



王雅莹,白音章,董越,等.不同灌溉量对蒙豆1137生长发育和产量的影响[J].黑龙江农业科学,2025(1):14-20.

不同灌溉量对蒙豆1137生长发育和产量的影响

王雅莹¹,白音章²,董越¹,何佳欢¹,吕森¹

(1.呼伦贝尔市气象局,内蒙古呼伦贝尔021008;2.陈巴尔虎旗气象局,内蒙古呼伦贝尔021500)

摘要:为促进大豆关键生育期合理灌溉,利用盆栽控水试验,在关键生育期通过设置不同的灌溉量处理,明确大豆生长发育特征和产量形成过程与土壤干旱之间的关系。结果表明,大豆在鼓粒期受到干旱胁迫的生育期天数比开花期受到干旱胁迫要长,鼓粒期轻度干旱 S_{65%} 的株高为 85.2 cm,茎粗为 7.63 mm,是两组试验区中的最大值,鼓粒期试验组中,轻度干旱处理可以增加大豆茎粗;开花期试验组中,轻度干旱 F_{65%} 处理增产 6.2%,其他处理减产 7.5% 和 19.8%,鼓粒期试验组中,轻度干旱 S_{65%} 处理增产 47.3%,其他处理减产 14.4% 和 26.4%,说明鼓粒期干旱对籽粒产量影响最为严重,减产程度大于开花期;耗水量均表现为对照组充分供水 > 轻度干旱 > 中度干旱 > 重度干旱处理,而产量则表现为轻度干旱 > 对照组充分供水 > 中度干旱 > 重度干旱处理。从大豆生长发育和产量各方面考虑,为生产出植株高、茎粗大的大豆植株,且在减少耗水量的情况下不影响产量,可在大豆鼓粒期适度采取轻度干旱(田间持水量 65%)处理,可达到节水增产的效果。

关键词:灌溉量;干旱;大豆;关键生育期;产量;生长发育

大豆是世界上重要的油料作物和植物蛋白及饲料原料,在我国已有 5 000 多年种植历史,对我国农业、社会、经济具有相当重要的作用^[1]。呼伦贝尔市是内蒙古大豆主产区,常年大豆种植面积占全区的 75% 以上,占全国的 8% 左右^[2]。

呼伦贝尔市大豆主产区主要集中在东南部扎兰屯市,其属于半湿润季风气候,太阳辐射较强,有效积温高,具有得天独厚的大豆种植优势^[3-4]。扎兰屯市年平均降水量 536.3 mm,降水主要集中在 6 月至 8 月,是典型的旱作雨养农业区,但由于其降水量时空分布不均,降水在年际间波动较大,且春旱频繁、春夏连旱高发,干旱已成为该地区主要的农业气象灾害之一^[5-8]。2017 年呼伦贝尔市遭遇近 30 年最严重的干旱灾害,牧区和农区南部大面积受灾,农牧业累计经济损失超过 11 亿元。干旱灾害、农业用水匮乏和降水分布不均制约着大豆产业的可持续发展^[9-10],同时对农业生产带来不利影响^[11]。因此,探究大豆不同生育期最适灌溉量对大豆产业发展具有重要意义^[12-15]。

蒙豆 1137 是以“蒙豆 28”为母本,“引北安”为父本杂交选育而成,2022 年种植面积 381.8 万亩,

位列全国第三,是 2023 年农业部主导品种,其农艺性状优良,产量优势突出,在呼伦贝尔市大量种植^[16]。明确蒙豆 1137 生长发育、产量特征与灌溉量之间的关系,对提高大豆产量,增加国内大豆供给力至关重要。

大豆喜水且需水量多^[17-18],对水分亏缺十分敏感^[19-21]。气候条件是影响大豆产量和品质的重要外因^[22],降水不足会严重影响大豆各个生长发育阶段,进而降低大豆产量^[23-26]。由于大豆出苗至开花期耗水量较小,开花以后耗水量迅速增加,结荚期达到高峰,鼓粒期缓慢下降^[27-28],因此,大豆需水关键时期为大豆开花至鼓粒结束前^[29]。前人研究得出开花期到鼓粒期的旱涝与大豆产量有密切联系^[30],且受旱减产水平在不同生育阶段存在差异^[31],水分亏缺会导致气孔导度下降,光合产物减少进而导致产量降低^[32],在大豆生长发育过程中,水分胁迫严重影响理化进程并降低质量^[33],本研究选取大豆开花期和鼓粒期,通过设置不同的灌溉量,研究大豆生长发育特征、产量形成过程与水分之间的关系,以期为大豆节水增产、保障粮食生产提供一定参考。

收稿日期:2024-04-08

基金项目:内蒙古自治区自然科学基金(2024LHMS04012)。

第一作者:王雅莹(1990-),女,硕士,工程师,从事生态气象和农业气象服务研究。E-mail: 442067821@qq.com。

通信作者:吕森(1978-),女,学士,高级工程师,从事生态气象和农业气象服务研究。E-mail: 2496281880@qq.com。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2023 年 5 月至 10 月在呼伦贝尔扎兰屯市气象局新观测场内(48°02′36″N,122°41′57″E)开展,采用室外盆栽试验。试验地气候特征为日照丰富,气温年、日较差大。春季升温快,降水少,变率大。夏季短而温热,秋季降温快,初霜早,冬季漫长,严寒干冷。年平均气温 3.8℃,年平均降水量 536.3 mm,降水主要集中在 6 月至 8 月,占年降水量的 70%~80%。

1.2 材料

试验材料采用大豆品种蒙豆 1137。

花盆采用塑料盆,上口直径 35 cm、下口直径 17 cm、盆深 40 cm。每盆装干土 9 kg,同时施基肥氯化钾 1.5 g、磷酸二铵 2.0 g、尿素 2.0 g。土壤取自大河湾农场大豆试验观测基地,置于抗旱遮雨棚下,按试验设计进行灌溉。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 分别设置大豆开花期控水试验组(F)和大豆鼓粒期控水试验组(S),试验区搭建遮雨棚,利用遮雨棚控制自然降水,雨天遮雨及晴天露天生长。

每个控水试验区设置 4 个不同灌溉量处理,即土壤相对湿度保持在田间持水量的 85%(充分供水 CK)、田间持水量的 65%(轻度干旱)、田间持水量的 55%(中度干旱)和田间持水量的 45%(重度干旱),各小区 3 次重复,共 24 个小区,每小区放置 2 盆,总计 48 盆,每盆等距离播种 4 穴,每穴播种 2 粒种子,播后覆土 3~4 cm,齐苗后定苗,每盆保苗 2 株。

本试验于 5 月 18 日播种,播种之前各大豆盆栽灌水 1 000 mL,保证可以顺利出苗,5 月 31 日进入出苗期,6 月 13 日进入三真叶期,7 月 15 日进入开花期,7 月 16 日开始对 F 试验组进行控水处理,8 月 15 日左右进入鼓粒期后,F 试验组结束控水,恢复露天生长,控水期约 30 d。S 试验组 8 月 10 日左右进入鼓粒初期,8 月 11 日左右开始控水,9 月 22 日进入成熟初期后,S 试验组结束控水,恢复露天生长,控水期约 40 d。每 2 d 控水 1 次,每次称量盆栽大豆质量,用量筒补水至控水上限值。各试验区具体操作与土壤相对湿度控制水平见表 1。

表 1 大豆关键生育期不同灌溉量处理

处理	土壤相对湿度/%		备注
	开花期	鼓粒期	
F _{85%} (CK)	85	露天生长	开花期充分供水
F _{65%}	65	露天生长	开花期轻度干旱
F _{55%}	55	露天生长	开花期中度干旱
F _{45%}	45	露天生长	开花期重度干旱
S _{85%} (CK)	露天生长	85	鼓粒期充分供水
S _{65%}	露天生长	65	鼓粒期轻度干旱
S _{55%}	露天生长	55	鼓粒期中度干旱
S _{45%}	露天生长	45	鼓粒期重度干旱

1.3.2 测定项目及方法 生育期调查:播种后,每隔 1 d 观察大豆生育进程,记录大豆进入各生育时期的日期。生育期普遍为进入某发育期的秧苗数量大于 50%。

株高和茎粗测量:在大豆三真叶、开花期和鼓粒期用游标卡尺分别测定各处理的株高、茎粗等性状。

产量测量:大豆成熟后,将各试验区的大豆植株盆栽进行室内考种。

大豆籽粒产量=单位面积的株数×单株荚数×单荚粒数×单粒重。

耗水量测定:每隔 1 d 称量花盆质量,前后两次称量数值之差即为大豆耗水量,并计算整个生育期总耗水量。

1.3.3 数据分析 试验数据采用 WPS 2020 进行数据整理及图表绘制,使用 SPSS 19.0 进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同灌溉处理对大豆生长发育的影响

2.1.1 生育时期 试验各处理于 2023 年 5 月 31 日开始出苗,6 月 13 日进入三真叶期,7 月 15 日进入开花期。之后不同灌溉处理大豆生育期有所差异。由表 2 可知,F 试验组随着灌溉量的减少,进入结荚期的时间逐渐推迟,且相邻两个处理的间隔日数总体呈增加趋势,与对照组 F_{85%} 相比,随着灌溉量的减少,大豆的结荚期分别比对照组 F_{85%} 延后了 1~7 d;轻度干旱 F_{65%} 大豆的鼓粒期比对照组 F_{85%} 提前了 3 d,其余灌溉量处理均比对照组 F_{85%} 延后了 4~7 d;轻度干旱 F_{65%} 大豆的成熟期最早,比对照组 F_{85%} 提前了 2 d,其余灌溉量处理比对照组 F_{85%} 延后了 2~6 d。

S 试验组大豆随着灌溉量的减少,轻度干旱 S_{65%} 处理比对照组 S_{85%} 提前 1 d 进入鼓粒期,其余灌溉量比对照组 S_{85%} 延后了 6~11 d,相应的 S 试验组进入成熟期比 F 试验组偏晚 3~8 d。

总体来看,表现为干旱越严重,大豆生育期延迟越严重,植物生长受阻,F 试验组虽然在鼓粒初

期停止控制灌溉水量,改为露天生长,蒙豆 1137 进入鼓粒期和成熟期的时间略有缩短,但仍无法消除在开花期受到干旱胁迫影响的差异。鼓粒期重度干旱胁迫的 S_{45%} 处理下大豆成熟期最晚,10月4日才成熟。而在土壤湿润的条件下,9月下旬就达到成熟,时间相差 10 d 左右。

表 2 不同灌溉量对大豆生育时期的影响

处理	结荚期		鼓粒期		成熟期		总天数/d
	日期	时间/d	日期	时间/d	日期	时间/d	
F _{85%} (CK)	7月30日	74	8月18日	19	9月20日	33	126
F _{65%}	7月31日	75	8月15日	15	9月18日	34	124
F _{55%}	8月3日	78	8月22日	19	9月22日	31	128
F _{45%}	8月6日	81	8月25日	19	9月26日	32	132
S _{85%} (CK)	8月2日	77	8月20日	18	9月23日	34	129
S _{65%}	8月2日	77	8月19日	17	9月24日	36	130
S _{55%}	8月2日	77	8月26日	24	9月30日	35	136
S _{45%}	8月2日	77	8月31日	29	10月4日	34	140

2.1.2 株高 由表 3 可知,F 试验组开花期开始进行不同灌溉处理,在生长过程中,不同灌溉量处理下株高变化趋势相同,开花期(28.6 cm)至结荚期,株高生长最为迅速,在结荚期,轻度干旱 F_{65%} 大豆株高与对照组 F_{85%} 大豆株高接近,差异不显著,但显著高于其余两组灌溉处理。随着控水结束,露天生长后,在鼓粒期,轻度干旱 F_{65%} 大豆株高迅速生长并反超对照组 F_{85%} 1.3 cm,在成熟期,株高表现为轻度干旱 F_{65%} > 对照组 F_{85%} > 中度干旱 F_{55%} > 重度干旱 F_{45%}。说明开花期对大豆植株进行适度干旱胁迫,轻度干旱 F_{65%} 露天生长恢复供水后,对植株生长产生补偿效应,可恢复快速生长现象,但中度干旱 F_{55%} 和重度干旱 F_{45%} 露天生长恢复供水后,植株高度虽缓慢生长,但难以恢复到正常灌溉处理水平。

S 试验组在鼓粒初期进行不同灌溉处理,此生育期已进入生殖生长阶段,因此株高增长趋势变缓,此生育阶段不同灌溉量处理对大豆株高影响相对不敏感,整体表现为随着灌水量的增加而缓慢增加,在成熟期,对照组充分供水 S_{85%} 的株高最高,与轻度干旱 S_{65%} 差异不显著,但显著高于其余两组灌溉处理,重度干旱 S_{45%} 的株高最低。

总体来看在开花期和鼓粒期随着干旱强度的增加,大豆株高呈现降低趋势,大豆开花期遇到干旱,处理的蒙豆 1137 株高比在鼓粒期遇到干旱处理的更加矮小,说明开花期遇到干旱对大豆株高的影响要大于鼓粒期。

表 3 不同灌溉量对各生育期大豆株高的影响

处理	株高/cm		
	结荚期	鼓粒期	成熟期
F _{85%} (CK)	58.2 a	70.9 a	78.5 a
F _{65%}	59.6 a	72.2 a	80.6 a
F _{55%}	51.7 b	64.0 b	70.2 b
F _{45%}	44.6 c	57.8 c	67.3 b
S _{85%} (CK)	64.8 a	76.7 b	86.3 a
S _{65%}	64.8 a	79.5 a	85.2 a
S _{55%}	64.8 a	65.4 c	68.8 b
S _{45%}	64.8 a	65.2 c	65.8 b

注:表中不同小写字母表示同一试验组内处理间在 P<0.05 水平差异显著。下同。

2.1.3 茎粗 由表 4 可知,随着灌溉量的减少,茎粗呈现逐渐减小的趋势。大豆在开花期和鼓粒期进行控水干旱处理成熟期茎粗均表现为轻度干旱 > 对照组 > 中度干旱 > 重度干旱,轻度干旱处理大豆成熟期茎粗最大,分别达 7.32 和 7.63 mm 与对照处理差异均不显著,但均显著高于中度干旱

和重度干旱处理。开花期进行控水处理的蒙豆 1137 茎粗比鼓粒期进行控水处理要小,其中重度干旱处理茎粗最小,仅为 5.79 mm,说明大豆茎粗的大小在开花期受到干旱胁迫要比在鼓粒期受到干旱胁迫敏感。综上,鼓粒期轻度干旱处理并不会导致大豆茎粗降低,不会降低其抗倒伏能力。

表 4 不同灌溉量对各生育期大豆茎粗的影响

处理	茎粗/mm		
	结荚期	鼓粒期	成熟期
F _{85%} (CK)	5.93 b	6.82 a	7.19 a
F _{65%}	6.18 a	7.06 a	7.32 a
F _{55%}	5.63 c	5.98 b	6.26 b
F _{45%}	5.55 c	5.61 c	5.79 c
S _{85%} (CK)	6.83 a	7.24 ab	7.56 a
S _{65%}	6.83 a	7.41 a	7.63 a
S _{55%}	6.83 a	7.15 b	7.27 b
S _{45%}	6.83 a	6.91 c	6.99 c

2.2 不同灌溉量处理对大豆产量及构成因素的影响

2.2.1 单株粒数 由表 5 可知,开花期和鼓粒期进行不同灌溉量处理,蒙豆 1137 单株粒数均表现为先增加后减少的趋势。轻度干旱处理单株粒数最多,且均显著高于重度干旱处理,随灌溉量的减少单株粒数降低幅度明显增大。开花期控水的轻度干旱 F_{65%} 处理下单株粒数(66.1 个)与对照组 F_{85%} 相比,增加 13.8%,其余处理分别比对照减少 6.4%和 21.5%。鼓粒期控水的轻度干旱 S_{65%} 处理下单株粒数(60.6 个)与对照组 S_{85%} 相比,增加 15.2%,中度干旱和重度干旱处理分别比对照减少 15.2%和 38.6%。

不同生育期进行控水的处理相比,鼓粒期进行轻度干旱 S_{65%} 处理和重度干旱 S_{45%} 处理蒙豆 1137 的单株粒数分别较开花期进行轻度干旱的 F_{65%} 处理和重度干旱的 F_{45%} 处理降低 8.3%和 29.2%。说明鼓粒期不同灌溉量处理对大豆单株粒数影响明显,干旱胁迫下单株粒数减少程度较多。

2.2.2 单株荚数 由表 5 可知,大豆关键生育期进行不同灌溉量处理,对蒙豆 1137 单株荚数的影响有所不同,总体来说两组试验均表现为随着灌溉量减小大豆单株荚数呈下降趋势,其中两组试验中重度干旱处理大豆单株荚数最少,显著低于

其他各组处理。鼓粒期充分供水 S_{85%} 处理的大豆单株荚数最高,为 31 个,显著高于中度干旱 S_{55%} 和重度干旱处理 S_{45%}。开花期控水处理随着灌溉量的减少,各处理与对照组 F_{85%} 相比单株荚数分别降低 14.8%、25.9%和 44.4%。鼓粒期控水处理随着灌溉量减少,与对照组 S_{85%} 相比蒙豆 1137 单株荚数分别降低 9.7%、22.6%和 41.9%,说明开花期不同灌溉量处理对大豆单株荚数影响明显,大豆单株荚数降低,特别是有效结荚率的降低,这也是大豆减产的主要原因。

2.2.3 单株粒重 由表 5 可知,随着灌溉量的减少,各处理蒙豆 1137 单株粒重均先上升后下降。其中鼓粒期轻度干旱 S_{65%} 处理的单株粒重最重,为 14.8 g,显著高于其他处理。开花期控水处理随着灌溉量的减少,与对照组 F_{85%} 相比,轻度干旱 F_{65%} 处理单株粒重增加了 6.2%,其余处理分别降低 7.1%和 19.5%。鼓粒期控水处理随着灌溉量的减少,与对照组 S_{85%} 相比,轻度干旱 S_{65%} 处理单株粒重增加了 46.5%,其余处理分别降低 14.9%和 26.7%。说明鼓粒期控水处理对大豆单株粒重影响明显,除轻度干旱处理外,其余处理单株粒重均比开花期控水处理减少。

2.2.4 每盆产量 开花期和鼓粒期是决定大豆生态适应性和产量的关键时期,大豆籽粒产量与生殖生长的持续时间密切相关,大豆粒重的绝大部分来源于开花后的光合产物,随着灌溉量的减少,会影响大豆生殖生长和发育,减少了荚数、降低了荚重、从而使产量呈降低趋势。

两组试验中蒙豆 1137 均表现为随着灌溉量的减少,产量呈先增加后降低的趋势。其中鼓粒期轻度干旱 S_{65%} 处理每盆产量最高,为 29.6 g,显著高于其他处理,开花期控水处理随着灌溉量的减少,与对照组 F_{85%} 相比,轻度干旱 F_{65%} 处理增产 6.2%,其他处理减产 7.5%和 19.8%。鼓粒期控水处理随着灌溉量的减少,与对照组 S_{85%} 相比,轻度干旱 S_{65%} 处理增产 47.3%,其他处理减产 14.4%和 26.4%。说明大豆开花期和鼓粒期不同灌溉量对产量影响不同,除轻度干旱处理外,大豆鼓粒期遇到干旱时的减产程度明显高于开花期。

表 5 不同灌溉量对大豆产量及产量构成因素的影响

处理	单株粒数/	单株荚数/	单株粒重/	每盆产量/
	个	个	g	g
F _{85%} (CK)	58.1 ab	27 ab	11.3 ab	22.7 ab
F _{65%}	66.1 a	23 b	12.0 a	24.1 a
F _{55%}	54.4 ab	20 c	10.5 ab	21.0 ab
F _{45%}	45.6 b	15 d	9.1 b	18.2 c
S _{85%} (CK)	52.6 ab	31 a	10.1 b	20.1 b
S _{65%}	60.6 a	28 ab	14.8 a	29.6 a
S _{55%}	44.6 bc	24 b	8.6 bc	17.2 bc
S _{45%}	32.3 c	18 c	7.4 c	14.8 c

2.3 不同灌溉量处理下大豆耗水量的分析

开花期控水不同灌溉量处理下蒙豆 1137 的耗水量较大,开花期控水的重度干旱 F_{45%} 处理大豆生育期的耗水量为 15.89 kg·盆⁻¹, 比对照组 F_{85%} (CK) 少 7.78 kg·盆⁻¹, 显著低于对照组, 中度干旱处理 F_{55%} 耗水量为 18.95 kg·盆⁻¹, 比对照组少 4.72 kg·盆⁻¹, 轻度干旱 F_{65%} 处理耗水量较对照组少 2.93 kg·盆⁻¹。与对照组 F_{85%} (CK) 相比, F_{65%}、F_{55%} 和 F_{45%} 耗水量分别减少 12.4%、19.9% 和 32.9%。

鼓粒期控水不同灌溉量处理, 4 组处理蒙豆 1137 耗水量差异显著。由于大豆整个生育阶段中结荚-鼓粒阶段是耗水量最多的时期, 这一阶段重度干旱处理下大豆的需水量得不到满足, 从而影响大豆生长及产量的形成。随着灌溉量的减少, 耗水量依次降低, 与对照组 S_{85%} (CK) 相比, S_{65%}、S_{55%} 和 S_{45%} 耗水量分别减少 8.4%、19.4% 和 34.6%。

不同灌溉量处理会影响作物耗水量, 进而影响作物的耗水规律。随着灌溉量的减少, 大豆耗水量也随之减少, 且干旱程度越严重减少比例越大。在两组试验中, 耗水量均表现为对照组充分供水 > 轻度干旱 > 中度干旱 > 重度干旱处理。

表 6 不同灌溉量对大豆生育期耗水量的影响

处理	每盆耗水量/kg
F _{85%} (CK)	23.67 a
F _{65%}	20.74 b
F _{55%}	18.95 b
F _{45%}	15.89 c
S _{85%} (CK)	35.21 a
S _{65%}	32.26 b
S _{55%}	28.39 c
S _{45%}	23.01 d

3 讨论

通过调整不同灌溉量来控制土壤相对湿度, 明确不同灌溉量对大豆关键生育期植株的农艺性状、产量及构成因素、耗水量等因素的影响, 对大豆节水增产具有重要的理论价值和实践意义。

研究表明, 在鼓粒期受到干旱胁迫处理的大豆生育期天数比开花期受到干旱胁迫处理的要长。在大豆开花期和鼓粒期进行不同灌溉量处理, 生育期方面总体表现为随着灌溉量的减少, 土壤干旱越严重, 生育期延迟越严重, 植物生长受阻。F 试验组虽然在鼓粒初期停止控制灌溉水量, 改为露天生长, 进入鼓粒期和成熟期的时间略有缩短, 但仍无法消除在开花期受到干旱胁迫影响的差异。鼓粒期重度干旱胁迫 S_{45%} 处理大豆成熟期最晚, 而轻度干旱 S_{65%} 处理大豆 9 月下旬就达到成熟, 时间相差 10 d 左右。

在开花期和鼓粒期随着干旱强度的增加, 大豆株高、茎粗整体呈现降低趋势。大豆开花期遇到干旱, 株高和茎粗比在鼓粒期遇到干旱的植株更加矮小和细弱, 开花期遇到干旱对大豆株高的影响要大于鼓粒期, 这与殷世平等^[34] 研究得出的大豆开花结荚阶段遭遇中度以上干旱光合量减少、植株相对矮小的结论一致, 也与闫春娟等^[7] 研究的大豆各生育期干旱胁迫降低了地上部生物量结论一致。

在大豆关键生育期进行干旱处理对大豆产量构成因素的影响存在差异。本研究表明, 随着灌溉量的减少, 大豆单株荚数、单株粒重、单株粒数和产量整体上均呈降低趋势, 关键生育期控制不同灌溉量对大豆产量影响表现为鼓粒期大于开花期。说明鼓粒期对干旱胁迫更加敏感, 鼓粒期严重干旱胁迫造成大豆减产程度大于开花期。这与 Karam 等^[35] 分别在盛花期和鼓粒期进行干旱处理, 产量分别比对照组减少 4% 和 28% 的结论一致。随着灌溉量的减少, 大豆生育期耗水量减少, 且干旱程度越严重减少比例越大。在两组试验中, 耗水量均表现为对照组充分供水 > 轻度干旱 > 中度干旱 > 重度干旱处理, 而产量则表现为轻度干旱 > 对照组充分供水 > 中度干旱 > 重度干旱处理, 说明在本研究两组试验中, 轻度干旱处理下会引起蒙豆 1137 产量增加, 并且可以提高大豆水分利用率, 这与王林等^[36] 研究结论一致。大豆在干

旱处理下的生长发育是十分复杂的生物学过程,中度和重度干旱处理会严重减少耗水量,从而最终影响产量,而轻度干旱处理可以增加蒙豆 1137 株高和茎粗,且轻度干旱处理下蒙豆 1137 耗水量少产量高。

本研究主要基于 2023 年盆栽控水试验,试验期间均为人工控水模拟田间干旱,与大田自然干旱存在差异,同时供试材料仅有一个主栽品种,下一步将继续进行多地点,田间大面积大豆控水试验,同时丰富试验品种,进一步验证本研究结论。

4 结论

干旱对大豆关键生育期生长发育存在影响。大豆在鼓粒期重度干旱处理($S_{45\%}$)下蒙豆 1137 比轻度干旱处理($S_{65\%}$)晚 10 d 成熟;鼓粒期轻度干旱处理($S_{65\%}$)的株高为 85.2 cm,茎粗为 7.63 mm,是两组试验区中的最大值;开花期干旱处理结荚数减少,鼓粒期干旱处理秕荚率增加、粒重降低,其中开花期轻度干旱处理($F_{65\%}$)增产 6.2%,其他处理减产 7.5%和 19.8%,鼓粒期轻度干旱 $S_{65\%}$ 处理增产 47.3%,其他处理减产 14.4%和 26.4%,说明鼓粒期对干旱胁迫更加敏感。在两组试验中,蒙豆 1137 生育期耗水量均表现为对照组充分供水>轻度干旱>中度干旱>重度干旱处理,而产量则表现为轻度干旱>对照组充分供水>中度干旱>重度干旱处理。综上所述,从大豆生育期长短、生长发育特征、产量和耗水量各方面考虑,为生产出株高高、茎粗大的大豆植株,且在减少耗水量的情况下不影响产量,可在大豆鼓粒期适度采取轻度干旱(田间持水量 65%)处理,可达到节水增产的效果。

参考文献:

- [1] SHARMA M, GUPTA S K, MAJUMDER B, et al. Proteomics unravel the regulating role of salicylic acid in soybean under yield limiting drought stress [J]. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2018, 130: 529-541.
- [2] YIN X G, OLESEN J E, WANG M, et al. Climate effects on crop yields in the Northeast Farming Region of China during 1961–2010 [J]. *The Journal of Agricultural Science*, 2016, 154(7): 1190-1208.
- [3] 何英彬, 姚艳敏, 李建平, 等. 大豆种植适宜性精细评价及种植合理性分析: 以东北三省为例 [J]. *中国农业资源与区划*, 2012, 33(1): 11-17.
- [4] 曾学明. 我国大豆产业发展战略规划研究 [J]. *中国农业资源与区划*, 2017, 38(9): 89-97.
- [5] 卢琼琼, 宋新山, 严登华. 干旱胁迫对大豆苗期光合生理特性的影响 [J]. *中国农学通报*, 2012, 28(9): 42-47.
- [6] 刘丽君, 林浩, 唐晓飞, 等. 干旱胁迫对不同生育阶段大豆产量形态建成的影响 [J]. *大豆科学*, 2011, 30(3): 405-412.
- [7] 闫春娟, 王文斌, 涂晓杰, 等. 不同生育时期干旱胁迫对大豆根系特性及产量的影响 [J]. *大豆科学*, 2013, 32(1): 59-62, 67.
- [8] 杨晓娟, 刘园, 白薇, 等. 黑龙江大豆生产时空分析与风险评估 [J]. *干旱地区农业研究*, 2016, 34(2): 201-205.
- [9] 侯志强, 蒋尚明, 金菊良, 等. 不同生育期干旱胁迫对夏大豆耗水量和水分利用效率的影响 [J]. *灌溉排水学报*, 2018, 37(5): 19-24.
- [10] 苏布达, 周建, 王艳君, 等. 全球升温 1.5℃ 和 2.0℃ 情境下中国实际蒸散发时空变化特征 [J]. *中国农业气象*, 2018, 39(5): 293-303.
- [11] 崔维佳, 常志云, 李宁. 干旱胁迫对大豆生理生态及产量的影响 [J]. *水资源与水工程学报*, 2013, 24(4): 20-24.
- [12] 杨晓林, 宋振伟, 王宏, 等. 黄淮海农作区冬小麦需水量时空变化特征及气候影响因素分析 [J]. *中国生态农业学报*, 2012, 20(3): 356-362.
- [13] 王龙, 魏永霞, 吴限. 黑土区调亏灌溉条件下大豆耗水规律试验研究 [J]. *节水灌溉*, 2014(11): 29-33.
- [14] 蔡大鑫, 沈能展, 崔振才. 调亏灌溉对作物生理生态特征影响的研究进展 [J]. *东北农业大学学报*, 2004, 35(2): 239-243.
- [15] 齐付国, 孙景生. 棉花节水灌溉研究进展 [J]. *节水灌溉*, 2012(5): 60-62, 66.
- [16] 郭荣起, 张琪, 孙如建, 等. 国审高产优质大豆蒙豆 1137 的选育与应用 [J]. *中国种业*, 2022(10): 98-99.
- [17] 杨鹤辉, 李贵全, 郭丽, 等. 水分胁迫对不同抗旱大豆品种花期质膜透性的影响 [J]. *干旱地区农业研究*, 2003, 21(3): 127-129.
- [18] 王敏, 杨万明, 侯艳平, 等. 不同类型大豆花荚期抗旱性形态指标及其综合评价 [J]. *核农学报*, 2010, 24(1): 154-159.
- [19] 姜丽霞, 李帅, 李秀芬, 等. 黑龙江省近三十年气候变化对大豆发育和产量的影响 [J]. *大豆科学*, 2011, 30(6): 921-926.
- [20] 崔振才, 沈能展. 哈尔滨地区降水量对大豆产量影响的研究 [J]. *东北农业大学学报*, 2003, 34(1): 30-33.
- [21] 葛慧玲, 龚振平, 马春梅, 等. 干旱处理对土壤水分变化及大豆产量的影响 [J]. *灌溉排水学报*, 2012, 31(4): 131-135.
- [22] 王彦平, 有思, 崔文芳. 基于分期播种试验的大兴安岭东部大豆丰产优质气候评价方法研究 [J]. *大豆科学*, 2023, 42(5): 595-602.
- [23] 宫丽娟, 李秀芬, 田宝星, 等. 黑龙江省大豆不同生育阶段干旱时空特征 [J]. *应用气象学报*, 2020, 31(1): 95-104.
- [24] 李炜. 主要气象因子对大豆生长发育及产量的关联分析 [J]. *黑龙江农业科学*, 2008(2): 41-43.
- [25] 卢丽萍, 程丛兰, 刘伟东, 等. 30 年来我国农业气象灾害对

- 农业生产的影响及其空间分布特征[J]. 生态环境学报, 2009, 18(4):1573-1578.
- [26] 王利彬, 祖伟, 董守坤, 等. 干旱程度及时期对复水后大豆生长和代谢补偿效应的响应[J]. 农业工程学报, 2015, 31(11):105-156.
- [27] 张仟雨, 李萍, 宗毓铮, 等. 干旱对大豆生理及产量影响的研究[J]. 华北农学报, 2016, 31(5):140-145.
- [28] 郭数进, 杨凯敏, 霍瑾, 等. 干旱胁迫对大豆鼓粒期叶片光合能力和根系生长的影响[J]. 应用生态学报, 2015, 26(5):1419-1425.
- [29] 霍建玲, 邢雪莹, 杨雪, 等. 干旱对黑龙江省大豆品种农艺性状的影响[J]. 分子植物育种, 2018, 16(5):1668-1676.
- [30] 李秀芬, 郭沼斌, 朱海霞, 等. 黑龙江省大豆生长季旱涝时序特征及其对产量的影响[J]. 应用生态学报, 2020, 31(4):1223-1232.
- [31] 高佩, 吕海深, 王怡宁, 等. 淮北平原干旱胁迫对夏大豆土壤耗水量及产量的影响[J]. 节水灌溉, 2024, 3(5):88-93.
- [32] 王兴荣, 张彦军, 陈光荣, 等. 干旱胁迫对大豆光合、产量及品质的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2023, 41(2):150-159.
- [33] 王诗雅, 冯乃杰, 项洪涛, 等. 水分胁迫对大豆生长与产量的影响及应对措施[J]. 中国农学通报, 2020, 36(27):41-45.
- [34] 殷世平, 朱海霞, 赵慧颖, 等. 大豆生育性状与产量因子对不同土壤干旱等级的响应[J]. 中国农学通报, 2020, 36(28):111-117.
- [35] KARAM F, MASAAD R, SFEIR T, et al. Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions[J]. Agricultural Water Management, 2005, 75(3): 226-244.
- [36] 王林, 董钻, 张宪政. 土壤水分状况对大豆生长和产量的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 1991, 22(4):336-340.

Effects of Different Irrigation Rates on Growth and Yield of Mengdou 1137

WANG Yaying¹, BAI Yinzhang², DONG Yue¹, HE Jiahuan¹, LÜ Miao¹

(1. Hulun Buir Meteorological Bureau, Hulun Buir 021008, China; 2. Old Barag Banner Eteorological Bureau, Hulun Buir 021500, China)

Abstract: In order to provide a certain reference basis for rational irrigation during the key growth period of soybeans, this study utilized potted water control experiments to clarify the relationship between soybean growth and development characteristics, yield formation process, and soil drought by setting different irrigation amounts during key growth periods. The results showed that Mengdou 1137 were subjected to drought stress for a longer period of time during the grain filling stage than during the flowering stage. The plant height of S_{65%} under mild drought during the grain filling stage was 85.2 cm, and the stem diameter value was 7.63 mm, which was the highest value in the two experimental areas. The mild drought treatment during the grain filling stage could achieve the goal of increasing soybean stem diameter value; The F_{65%} treatment with mild drought during the flowering period increased yield by 6.2%, while other treatments reduced yield by 7.5% and 19.8%. The S_{65%} treatment with mild drought during the grain filling period increased yield by 47.3%, while other treatments reduced yield by 14.4% and 26.4%. This indicated that drought during the grain filling period had the most severe impact on grain yield, with a greater degree of reduction than during the flowering period; The water consumption showed that the control group had sufficient water supply>mild drought>moderate drought>severe drought treatment, while the yield showed that the control group had sufficient water supply>moderate drought>severe drought treatment. Considering the growth, development, and yield of soybeans, in order to produce tall and thick soybean plants without affecting yield and reducing water consumption, mild drought (field water holding capacity of 65%) treatment can be moderately adopted during the key growth period and pod setting period of soybeans, thus achieving the effect of water conservation and yield increase.

Keywords: irrigation rates; drought; soybean; critical reproductive period; yield; growth and development