, leaf water content is higher, root volume and root dry weight are larger, and those indexes have obvious correlation with barley drought resistant. These can be used as the main evaluation indicator of malting barley drought resistance.

Key words: Malting barley; Drought stress; Drought resistance evaluation

干旱是一个长期存在的世界性难题, 世界性的干旱导致的作物减产可超过其它因素所造成减产的总和。甘肃省是中国最典型、最严重的干旱省份之一, 水资源需求矛盾更加突出。大麦(包括皮大麦和裸大麦)是世界上面积仅次于小麦、水稻、玉米的第四大栽培作物, 啤酒大麦具有较好的抗旱性, 研究证明, 同期玉米和小麦绝收的情

况下, 啤酒大麦表现出更好的抗旱和丰产稳产能力。啤酒大麦具有分蘖能力强, 根系发达等与抗旱性有关的形态指标, 在生产中也表现出比小麦、玉米等作物更好的抗旱能力。

近年来, 科研工作者对啤酒大麦不同生育期的抗旱特性开展了大量研究。有人通过 PEG 胁迫, 对啤酒大麦苗期的萌发动态和生理生化指标

收稿日期: 2017-03-22

基金项目: 甘肃省自然科学基金项目(1010RJZA135)资助。

作者简介: 再生斌(1975—), 男, 甘肃永昌人, 助理研究员, 主要从事植物营养肥料和啤酒原料栽培技术研究和示范推广工作。联系电话: (0)13008763860。E-mail: ranshengbin@sina.com。

进行了研究^[1-2]；刘建华等^[3]在旱作区种植 6 个啤酒大麦品种，对其抗旱生理指标及其与产量的关系进行了研究；汪军成等^[4]采用温室模拟干旱胁迫——复水法，对 20 份大麦种质材料进行抗旱性评价；蒋花^[5]对大麦生长初期的生理特性进行了研究。陈雪^[6]分析评估了干旱胁迫对各大麦基因型相对含水量、渗透势、相容性物质等指标产生的影响。上述研究的结果表明，不同基因型品种对干旱胁迫的响应不同，但这些研究主要侧重于生理生化指标等方面的评价。我们通过对甘肃省农业科学院选育的 6 个不同抗旱基因型啤酒大麦品种（系）在灌水和干旱胁迫下各项抗旱指标的观察鉴定，提出了啤酒大麦抗旱性的主要评价指标，以为啤酒大麦抗旱品种鉴定和筛选提供快速、直观、有效的鉴定方法。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

采用盆栽试验，设在甘肃省农业科学院试验地内。海拔 1 766 m，年平均气温 6.9 ℃，大于 0 ℃积温 3 210.0 ℃，年均降水量 216.7 mm，全年日照时数为 2 915.1 h。试验用土壤采自试验地，前茬为甜菜。试验用土充分晒干后过筛，去除大的石砾等杂物，作为基础土壤。施入 N 319.5 kg/hm²、P₂O₅ 228.0 kg/hm²。试验用肥料为磷酸二铵和尿素。

1.2 供试材料

供试材料为抗旱基因型品种甘啤 5 号(G5)、甘啤 7 号和 9810-49 及敏感基因型品种甘啤 4 号(G4)、甘啤 6 号(G6)和 9821-118(G7)，均由甘肃省农业科学院经济作物与啤酒原料研究所啤酒大麦课题组提供。

1.3 试验方法

试验采用裂区设计。试验以水分为主处理，设 2 个处理，即正常灌水(I)和干旱胁迫处理(D)。不同啤酒大麦品种(系)作为副处理，共 6 个品种(系)，3 次重复，共 36 盆。

当所有试验盆栽大麦苗长到 3 叶期时，每盆定苗 15 株，根据盆里土壤湿度每盆等量浇水。拔节期开始进行抗旱胁迫，对照处理(I)正常灌水，胁迫处理(D)均按正常灌水量的 60%，持续胁迫直到成熟。试验于 2013 年 5 月 5 日播种，5 月 19 日第一次灌水，6 月 7 日开始干旱胁迫。

1.4 数据测定和处理

7 月 5 日用叶绿素测定仪测定 SPAD 值。7 月

8 日每盆随机取 6 片倒二叶，其中 3 片叶子用直尺法测定叶面积，3 片叶子用烘干法测定叶片含水量。8 月 5 日收获，收获后挂在抗旱棚内风干后测定生物产量，并测定单株分蘖数和单株成穗数。每盆随机取样 10 株进行考种，测定株高、穗长、穗粒数和千粒重等。收获后用水冲洗出每盆的啤酒大麦根系，用排水法测定根体积，用烘干法测根干重。

所有数据均使用 DPS 软件进行统计分析，图表均由 Excel 软件绘制。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对不同啤酒大麦品种叶部性状的影响

2.1.1 叶面积 从图 1 可以看出，I 和 D 处理各品种(系)啤酒大麦叶面积的变化趋势基本一样。水分胁迫后，各品种(系)啤酒大麦的叶片都显著降低，但降低的幅度不同，其中甘啤 5 号、9810-49、9821-118 降低的幅度较小，分别降低 7.11 cm²、7.54 cm² 和 8.17 cm²；9821-118 降低幅度最大，降低 11.08 cm²。不同品种间，I 处理 9810-49 的叶面积最小，其次为甘啤 5 号；而 D 处理甘啤 5 号叶面积最小，其次为 9810-49。说明叶面积大小是由品种自身基因决定的，与抗旱性没有关系，但受到干旱胁迫后，叶面积降低的幅度可以作为啤酒大麦抗旱性的评价指标。

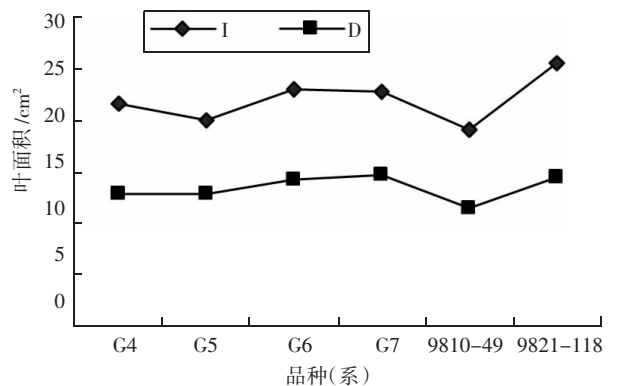


图 1 不同品种叶面积变化

2.1.2 叶片含水量 从图 2 而可以看出，灌水处理各参试品种(系)的叶片含水量差异不大，只有 9821-118 叶片含水量较低，为 69.9%，其他品种(系)叶片含水量都在 73% 左右。干旱胁迫后，各品种(系)叶片含水量都显著降低，且品种(系)间差异较大，甘啤 7 号叶片含水量最大，与胁迫前相比降低幅度最小；其次为 9810-49；最低的为甘

啤5号,下降幅度也最大,这是由于甘啤5号属于早熟品种,受到干旱胁迫后,比其他品种提前进入成熟期,叶片含水量显著降低。干旱胁迫下,叶片含水量越高的品种,其叶片保水能力越强,其抗旱性也就越突出。因此干旱胁迫下啤酒大麦叶片含水量可以作为啤酒大麦抗旱性评价的一个生理指标。

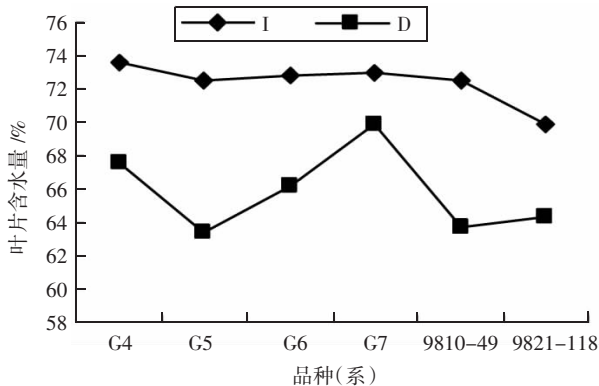


图2 不同品种叶片含水量变化

2.1.3 SPAD 由图3看出,除甘啤7号外,D处理各品种SPAD值均较处理I有不同程度降低,说明干旱胁迫能够降低啤酒大麦叶片的叶绿素含量,其中甘啤4号和9821-118下降幅度较大,甘啤5号和9810-49下降幅度比较小,甘啤7号叶绿素含量比胁迫前略有增加。甘啤5号I、D两个处理中SPAD值都为最高,分别为51.73和51.43,说明甘啤5号的光能利用效率比较高。在干旱胁迫下,甘啤4号和9821-118的SPAD值较低,说明抗旱品种在干旱胁迫条件下仍能保持较高的光能利用效率。干旱胁迫下啤酒大麦SPAD值可以作为其抗旱性评价的一项指标。

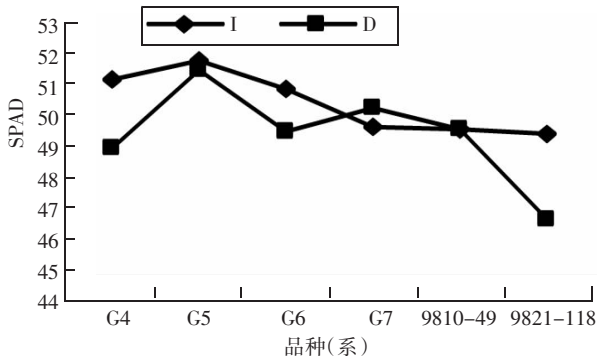


图3 不同品种SPAD变化趋势

2.2 干旱胁迫对不同啤酒大麦品种根系特征的影响

2.2.1 根体积 从图4可以看出,干旱胁迫能够抑制啤酒大麦根系的生长,干旱胁迫处理下根系

体积都比灌水处理降低,且品种间根体积差异显著。其中甘啤5号在I处理和D处理时的根体积均为最高,分别为18.00 mL和12.33 mL,比其他各品种表现出明显的优势,比甘啤4号(根体积最小)分别高11.33 mL和6.66 mL。灌水处理中,甘啤6号的根体积较大,但胁迫后,根体积大幅度降低,降低了5.00 mL;甘啤7号和9810-49这两个品种(系)虽然灌水处理中根系体积不大,但干旱胁迫后根体积变化不大。根体积大小虽然由啤酒大麦品种(系)的基因决定,根系体积较大的品种(系)对水分和养分的吸收能力较强,抗旱耐瘠薄能力就较强。在干旱胁迫条件下,如果仍能保持较大根系体积的品种,抗旱性显著高于其他品种。同时胁迫后根系体积与正常灌水相比较降低幅度较小的品种(系),抗旱性也较强。

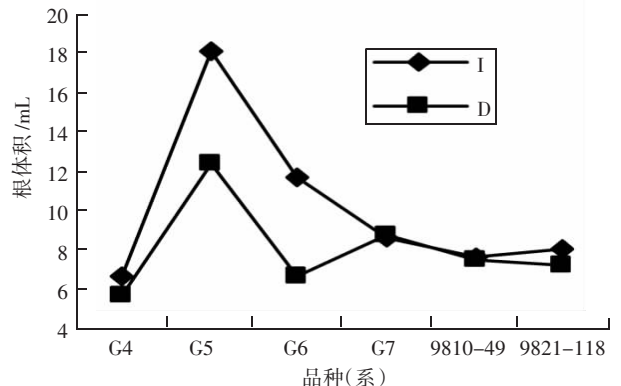


图4 不同品种根体积变化趋势

2.2.2 根干重 从图5可以看出,根干重的变化趋势和根体积的基本一致。在I处理中甘啤5号仍为最高,为2.88 g;其次为甘啤6号和9821-118,分别为2.06 g和1.51 g,甘啤4号最低。在D处理中也以甘啤5号最高,为1.59 g,其次为甘啤7号和9810-49;甘啤4号和9821-118的根干重最低,只有0.92 g。

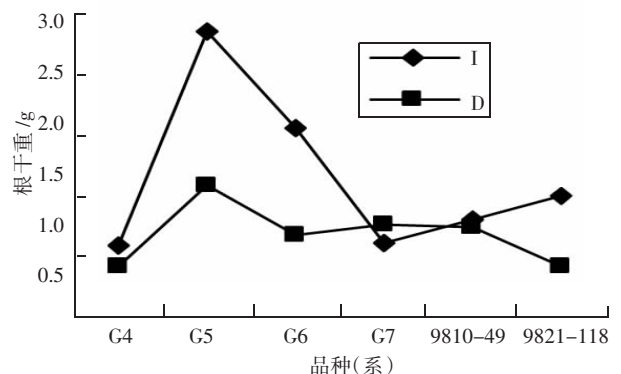


图5 不同品种根干重变化趋势

2.3 干旱胁迫对不同啤酒大麦品种农艺性状的影响

2.3.1 单株分蘖数 如图6所示,受到干旱胁迫(D)时,各品种的单株分蘖数均有降低。在正常灌水条件下(I),甘啤7号的分蘖能力比较弱,单株分蘖数只有4.71个;而甘啤5号的分蘖能力最强,达到6.84株,比甘啤7号高2.8个;其次为9810-49和甘啤6号。D处理中,以9810-49和甘啤5号单株分蘖数较高,分别为3.40个和3.33个;甘啤4号和甘啤7号仍为最小。但品种间差异不显著,说明单株分蘖数和啤酒大麦的抗旱性无显著相关关系。

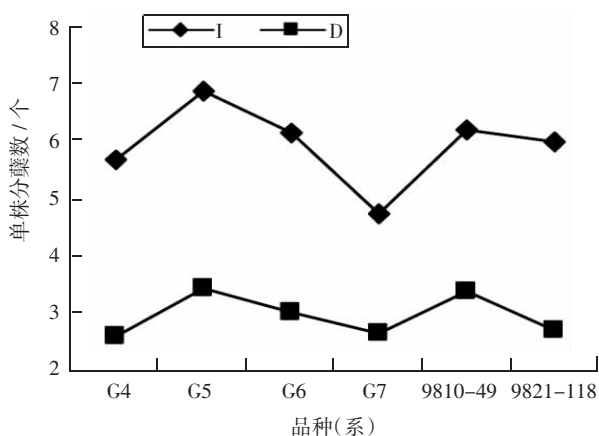


图6 不同品种单株分蘖数变化趋势

2.3.2 单株成穗数 单株成穗数的变化趋势和分蘖数大体一致(图7)。I处理中以甘啤5号、9821-119和9810-49较多,分别为4.36、4.24、4.16穗,甘啤7号最少。D处理中9810-49单株成穗最多,为2.27穗,其他各品种差别不大;与I处理相比较,仍然以甘啤5号和9821-118降低幅度最大,这和分蘖数的变化一致。

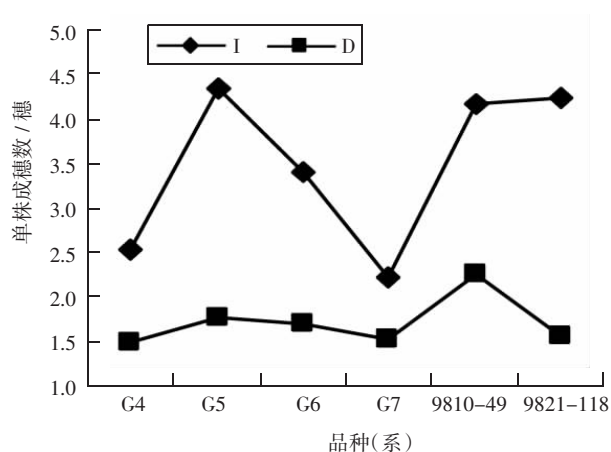


图7 不同品种单株成穗数变化趋势

2.3.3 株高 由图8可以看出,I处理各品种株高明显高于D处理,以9821-118株高最高,达到49.6cm;其次为甘啤7号、甘啤6号,分别为47.6、47.5cm;甘啤4号最低,只有44.4cm。在D处理中,9810-49和9821-118株高较高,分别为43.1、41.5cm;甘啤5号和甘啤6号较低,只有36.2、36.6cm。从各品种(系)干旱胁迫后株高降低的程度看,甘啤6号和甘啤7号的差值最大,分别为10.8、9.5cm;9810-49和甘啤4号较小,分别为3.4、4.0cm。因此,株高与抗旱性没有明显相关关系。

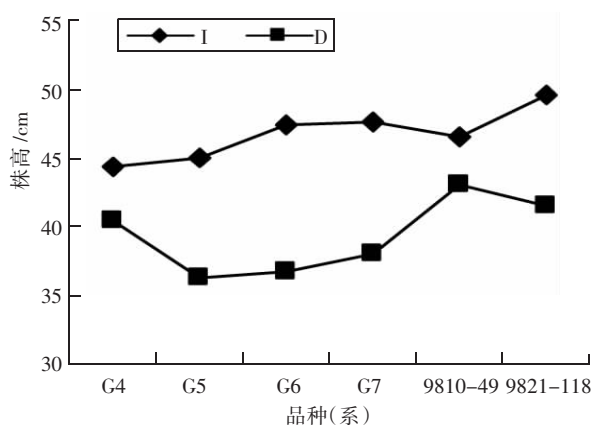


图8 不同品种株高变化趋势

2.3.4 穗长和穗粒数 穗长(见图9)D处理也比I处理明显降低。在I处理中,甘啤6号的穗长最长,为6.15cm,甘啤4号最短,只有5.32cm,其余品种(系)穗长为4.93~5.76cm,差别不大。D处理中,甘啤4号和9810-49较长,分别为4.28、4.23cm;甘啤5号最短,为3.47cm,其他品种为3.73~3.88cm。

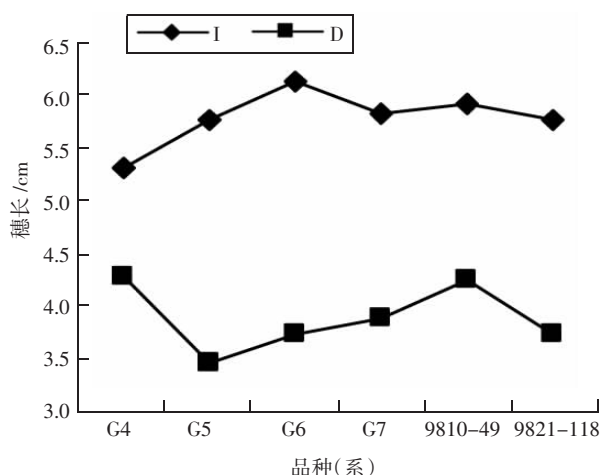


图9 不同品种穗长变化趋势

穗粒数和穗长的变化趋势基本相同，特别是D处理穗粒数和穗长的变化趋势完全一样。在I处理中，穗粒数和穗长略有差别，穗粒数以甘啤7号最多，为12.60粒；其次为甘啤6号和9810-49，穗粒数分别为12.00、11.47粒；9821-118最少，只有10.20粒。

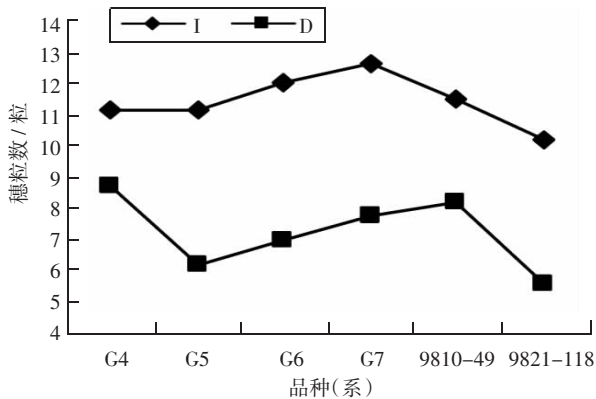


图 10 不同品种穗粒数变化趋势

2.3.5 千粒重 从图 11 可以看出，I处理的千粒重从大到小依次为甘啤6号、甘啤7号、甘啤4号、甘啤5号、9810-49、9821-118，D处理中千粒重从大到小依次为甘啤4号、甘啤7号、9821-118、9810-49、甘啤6号、甘啤5号。D处理千粒重明显比I处理降低，其大小主要受品种特性决定。

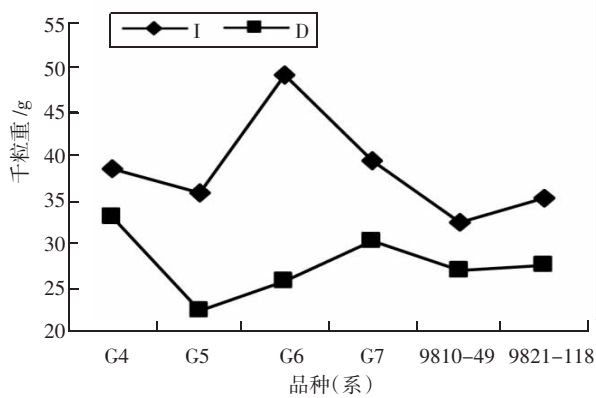


图 11 不同品种千粒重变化趋势

2.4 干旱胁迫对不同啤酒大麦品种生物产量的影响

试验结果(表1)表明，干旱胁迫后，不同基因型啤酒大麦品种的生物产量均较灌水处理降低，主处理(I和D)之间单株生物产量达到极显著水平。I处理中，9821-118和9810-49两个品种(系)的单株生物产量最高，分别为62.61、58.82 g，比甘啤4号分别增产14.92、10.52 g，增产率分别为

31.3%和23.3%，达到极显著水平；其次为甘啤5号和甘啤6号，单株生物产量分别为56.9、56.77 g，比甘啤4号分别增产14.31、10.52 g，增产率分别为19.3%和19.0%，达到显著水平；甘啤7号的单株生物产量比甘啤4号略低，处理间差异不显著。D处理中各品种变化趋势与I处理不同，其中以9810-49的单株生物产量最高，为23.67 g；甘啤5号最低，为20.4 g；9810-49比甘啤5号增产3.27 g，增产率为16.1%，增产效果达到极显著水平。其次为9821-118和甘啤4号，生物产量分别为22.23、22.10 g，分别比甘啤5号增产1.83 g和1.70 g，增产率分别为8.99%和8.33%。从处理I和D各品种生物产量的平均值看，仍以9821-118和9810-49最高，分别为42.4、41.2 g，甘啤4号和甘啤7号为最低，分别为34.9、33.9 g，最高产量和最低产量之间差异达到极显著水平；甘啤6号和甘啤5号居中，分别为39.0、38.7 g，与甘啤7号之间差异达到显著水平。

表 1 干旱胁迫下不同品种的啤酒大麦生物平均产量^①

处理	I /g	D /g	副处理差异显著性	
			5%	1%
甘啤4号	47.69 bB	22.10 abAB	bc	B
甘啤5号	56.90 aAB	20.40 bB	ab	AB
甘啤6号	56.77 aAB	21.17 bAB	a	AB
甘啤7号	47.02 bB	20.77 bB	c	B
9810-49	58.82 aA	23.67 aA	a	A
9821-118	62.61 aA	22.23 abAB	a	A

①均为单株产量。

3 小结与讨论

研究表明，干旱胁迫后，不同基因型啤酒大麦品种的单株分蘖数和成穗数，株高、穗长、穗粒数、千粒重、生物产量等指标都比灌水处理显著降低，这和包奇军等^[7]对甘啤6号干旱胁迫后农艺性状的研究结果相符。其中甘啤5号单株分蘖数和成穗数下降幅度较大，而甘啤7号的降低幅度最小。穗长、穗粒数和千粒重以甘啤6号的降低幅度最大，其次甘啤5号，甘啤4号和9810-49降低幅度较小。生物产量以9821-118降低幅度最大，其次为甘啤5号，甘啤4号和甘啤7号降低幅度最小。这些指标变化与啤酒大麦的抗旱性没有明显的相关关系，主要由品种的自身特性决定。

受到干旱胁迫时，啤酒大麦叶面积均变小，

庄浪县宽幅匀播冬小麦新品种(系)引种初报

李雪瑛

(甘肃省庄浪县农业技术推广中心, 甘肃 庄浪 744699)

摘要: 以兰天 26 号为对照, 在宽幅匀播栽培条件下, 对引进的 4 个冬小麦新品种(系)进行了比较试验, 结果表明, 西农 979 和小偃 22 生育期适中, 抗倒伏性强, 落黄性好, 中抗白粉病, 综合性状表现良好, 折合产量 5 530.30 kg/hm² 和 5 265.15 kg/hm², 分别比对照兰天 26 号增产 14.06% 和 8.59%, 可在庄浪县宽幅匀播栽培中大面积示范种植。

关键词: 冬小麦; 品种; 宽幅匀播; 庄浪县

中图分类号: S512.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2017)05-0033-03

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2017.05.011

冬小麦是庄浪县主要粮食作物之一, 常年播种面积在 2.2 万 hm² 左右, 总产在 5.7 万 t 左右^[1-2]。旱地小麦宽幅匀播技术是在精量、半精量播种技术的基础上, 以扩播幅、增行距、促匀播为核心, 改一条线式条播为宽幅精准播种的小麦高产栽培新技术, 具有精准播种、苗齐、苗匀、苗全、苗壮、播后镇压、保墒壮苗、抗旱、抗倒伏等农艺与农机融合的优势和特点^[3-5]。该技术作

为甘肃省旱地冬小麦高产栽培新模式, 于 2013 年开始在庄浪县示范推广。为了探索筛选适宜庄浪县宽幅匀播冬小麦栽培的优良品种, 庄浪县农业技术推广中心于 2015 年对引进的 4 个冬小麦品种(系)进行了试验研究, 现将结果初报如下。

1 材料与方法

1.1 参试材料

参试品种(系)西农 979、小偃 22、兰天 26

收稿日期: 2017-01-04

作者简介: 李雪瑛(1989—), 女, 甘肃庄浪人, 助理农艺师, 主要从事农业新技术推广工作。联系电话: (0)18152251628。E-mail: 526155911@qq.com。

且各品种的降低幅度基本一致, 其中抗旱品种甘啤 5 号和甘啤 7 号的叶面积较小, 能够有效降低因叶面蒸腾而散失的水分。叶片含水量是衡量叶片保水力的一个常用指标, 干旱胁迫后, 所有品种叶片含水量都降低, 其中抗旱品种甘啤 7 号和 9810-49 降低幅度较小, 干旱胁迫后叶片仍能保持较高含水量, 其抗旱能力也较强。根系发达的植株能够最大限度的从周围环境中吸收到水分和养分。甘啤 5 号在 I 和 D 处理中根体积和根干重均居所有品种之首, 其抗旱能力也最大。干旱胁迫后根体积和根干重都显著降低, 其中甘啤 7 号和 9810-49 根体积下降幅度最小, 受干旱影响也较小。干旱胁迫后, 大麦叶片 SPAD 降低, 其中甘啤 4 号和 9821-118 下降幅度较大, 甘啤 5 号和 9810-49 下降幅度比较小, 甘啤 7 号叶绿素含量比胁迫前略有增加。因此叶面积、叶片含水量、叶片叶绿素含量和根系特征与啤酒大麦抗旱性有比较明显的相关关系, 可以作为啤酒大麦抗旱性评价的主要指标。

参考文献:

- [1] 聂石辉, 齐军仓, 张海禄, 等. PEG6000 模拟干旱胁迫对大麦幼苗丙二醛含量及保护酶活性的影响[J]. 新疆农业科学, 2011, 48(1): 11-17.
- [2] 包海柱, 徐寿军, 张凤英, 等. PEG6000 胁迫对大麦保护性酶活性的影响[J]. 内蒙古农业科技 2015, 43(1): 8-9.
- [3] 刘建华, 陈炳东, 柴丽娟. 不同啤酒大麦品种抗旱生理指标及其与籽粒产量关系[J]. 甘肃农业大学学报, 2007, 42(2): 51-55.
- [4] 汪军成, 孟亚雄, 徐先良, 等. 大麦苗期抗旱性鉴定及评价[J]. 干旱地区农业研究, 2013, 31(4): 135-143.
- [5] 蒋花. 大麦生长初期的抗旱生理特性研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2012.
- [6] 陈雪. 干旱胁迫对不同大麦生长发育、产量和品质的影响[D]. 浙江大学, 2015.
- [7] 包奇军, 潘永东, 张华瑜, 等. 旱胁迫对啤酒大麦产量及酿造品质的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2016, 34(5): 27-34.

(本文责编: 陈珩)