



黑龙江省克拜地区大豆救灾补种品种的选择

张明明^{1,2}, 杨兴勇², 张 勇², 薛 红², 李微微², 宋雯雯¹, 吴存祥¹, 韩天富¹

(1. 中国农业科学院 作物科学研究所, 北京 100081; 2. 黑龙江省农业科学院 克山分院, 黑龙江 克山 161600)

摘 要:克拜地区位于黑龙江省西部,是东北北部重要的大豆产区。该地区春季干旱、低温等自然灾害频发,常导致大豆迟播或补种,正确选择适宜迟播的品种对该地区大豆生产具有重要意义。本研究选用分属 MG 000、MG 00 和 MG 0 生育期组的 14 个大豆品种,设置 5 个播期(5 月 11 日、5 月 21 日、6 月 2 日、6 月 11 日、6 月 22 日),分析不同播期条件下大豆生育期、农艺性状及产量的变化情况,筛选适合克拜地区迟播补种的大豆品种。结果表明,随着播期的推迟,大豆播种至出苗、出苗至开花、开花至成熟等生育阶段及全生育期均呈缩短趋势。除正常播期(5 月 11 日)外,参试品种的株高、主茎节数随播期推后而增加,而百粒重则下降。其中,黑河 35 百粒重反应较敏感,每迟播 1 d 百粒重降低 0.15 g。产量与播期的关系较为复杂,7 个品种在 5 月 11 日播种时产量最高,而包括当地主栽品种克山 1 号在内的 7 个品种在 6 月上、中旬播种产量较高;华疆 4 号(MG-0.2)和克山 1 号(MG 0.3)在 5 月下旬至 6 月中旬播种产量较高且稳定,可作为克拜地区救灾补种的优先选择品种;华疆 2 号(MG-0.5)、黑河 51(MG-0.5)产量亦较稳定,可作为该期救灾补种的备选品种;如播期延迟至 6 月下旬,可选择黑河 35(MG-1.1)、黑河 49(MG-1.2)等超早熟品种。降水是影响克拜地区大豆产量的主要环境因素,品种和播期选择均应做到“花雨相遇”。

关键词:大豆;克拜地区;救灾迟播;品种选择;播期;农艺性状;产量

Screening of Soybean Varieties for Delayed Planting in Kebai Area, Heilongjiang Province

ZHANG Ming-ming^{1,2}, YANG Xing-yong², ZHANG Yong², XUE Hong², LI Wei-wei², SONG Wen-wen¹, WU Cun-xiang¹, HAN Tian-fu¹

(1. Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China; 2. Keshan Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Keshan 161600, China)

Abstract: Kebai Area, located in the west part of Heilongjiang Province, is an important soybean producing region in the northeast China. Natural disasters especially drought stress and chilling in spring occurred frequently and usually caused late- or even re-planting in Kebai Area. Therefore, to select varieties with suitable maturity groups and yield is important for soybean production under delayed planting environments in this area. In the current study, 14 soybean varieties belonged to MG 000, MG 00 and MG 0 were evaluated based on the performances in growth periods, agronomic traits and yield components in the date-of-planting experiments (May 11, May 21, June 2, June 11 and June 22), in order to select soybean varieties for different sowing dates in this area. The results showed that, along with the delay of sowing dates, the number of days from sowing to emergence (VE), days from VE to beginning bloom (R1), days from R1 to full maturity (R8) and days from VE to R8 were all shortened. The plant height and the number of nodes on main stem of the tested varieties were increased along with the delay of sowing dates except the normal planting date (May 11). However, the 100-seed weight of all tested varieties decreased with the delay of sowing dates. Among the tested varieties, Heihe 35 was more sensitive than others in 100-seed weight, i. e., 0.15 g decrease for each day delay when late-planted. The relationship between yield and planting dates were complicated. Seven out of 14 varieties yielded highest in the normal planting date, but another 7 including the local widely-planted variety of Keshan 1 yielded higher in late-planting (early to mid-June) than in early-planting. Huajiang 4 (MG-0.2) and Keshan 1 (MG 0.3) were high and stable in yield in different sowing dates, so they were recommended as the ideal varieties for late-planting in this region. Huajiang 2 (MG-0.5) and Heihe 51 (MG-0.5) can be used as alternative varieties for late-planting because they performed also stably in yield. Heihe 35 (MG-1.1) and Heihe 49 (MG-1.2), two super-early maturing varieties can be planted as late as in late-June. Rainfall distribution is the major environmental factor affecting soybean yield in Kebai Area. To efficiently use the natural precipitation in soybean production, it is imperative to make the rainy season overlap with the flowering period of soybean.

Keywords: Soybean; Kebai Area; Late planting for disaster relief; Variety selection; Sowing date; Agronomic traits; Yield

收稿日期:2020-11-03

基金项目:财政部和农业农村部国家现代农业产业技术体系(CARS-04);公益性行业(农业)科研专项(201303011)。

第一作者:张明明(1982—),男,硕士,助理研究员,主要从事大豆遗传育种研究。E-mail:mingzhangming@163.com。

通讯作者:杨兴勇(1965—),男,硕士,研究员,主要从事大豆育种研究。E-mail:ksyxy@sina.com;

吴存祥(1969—),男,博士,研究员,主要从事大豆栽培生理研究。E-mail:wucunxiang@caas.cn;

韩天富(1963—),男,博士,研究员,主要从事大豆遗传育种研究及产业技术研发。E-mail:hantianfu@caas.cn。

克拜地区包括克山、克东、拜泉、讷河等县和依安、北安等县(市)的部分地区,位于黑龙江省西部,常年大豆种植面积为 40 万 hm²左右。该地区属于温带大陆性季风气候,全年平均降水量 469.8 mm,有效积温2 200~2 400 ℃,跨第三、第四积温带,无霜期 122 d 左右,降雨集中在 6—8 月。该地区春季干旱、低温等自然灾害频发,生产中常出现迟播或者毁种重播现象,对救灾品种需求量大。以往受灾后,农民选择品种以早熟、极早熟为主,但品种熟期选择缺乏可靠的理论依据,常出现所选择的大豆品种熟期过早或过晚现象,影响生产安全和经济效益。

以往的研究表明,播期推迟易使大豆生育期缩短,主茎节数减少,单株荚数降低^[1]。程艳波等^[2]在华南地区的研究发现,随着播期的延迟,大豆单株产量、主茎荚数、分枝荚数、主茎粒数和分枝粒数呈显著下降趋势。董丽杰等^[3]选用极早熟大豆品种黑河 38 在沈阳地区进行试验,发现随着播期延迟,生育日数逐渐缩短,最大叶面积指数下降,单株生物产量减少,各播期间单株粒数、百粒重、小区产量差异显著。春播大豆生育期性状均随着播种日期的延迟而缩短^[4],其中生育后期缩短更为明显,

生育后期(R)与生育前期(V)的比值(R/V)因播期延迟而下降^[5-6]。不同品种在生育期、农艺性状及产量构成因素方面对播种变化的反应也不尽相同^[7-8]。因此,为了避免迟播给大豆生长造成过大影响,造成产量损失,需要筛选不同播期下的高产大豆品种,以尽量保证救灾迟播后获得理想的大豆产量。因此,由于气候条件造成播期推迟时,选择适宜救灾补种的品种尤为重要^[9-11]。

本研究立足于黑龙江省克拜地区的生态和生产条件,选择第四、五、六积温带的 14 份代表性早熟和极早熟大豆品种,通过分期播种,研究不同熟期组品种的生育期、农艺性状和产量在不同播期下的变化规律,以期筛选适宜各播期时段的救灾晚播品种,为降低自然灾害对大豆生产的影响提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

来自黑龙江省第四、第五和第六积温带的 14 个大豆品种,分属 MG 0、MG 00、MG 000 组(表 1)。大部分供试品种目前仍在生产上大面积推广应用。

表 1 供试品种生育期组信息
Table 1 Maturity groups of the tested varieties

品种 Variety	适宜积温带 Adapted temperature belt	生育期组 Maturity group (MG)	相对生育期组值 Relative MG value
黑河 49 Heihe 49	第六积温带	MG 000	MG-1. 2
黑河 35 Heihe 35	第六积温带	MG 000	MG-1. 1
黑河 25 Heihe 25	第六积温带	MG 000	MG-0. 7
黑河 33 Heihe 33	第六积温带	MG 000	MG-0. 7
华疆 2 号 Huajiang 2	第六积温带	MG 000	MG-0. 5
黑河 51 Heihe 51	第五积温带	MG 00	MG-0. 5
黑河 29 Heihe 29	第五积温带	MG 00	MG-0. 4
黑河 45 Heihe 45	第五积温带	MG 00	MG-0. 3
黑河 50 Heihe 50	第五积温带	MG 00	MG-0. 2
华疆 4 号 Huajiang 4	第五积温带	MG 00	MG-0. 2
黑河 53 Heihe 53	第五积温带	MG 00	MG-0. 1
黑河 43 Heihe 43	第四积温带	MG 0	MG 0. 0
黑河 38 Heihe 38	第四积温带	MG 0	MG 0. 2
克山 1 号 Keshan 1	第四积温带	MG 0	MG 0. 3

品种按相对生育期组值^[12]由小到大顺序排列。下同。
The varieties were arranged based on their relative maturity group (MG) value^[12] from small (early-maturing) to large (late-maturing). The same in the following tables.

1.2 试验设计

试验在黑龙江省农业科学院克山分院试验地(48°3'N,125°53'E,海拔 230 m)进行。该地块土壤为黑钙土,地势平坦,前茬为春小麦。试验于 2011 年进行,分为 5 个播期,分别为第一播期(5 月 11 日)、第二播期(5 月 21 日)、第三播期(6 月 2 日)、第四播期(6 月 11 日)和第五播期(6 月 22 日)。每小区 4 行,行长 5 m,行距 65 cm,株距 5 cm。3 次重复,随机区组排列。

1.3 方法

机器开沟,人工点播。大豆整个生育过程未使用农药,其他管理同大田。按照 Fehr 等^[13]的生育时期分期标准记载大豆出苗期(VE)、初花期(R1)和完熟期(R8)。成熟后,每个小区选择连续分布的 5 株,考种记载株高、底荚高度、主茎节数、单株荚数、单株粒数、百粒重等农艺性状。全区收获,测量百粒重和小区产量。试验点当年降水量数据来自黑龙江省克山县气象局,当年降雨量与常年降雨量分布接近(图 1)。

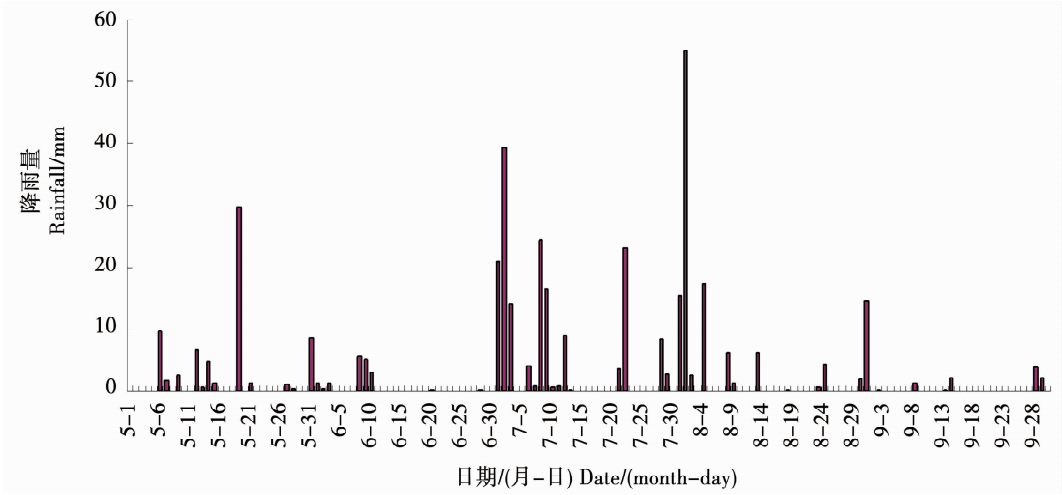


图 1 试验点 2011 年 5—9 月的降雨量分布
Fig. 1 The rainfall distribution in the experimental site from May to September in 2011

1.4 数据分析

使用 Excel 2003 进行数据整理,使用 DPS v14.0 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 播期对大豆生育时期的影响

在克山正常播期(第一播期)条件下,大豆播种至出苗需 14 d 左右。每晚播 1 d,播种至出苗日数缩短 0.25 d。不同品种的表现一致,回归方程为 $y = -0.25x + 12.99 (R^2 = 0.93^{**})$ 。在出苗至开花日数对播期的反应方面,14 个品种表现基本一致,即播种越迟,出苗至开花所需日数越少(表 2),二者呈显著的负相关。在供试品种中,出苗至开花日数受播期影响最大的为黑河 50,每晚播 1 d,该品种出苗至开花日数缩短 0.19 d;影

响较小的为克山 1 号,每晚播 1 d,出苗至开花日数缩短少于 0.09 d(表 2,表 3)。大豆开花至成熟的天数均随播期推后而缩短,14 个品种表现趋势基本一致。其中,受播期影响最大的品种为黑河 25,该品种每晚播 1 d,开花至成熟日数缩短 0.27 d;影响较小的为黑河 33,每晚播 1 d,开花至成熟日数缩短 0.01 d(表 2,表 3)。由于出苗至开花、开花至成熟的天数均随播期延迟而减少,因此全生育期也随之缩短。14 个品种的生育期(出苗至成熟日数)均与播期呈负相关。不同品种所受影响的程度有一定区别。其中受影响最大的为黑河 25,每晚播 1 d,出苗至成熟日数缩短 0.40 d;影响较小的为黑河 33 和黑河 38,每晚播 1 d 出苗至成熟日数缩短 0.20 d(表 3)。

表 2 不同播期下各大豆品种的出苗期、开花期和成熟期

Table 2 The dates of emergence(VE) , beginning bloom(R1) and full maturity(R8) of soybean varieties under different sowing dates

品种 Variety	出苗期/(月-日) VE/(month-day)					开花期/(月-日) R1/(month-day)					成熟期/(月-日) R8/(month-day)				
	5-11	5-21	6-2	6-11	6-22	5-11	5-21	6-2	6-11	6-22	5-11	5-21	6-2	6-11	6-22
黑河 49 Heihe 49	5-25	5-31	6-9	6-15	6-26	6-25	7-1	7-6	7-11	7-22	8-25	8-28	8-30	9-6	9-12
黑河 35 Heihe 35	5-25	5-31	6-9	6-15	6-26	6-25	7-1	7-7	7-12	7-22	8-27	8-30	9-2	9-6	9-13
黑河 25 Heihe 25	5-25	5-31	6-9	6-15	6-26	6-25	7-1	7-7	7-12	7-22	8-28	8-31	9-3	9-7	9-12
黑河 33 Heihe 33	5-25	5-31	6-9	6-15	6-26	6-29	7-3	7-9	7-14	7-24	8-30	9-1	9-4	9-7	9-25
华疆 2 号 Huajiang 2	5-25	5-31	6-9	6-15	6-26	6-25	7-1	7-6	7-11	7-21	9-6	9-8	9-9	9-15	9-24
黑河 51 Heihe 51	5-25	5-31	6-9	6-15	6-26	6-28	7-2	7-9	7-14	7-24	9-4	9-6	9-8	9-14	9-26
黑河 29 Heihe 29	5-25	5-31	6-9	6-15	6-26	6-28	7-2	7-9	7-13	7-23	9-5	9-7	9-11	9-15	9-25
黑河 45 Heihe 45	5-25	5-31	6-9	6-15	6-26	6-28	7-2	7-9	7-14	7-24	9-6	9-8	9-13	9-18	9-28
黑河 50 Heihe 50	5-25	5-31	6-9	6-15	6-26	7-1	7-4	7-11	7-15	7-25	9-6	9-8	9-10	9-16	9-23
华疆 4 号 Huajiang 4	5-25	5-31	6-9	6-15	6-26	6-27	7-2	7-9	7-14	7-23	9-7	9-8	9-10	9-15	9-24
黑河 53 Heihe 53	5-25	5-31	6-9	6-15	6-26	6-27	7-2	7-10	7-14	7-24	9-5	9-8	9-10	9-16	9-26
黑河 43 Heihe 43	5-25	5-31	6-9	6-15	6-26	6-28	7-2	7-9	7-14	7-24	9-8	9-9	9-13	9-18	9-28
黑河 38 Heihe 38	5-25	5-31	6-9	6-15	6-26	6-28	7-3	7-10	7-15	7-24	9-5	9-8	9-13	9-20	9-28
克山 1 号 Keshan 1	5-25	5-31	6-9	6-15	6-26	6-26	7-2	7-10	7-14	7-25	9-9	9-11	9-15	9-21	9-27

表中结果为大豆发育阶段出现日期的众数。

The results in this table was the mode dates (repeated most) for the developmental stages.

表 3 迟播日数与重要发育阶段时长的线性回归方程

Table 3 Linear regression equations between delayed sowing days and the major developmental periods (d)

品种 Variety	出苗至开花日数 Day from VE to R1		开花至成熟日数 Day from R1 to R8		出苗至成熟日数 Day from VE to R8	
黑河 49 Heihe 49	$y = -0.14x + 31.20$	0.85 *	$y = -0.18x + 60.40$	0.82 *	$y = -0.31x + 91.70$	0.93 **
黑河 35 Heihe 35	$y = -0.13x + 31.40$	0.94 **	$y = -0.23x + 62.60$	0.99 **	$y = -0.36x + 94.00$	0.99 **
黑河 25 Heihe 25	$y = -0.13x + 31.40$	0.94 **	$y = -0.27x + 64.00$	0.97 **	$y = -0.40x + 95.40$	0.99 **
黑河 33 Heihe 33	$y = -0.17x + 34.60$	0.96 **	$y = -0.01x + 60.00$	0.02	$y = -0.20x + 94.60$	0.43
华疆 2 号 Huajiang 2	$y = -0.16x + 31.40$	0.92 *	$y = -0.18x + 71.40$	0.78 *	$y = -0.35x + 102.90$	0.90
黑河 51 Heihe 51	$y = -0.14x + 33.60$	0.97 **	$y = -0.12x + 66.70$	0.46	$y = -0.26x + 100.30$	0.76
黑河 29 Heihe 29	$y = -0.17x + 33.80$	0.99 **	$y = -0.14x + 68.40$	0.91 *	$y = -0.32x + 102.20$	0.97 **
黑河 45 Heihe 45	$y = -0.14x + 33.60$	0.97 **	$y = -0.10x + 69.20$	0.80 *	$y = -0.24x + 102.82$	0.92 *
黑河 50 Heihe 50	$y = -0.19x + 36.40$	0.97 **	$y = -0.16x + 66.90$	0.81 *	$y = -0.36x + 103.30$	0.95 **
华疆 4 号 Huajiang 4	$y = -0.14x + 33.20$	0.99 **	$y = -0.22x + 70.40$	0.81 *	$y = -0.36x + 103.70$	0.93 **
黑河 53 Heihe 53	$y = -0.12x + 33.20$	0.97 **	$y = -0.16x + 68.90$	0.62	$y = -0.28x + 102.10$	0.87 *
黑河 43 Heihe 43	$y = -0.14x + 33.60$	0.97 **	$y = -0.14x + 70.80$	0.80 *	$y = -0.29x + 104.40$	0.90 *
黑河 38 Heihe 38	$y = -0.14x + 34.20$	0.99 **	$y = -0.06x + 68.00$	0.43	$y = -0.20x + 102.20$	0.90 *
克山 1 号 Keshan 1	$y = -0.09x + 32.40$	0.87 *	$y = -0.23x + 74.10$	0.86 *	$y = -0.32x + 106.40$	0.96 **

回归方程中的自变量 x 为延迟播种的日数, y 为发育阶段时长。*: 相关性显著 ($P < 0.05$) ; **: 相关性极显著 ($P < 0.01$) 。下同。

The x in the regression equations was the delayed planting days, y was the development time. *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$. The same in the following tables.

2.2 播期对大豆农艺性状的影响

2.2.1 播期对大豆株高的影响 在本研究的播期范围内,14 个参试品种的株高与迟播日数均呈正相关,即随着迟播日数的增加,株高呈增高趋势(表 4)。株高变化最为明显的品种是黑河 49,第五播期(6 月 22 日)比第一播期平均株高增加 23.4 cm,差异达到显著水平;而黑河 53 株高最为稳定,第五播期比第一播期平均株高增加 2.8 cm,5 个播期平均株高差异不显著。

从表 4 可以看出,在本试验的播期范围内,参试

14 个品种的主茎节数随着播期延迟,主茎节数增加。在参试品种中,变化最为明显的品种是黑河 49,第五播期比第一播期平均主茎节数增加 4.1,差异达到显著水平;黑河 53 主茎节数变化最小,第五播期比第一播期平均主茎节数增加 0.9,差异不显著,而第二播期平均主茎节数最少,为 12.2,与第四、第五播期平均主茎节数差异显著。主茎节数与株高的变化一样,在晚播条件下,水分、温度和光照条件有利于大豆生长,导致主茎节数增加(表 5)。

表 4 不同播期下各大豆品种的株高和主茎节数分析

Table 4 The analysis of plant height and node number on the main stem of soybean varieties under different sowing dates

品种 Variety	株高 Plant height/cm					主茎节数 Node number on the main stem				
	5-11	5-21	6-2	6-11	6-22	5-11	5-21	6-2	6-11	6-22
黑河 49 Heihe 49	43.9±4.4 b	43.3±1.3 b	48.6±3.8 b	60.9±6.2 ab	67.3±0.9 a	9.5±0.6 b	8.8±0.3 b	9.6±0.7 b	11.9±1.0 ab	13.6±0.3 a
黑河 35 Heihe 35	50.5±1.6 b	43.7±2.9 b	46.3±4.1 b	55.5±2.7 ab	65.3±3.5 a	11.5±0.1 ab	9.6±0.4 b	10.2±0.9 b	11.1±0.4 ab	13.5±0.5 a
黑河 25 Heihe 25	58.7±0.5 a	56.8±1.6 a	63.7±1.1 a	66.7±5.3 a	68.6±1.4 a	12.2±0.3 ab	10.8±0.4 b	12.5±0.1 a	13.0±0.5 a	13.4±0.2 a
黑河 33 Heihe 33	52.5±1.7 a	53.7±1.5 a	55.7±5.0 a	66.6±2.4 a	62.0±5.3 a	10.9±0.2 a	10.5±0.4 a	11.0±1.0 a	13.1±0.3 a	12.7±0.6 a
华疆 2 号 Huajiang 2	65.7±2.0 b	62.2±1.8 b	71.2±2.1 ab	77.3±1.9 a	77.7±3.2 a	12.7±0.4 ab	12.3±0.5 b	13.9±0.7 ab	14.7±0.4 a	14.7±0.1 a
黑河 51 Heihe 51	59.3±0.5 ab	47.5±1.4 c	57.9±3.8 b	64.1±1.3 ab	68.4±1.0 a	12.1±0.5 bc	11.2±0.3 c	12.0±0.4 bc	13.1±0.2 ab	14.1±0.2 a
黑河 29 Heihe 29	58.7±1.8 c	61.4±0.2 bc	65.6±3.4 abc	69.5±1.9 ab	72.6±1.5 a	12.3±0.6 bc	11.9±0.3 c	12.9±0.5 abc	14.1±0.5 ab	14.6±0.1 a
黑河 45 Heihe 45	65.3±2.3 ab	57.3±4.0 b	60.2±1.7 b	75.6±3.8 a	68.8±2.9 ab	12.9±0.5 ab	11.5±0.6 b	12.5±0.5 ab	14.4±0.4 a	14.3±0.3 a
黑河 50 Heihe 50	62.2±0.8 a	53.4±1.6 b	64.3±0.4 a	67.3±2.2 a	68.7±2.3 a	12.3±0.4 abc	11.5±0.2 c	11.9±0.6 bc	13.4±0.3 ab	14.0±0.3 a
华疆 4 号 Huajiang 4	71.1±3.2 a	72.5±4.1 a	75.3±4.1 a	84.9±6.5 a	77.8±1.8 a	13.3±0.4 a	13.9±0.3 a	13.6±0.7 a	15.0±0.7 a	14.9±0.1 a
黑河 53 Heihe 53	64.4±1.9 a	56.3±1.8 a	65.4±2.4 a	67.4±2.2 a	67.2±3.5 a	12.7±0.1 ab	12.2±0.3 b	12.7±0.3 ab	13.5±0.1 a	13.6±0.2 a
黑河 43 Heihe 43	68.1±3.9 ab	58.3±2.4 b	66.3±1.8 ab	77.6±2.9 a	78.7±4.6 a	12.7±0.7 ab	11.4±0.4 b	12.1±0.1 b	14.3±0.4 a	14.6±0.3 a
黑河 38 Heihe 38	72.2±1.4 ab	63.2±4.7 b	74.9±1.6 ab	82.3±4.4 a	80.5±3.4 a	14.2±0.1 a	12.5±0.3 b	13.8±0.4 ab	14.9±0.2 a	14.7±0.3 a
克山 1 号 Keshan 1	69.1±1.1 ab	65.4±3.0 b	69.3±1.7 ab	75.9±0.7 a	76.5±4.0 a	13.1±0.6 ab	11.8±0.5 b	12.6±0.5 ab	14.1±0.1 a	14.5±0.1 a
平均数 Average	61.55	56.79	63.19	70.83	71.44	12.31	11.42	12.13	13.61	14.09

同一品种在不同播期下的性状值后若无相同字母,表示存在显著差异($P<0.05$)。下同。
Means of the same variety under different sowing dates were significantly different when not followed by any same lowercase letter. The same in the following tables.

2.2.2 播期对大豆单株荚数和单株粒数的影响

在本研究设置的播期范围内,大多数品种单株荚数随着播期延迟呈增加趋势,少数品种呈降低趋势。其中,黑河 49 的单株荚数随播期推迟呈明显的增加趋势,第一、第三与第五播期单株荚数差异达到显著水平。迟播导致黑河 49 荚数增加的原因与节数

增加有关。与荚数类似,大部分参试品种的单株粒数也随着播期延迟而增加。其中,黑河 49 变化最为明显,第五播期平均单株粒数为 75.3 个,与第一、第二和第三播期差异达到显著水平(表 5)。从总体变化趋势看,单株荚数和单株粒数的增加均受主茎节数变化的影响。

表 5 大豆品种在不同播期下的单株荚数和单株粒数分析

Table 5 The analysis of pod and seed numbers per plant of soybean varieties under different sowing dates

性状 Trait	单株荚数 Pod number per plant					单株粒数 Seed number per plant				
	5 - 11	5 - 21	6 - 2	6 - 11	6 - 22	5 - 11	5 - 21	6 - 2	6 - 11	6 - 22
黑河 49 Heihe 49	18.7 ± 2.0 b	21.5 ± 1.9 ab	19.5 ± 1.4 b	26.9 ± 3.5 ab	32.9 ± 4.1 a	38.1 ± 3.5 b	44.0 ± 4.1 b	38.8 ± 4.2 b	59.9 ± 9.9 ab	75.3 ± 6.3 a
黑河 35 Heihe 35	25.7 ± 2.4 a	24.5 ± 1.6 a	24.7 ± 0.4 a	24.6 ± 1.8 a	33.4 ± 4.0 a	56.3 ± 5.0 a	59.6 ± 6.5 a	64.7 ± 1.9 a	63.8 ± 7.0 a	84.0 ± 12.6 a
黑河 25 Heihe 25	29.1 ± 3.0 a	26.6 ± 2.5 a	27.3 ± 2.9 a	30.4 ± 3.5 a	25.7 ± 1.0 a	57.4 ± 4.4 a	59.0 ± 5.3 a	62.0 ± 6.2 a	72.0 ± 11.8 a	67.5 ± 4.9 a
黑河 33 Heihe 33	19.9 ± 0.9 a	22.3 ± 1.8 a	19.8 ± 1.3 a	24.2 ± 1.5 a	22.3 ± 2.6 a	45.4 ± 2.5 a	56.8 ± 5.5 a	49.7 ± 3.2 a	62.5 ± 3.3 a	61.4 ± 6.3 a
华疆 2 号 Huajiang 2	27.9 ± 1.6 a	26.1 ± 2.0 a	33.5 ± 6.1 a	32.2 ± 1.0 a	28.1 ± 1.3 a	65.2 ± 4.6 a	63.6 ± 6.9 a	82.0 ± 15.9 a	82.7 ± 4.0 a	76.5 ± 4.3 a
黑河 51 Heihe 51	28.4 ± 2.0 a	33.1 ± 7.1 a	27.5 ± 2.5 a	31.7 ± 2.8 a	40.9 ± 2.7 a	62.4 ± 3.6 a	75.2 ± 14.1 a	64.6 ± 7.2 a	78.5 ± 6.7 a	101.1 ± 9.5 a
黑河 29 Heihe 29	26.1 ± 0.6 a	28.9 ± 0.4 a	30.1 ± 3.1 a	30.3 ± 2.8 a	30.3 ± 2.0 a	72.1 ± 6.3 a	76.7 ± 3.8 a	80.5 ± 7.4 a	77.7 ± 5.5 a	82.7 ± 7.5 a
黑河 45 Heihe 45	28.9 ± 1.2 a	26.1 ± 2.8 a	26.2 ± 0.8 a	27.2 ± 2.1 a	27.1 ± 2.5 a	68.6 ± 3.4 a	63.3 ± 7.8 a	65.6 ± 3.5 a	72.3 ± 5.3 a	71.2 ± 6.4 a
黑河 50 Heihe 50	29.1 ± 1.6 ab	36.7 ± 2.6 a	24.7 ± 2.9 b	33.9 ± 1.8 ab	33.7 ± 2.6 ab	66.2 ± 2.9 a	80.6 ± 5.9 a	56.7 ± 6.7 a	80.4 ± 3.1 a	80.6 ± 6.7 a
华疆 4 号 Huajiang 4	29.8 ± 2.4 a	33.3 ± 1.9 a	25.5 ± 1.4 a	29.9 ± 2.2 a	32.2 ± 3.1 a	73.1 ± 1.1 ab	78.1 ± 4.6 a	60.1 ± 3.9 b	75.9 ± 3.9 ab	86.5 ± 4.1 a
黑河 53 Heihe 53	30.8 ± 1.1 a	28.7 ± 3.9 a	28.5 ± 2.8 a	32.3 ± 1.7 a	27.3 ± 2.6 a	73.7 ± 2.5 a	68.7 ± 12.3 a	64.4 ± 5.4 a	73.9 ± 3.1 a	73.6 ± 9.3 a
黑河 43 Heihe 43	25.8 ± 3.1 a	28.6 ± 2.9 a	28.5 ± 3.6 a	27.9 ± 1.0 a	29.9 ± 2.7 a	67.7 ± 3.5 a	69.5 ± 4.8 a	68.2 ± 10.1 a	75.3 ± 2.4 a	82.0 ± 7.0 a
黑河 38 Heihe 38	30.3 ± 0.9 a	32.8 ± 6.3 a	28.2 ± 3.0 a	29.8 ± 3.2 a	30.0 ± 3.7 a	68.1 ± 5.3 a	76.7 ± 16.9 a	68.3 ± 6.7 a	75.1 ± 6.4 a	76.3 ± 9.8 a
克山 1 号 Keshan 1	32.6 ± 1.4 a	29.7 ± 1.8 a	30.5 ± 3.6 a	30.1 ± 2.4 a	27.9 ± 5.1 a	76.5 ± 4.4 a	72.3 ± 3.9 a	71.0 ± 9.7 a	76.2 ± 6.2 a	67.3 ± 12.5 a
平均数 Average	27.36	28.49	26.75	29.39	30.12	63.63	67.44	64.04	73.30	77.57

2.3 播期对大豆百粒重和产量的影响

在本研究设置的播期范围内,百粒重随着播种日期的延迟呈降低趋势。其中,百粒重受播期影响最为明显的是黑河 49 和黑河 35,第五播期比第一播期平均百粒重降低 6 g,差异达到显著水平;黑河 50 为百粒重受播期影响最小的品种,第五播期比第

一播期平均百粒重仅降低 1.2 g,差异不显著;黑河 25、黑河 35 和黑河 49 的百粒重随播期推迟下降明显,而这 3 个品种的出苗至成熟日数随迟播而缩短的幅度也较大(表 3 和表 6)。随着播期推迟,大豆开花至成熟日数缩短,导致百粒重下降。

小区产量与播期的关系较为复杂。从 14 个品种的平均数看,正常播期(第一播期)产量最高,第四播期次之。在供试的 14 个品种中,黑河 25、黑河 43、黑河 45、黑河 50、黑河 53 和华疆 4 号的产量随着播期的延迟呈下降趋势。其中,小区产量受迟播日数影响最大的为黑河 53,第五播期比第一播期平均产

量降低1 251.3 kg·hm⁻²,差异达到显著水平。小区产量受迟播日数影响最小的为华疆 4 号,第五播期比第一播期平均产量降低 646.1 kg·hm⁻²,差异不显著。黑河 29、黑河 33、黑河 35、黑河 49、黑河 51、华疆 2 号和克山 1 号的小区产量随播期延迟呈先高后低的变化趋势,说明这些品种适度迟播可以得到较高产量,其中,黑河 49、华疆 2 号、黑河 29 和克山 1 号在第四播期播种时产量最高。部分品种的产量随迟播日数的增加呈降低趋势,这些品种应当适时早播(表 6)。

表 6 各大豆品种在不同播期下的百粒重和小区产量分析

Table 6 The analysis of 100-seed weight and plot yield of soybean varieties under different sowing dates										
性状 Trait	百粒重 100-seed weight/g					小区产量 Plot yield/(kg·hm ⁻²)				
	5-11	5-21	6-2	6-11	6-22	5-11	5-21	6-2	6-11	6-22
黑河 49 Heihe 49	22.6±0.3 a	19.8±1.2 b	19.4±0.1 b	18.9±0.2 bc	16.6±0.2 c	1297.4±90.7 a	1743.6±317.3 a	1605.1±33.6 a	1907.7±40.7 a	1471.8±159.0 a
黑河 35 Heihe 35	17.9±0.3 a	18.8±0.5 a	15.4±0.2 b	14.7±0.1 b	11.9±0.1 c	1559.0±147.9 a	1969.2±46.2 a	1687.2±62.4 a	1805.1±253.9 a	1400.0±75.9 a
黑河 25 Heihe 25	17.9±0.2 a	16.8±0.2 b	15.3±0.2 c	14.7±0.1 c	12.3±0.1 d	2087.2±71.8 a	2010.3±31.2 a	1769.2±116.5 a	1728.2±131.9 a	1225.6±86.3 b
黑河 33 Heihe 33	21.0±0.2 a	18.4±0.6 b	18.3±0.1 b	18.5±0.0 b	16.0±0.2 c	2117.9±125.7 a	1994.9±230.3 ab	2189.7±143.6 a	2061.5±94.0 ab	1394.9±120.9 b
华疆 2 号 Huajiang 2	19.7±0.1 a	17.4±0.4 b	17.1±0.1 b	17.2±0.4 b	16.4±0.2 b	2559.0±86.3 a	2523.1±111.3 a	2559.0±144.4 a	2641.0±25.6 a	1907.7±100.1 b
黑河 51 Heihe 51	17.3±0.1 a	16.6±0.3 a	15.6±0.2 b	15.2±0.2 b	13.8±0.2 c	2117.9±240.0 a	2276.9±30.8 a	2482.1±31.2 a	2359.0±27.1 a	1830.8±240.3 a
黑河 29 Heihe 29	17.0±0.4 a	15.9±0.1 ab	15.8±0.2 b	15.7±0.4 bc	14.7±0.1 c	2251.3±57.1 ab	2015.4±90.2 ab	2251.3±74.5 ab	2379.5±82.5 a	1738.5±247.3 b
黑河 45 Heihe 45	17.5±0.1 a	15.7±0.1 b	15.7±0.1 b	15.8±0.3 b	14.4±0.1 c	2579.5±59.1 a	2343.6±67.3 ab	2051.3±128.8 b	2297.4±118.3 ab	1594.9±42.0 c
黑河 50 Heihe 50	19.0±0.3 a	18.4±0.5 ab	17.8±0.2 ab	17.6±0.2 b	17.8±0.4 ab	2600.0±53.3 a	1994.9±420.6 ab	2343.6±48.9 ab	2271.8±65.5 ab	1512.8±191.4 b
华疆 4 号 Huajiang 4	16.4±0.1 a	15.6±0.6 ab	15.0±0.1 b	15.2±0.1 ab	13.3±0.2 c	2748.7±161.9 a	2553.8±207.0 a	2497.4±209.1 a	2559.0±35.9 a	2102.6±138.8 a
黑河 53 Heihe 53	17.3±0.1 a	16.2±0.2 bc	16.2±0.2 b	15.5±0.1 c	14.7±0.1 d	2487.2±80.1 a	2102.6±155.5 a	2215.4±107.7 a	2276.9±72.7 a	1235.9±22.4 b
黑河 43 Heihe 43	17.6±0.8 a	15.7±0.5 b	15.5±0.2 b	16.0±0.1 ab	14.8±0.1 b	2528.2±77.6 a	2133.3±205.3 ab	2133.3±62.4 ab	2276.9±96.1 a	1630.8±109.2 b
黑河 38 Heihe 38	15.5±0.2 a	15.2±0.5 a	13.9±0.1 b	14.1±0.1 b	13.8±0.1 b	2692.3±44.4 a	1948.7±386.4 a	2010.3±71.2 a	2235.9±82.5 a	1902.6±41.0 a
克山 1 号 Keshan 1	15.8±0.1 ab	15.5±0.0 b	15.4±0.1 b	16.0±0.1 a	13.6±0.1 c	2384.6±17.8 ab	2538.5±0.0 ab	2338.5±191.1 ab	2953.8±654.0 a	1143.6±219.4 b
平均值 Average	18.0	17.0	16.4	16.3	14.9	2286.4	2153.5	2152.4	2268.1	1578.0

如表 6 所示,在同一播期下,不同品种之间的产量存在一定差异。在第一播期(5 月 11 日)播种时,华疆 4 号和黑河 38 产量较高,与黑河 25、黑河 33、黑河 35 和黑河 51 差异显著。在第二播期(5 月 21 日)播种时,华疆 2 号、华疆 4 号、克山 1 号等 3 个品种产量较高,但与其他 11 个品种差异不显著。在第三播期(6 月 2 日)播种时,华疆 2 号、华疆 4 号和黑河 51 产量较高,与黑河 25、黑河 35 和黑河 49 等 3 个品种的产量差异达到显著水平。在第四播期(6 月 11 日)播种时,克山 1 号产量最高(2 953.8 kg·hm⁻²)(亦为全部试验中的最高产量),与黑河 49、黑河 35 和黑河 25 等 3 个品种产量差异显

著,与其他品种差异不显著。在第五播期(6 月 22 日)播种时,产量最高的为华疆 4 号,与黑河 25、黑河 53 和克山 1 号产量差异达到显著水平。需要指出的是,该期播种的华疆 4 号成熟期(9 月 24 号)晚于克山的常年早霜期(9 月 16 日),有一定的生产风险。

2.4 农艺性状与播期推迟日数的回归分析

由表 7 所示,株高、主茎节数、单株荚数和单株粒数等 4 个农艺性状均随着播期的延迟呈增加趋势,而百粒重随着播期的延迟呈明显下降趋势,这也是晚播减产的主要原因。

表 7 播期对农艺性状的回归分析

Table 7 Regression analysis between sowing dates and agronomic traits

性状 Trait	线性方程 Linear regression equation	R ²
株高 Plant height	y = 0.3210x + 58.0	0.7213
主茎节数 Node number on the main stem	y = 0.0549x + 11.7	0.7562
单株荚数 Pod number per plant	y = 0.0589x + 27.2	0.4987
单株粒数 Seed number per plant	y = 0.3154x + 62.6	0.7430
百粒重 100-seed weight	y = -0.0703x + 17.7	0.9116 *
产量 Yield	y = -12.4380x + 2348.9	0.5018

3 讨 论

3.1 晚播大豆各生育阶段日数均缩短

5 月上、中旬为克拜地区大豆常规播种时期。由于该地区春旱严重,常导致晚播甚至毁种。晚播条件下大豆发育加快、生育期缩短的原因是大豆营养生长期温度高、开花提前,生殖生长期日照逐步缩短,有利于加快大豆的鼓粒与成熟^[14]。本研究结果显示,晚播时大豆播种至出苗、出苗至开花、出苗至成熟、开花至成熟各生育阶段日数均缩短。生长发育速度随播期推迟而加快的现象反映了大豆对光温环境变化的主动适应能力。

值得注意的是,不论在何播期下,供试品种开花前阶段(出苗至开花)日数的差异远小于开花后阶段的差异,说明东北极早熟、超早熟品种生育期的差异主要体现在开花后阶段^[15]。大豆各发育阶段长度取决于该阶段的光周期敏感性,因此,东北北部地区大豆品种生育期长度及结构的差异与开花后光周期敏感性有密切关系^[16-17]。

3.2 播期对大豆农艺性状的影响

在本研究条件下,除正常播期(第一播期)外,

参试 14 个品种的株高、主茎节数随着播期推后呈增高趋势,单株荚数、单株粒数也与迟播日数呈正相关,这与张恒斌等^[7]研究结果一致。单株荚数与单株粒数的增加可能是由主茎节数增加所致。由于播期对每节荚数的影响不大,因此,单株荚数和粒数的增加主要源于节数的增加。

参试 14 份材料的百粒重均随播期延迟而下降,这可能是鼓粒期缩短所致。因此,在晚播条件下,可通过喷施叶面肥等方法保证后期养分供应,通过加快鼓粒速度提高百粒重,弥补晚播造成的产量损失。

3.3 播期选择要充分考虑降水分布

参试 14 个品种的平均产量在第一播期播种时最高,因此,在水分、温度正常的条件下,应适时早播。然而,包括当地主栽品种克山 1 号在内的多个品种的最高产量出现在第四播期中,14 个品种在该播期的平均产量与在第一播期播种时的产量十分接近。克拜地区属大陆性气候,降水分布有明显的季节性,7—8 月为降水集中期。本研究中,在第四播期条件下,大豆开花期集中在 7 月中、下旬,正好处于降雨较为充沛的季节,说明大豆花荚期有充足

的水分是高产的关键。在水分为主要限制因素的地区,大豆播期选择要充分考虑降水分布,做到“花雨相遇”^[18]。因此,应以花荚期与雨季重合作为大豆品种选择和播期调节的重要依据。

3.4 保证水肥供给是提高大豆产量的关键措施

本研究在播期推迟 30 d 的情况下,大豆仍能获得较高产量,也说明光照和温度并不是限制克拜地区大豆产量提升的首要因素。东北地区旱作大豆产量的提升,应把保蓄土壤水分、提高土壤肥力作为关键措施。秋整地、深松、覆盖栽培^[19]等措施有利于该地区蓄水保墒,抗御春旱。随着经济的逐步发展和技术的持续进步,大豆生产条件将不断改善,滴灌等措施将大面积应用于大豆生产,实现水肥一体化供给,将大幅度提升大豆单产水平。

3.5 早熟品种适时晚播可以提高产量

本研究选用的 14 个品种分别来自黑龙江省第四、第五和第六积温带,分属 MG 0、MG 00 和 MG 000 生育期组,属于极早熟、超早熟品种,光温反应相对钝感。上述品种的生育期及农艺性状对播期的反应存在较大区别,其中黑河 25、黑河 38、黑河 43、黑河 45、黑河 50、黑河 53 和华疆 4 号等 7 个品种的产量随着播期延迟呈明显下降趋势,这与鹿文成等^[5]的研究结果一致,而黑河 29、黑河 33、黑河 35、黑河 49、黑河 51、华疆 2 号、克山 1 号等 7 个品种产量随迟播日数的变化呈先高后低趋势,产量最大值出现在第二、第三或第四播期,表明早熟品种适时晚播可以提高产量。其中克山 1 号的最高产量出现在第四播期,达 2 953.8 kg·hm²。该品种为当地主栽品种,正常播期为 5 月上、中旬,在 6 月中旬播种仍获得高产,说明该品种具有较广的适播期。极早熟品种黑河 49、黑河 35 及早熟品种华疆 2 号和黑河 29 的最高产量也出现在同一播期,可能原因是晚播时这些品种所处的水分条件适合生长发育和产量形成的需要。

3.6 霜前成熟是选择迟播品种的关键

克拜地区常年初霜期为 9 月 16 号,所以霜前成熟是选择品种的关键。从表 2 可以看出,第一至第四播期均能在霜前正常成熟,第五播期只有黑河 49、黑河 35 等超早熟品种(MG 000)可以正常成熟。综合考虑熟期和产量,如果在 5 月下旬播种至 6 月初播种,可以选用克山 1 号、华疆 4 号、黑河 50、黑河 51 等第四、第五积温带(MG 0~MG 00)高产品种作为救灾补种品种;6 月中旬播种,可以选用华疆 2

号、华疆 4 号等五、六积温带极早熟品种(MG 00)作为救灾补种品种;6 月下旬播种,可以选用黑河 49、黑河 35 等第六积温带超早熟品种(MG 000)作为救灾补种品种。

4 结 论

在本研究条件下,随着播期的推迟,大豆的株高、主茎节数、单株荚数、单株粒数等性状呈升高趋势,百粒重均随着播期的延迟呈降低趋势。

播期与产量的关系因品种而异,黑河 25、黑河 38、黑河 43、黑河 45、黑河 50、黑河 53 和华疆 4 号等 7 个品种在克拜地区的产量随着播期的延迟呈下降趋势,而黑河 29、黑河 33、黑河 35、黑河 49、黑河 51、华疆 2 号和克山 1 号等 7 个品种的产量高峰出现在播期为 6 月上、中旬的处理中。该期播种的大豆花期雨水充沛,有利于开花结荚和产量形成。

在温度、水分适宜的条件下,克拜地区大豆应尽量适期早播。在迟播 30~40 d 的条件下,通过品种选择和配套措施仍可获得较高产量。如播种期延迟至 6 月上旬,可选择华疆 4 号等 MG 00 组偏晚熟品种和克山 1 号等 MG 0 组品种;如延迟至 6 月中旬播种,建议选择华疆 2 号、黑河 51 等 MG 000 和 MG 00 组偏早熟品种;如延迟至 6 月下旬播种,建议选择黑河 35、黑河 49 等 MG 000 组品种。

参考文献

[1] 陈立君. 不同播期对大豆东农 42 产质量性状动态变化规律研究[J]. 中国农学通报, 2009(3): 122-127. (Chen L J. Study on dynamic change of yield and quality characters of soybean Dongnong 42 at different sowing dates[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009(3): 122-127.)

[2] 程艳波, 江炳志, 蔡史欣, 等. 不同播期对华南夏大豆品种产量和品质的影响[J]. 大豆科学, 2010, 29(1): 37-40. (Cheng Y B, Jiang B Z, Cai S X, et al. Effects of different sowing dates on yield and quality of summer soybean varieties in south China[J]. Soybean Science, 2010, 29(1): 37-40.)

[3] 董丽杰, 王文斌, 吴纪安, 等. 不同播期对黑河 38 大豆生长动态及产量的影响[J]. 大豆科学, 2008, 27(3): 461-464. (Dong L J, Wang W B, Wu J A, et al. Effects of different sowing dates on growth dynamics and yield of Heihe 38 soybean[J]. Soybean Science, 2008, 27(3): 461-464.)

[4] 张桂茹, 杜维广, 陈怡, 等. 播期对大豆干物质积累分配及产量的影响[J]. 黑龙江农业科学, 1998(3): 34-35. (Zhang G R, Du W G, Chen Y, et al. Effects of sowing date on dry matter accumulation, distribution and yield of soybean[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 1998(3): 34-35.)

[5] 侯青光, 韦贵剑, 卢亚妮, 等. 播期对春大豆产量及农艺性状的影响[J]. 广西农学报, 2011, 26(4): 39-42. (Hou Q G, Wei G J, Lu Y N, et al. Effects of sowing date on yield and agronomic characters of spring soybean[J]. Guangxi Agricultural Journal, 2011, 26(4): 39-42.)

[6] 鹿文成, 闫洪睿, 张雷, 等. 不同播期对大豆产量和品质的影响[J]. 耕作与栽培, 2005(5): 35-36. (Lu W C, Yan H R, Zhang L, et al. Effects of different sowing dates on yield and quality of soybean[J]. Tillage and Cultivation, 2005(5): 35-36.)

[7] 张恒斌, 刘胜利, 战勇, 等. 不同播期对早熟大豆产量及农艺性状的影响[J]. 新疆农垦科技, 2010(2): 22-23. (Zhang H B, Liu S L, Zhan Y, et al. Effects of different sowing dates on yield and agronomic characters of early-maturing soybean[J]. Xinjiang Farmland Reclamation Science & Technology, 2010(2): 22-23.)

[8] 陈学珍, 谢皓, 贾浩荣, 等. 大豆品种(系)农艺性状和品质性状的相关性研究[J]. 北京农学院学报, 2004, 19(2): 21-23. (Chen X Z, Xie H, Jia H R, et al. Study on the correlation between agronomic and quality traits of soybean varieties [J]. Journal of Beijing University of Agriculture, 2004, 19(2): 21-23.)

[9] 董全中. 浅谈早熟大豆品种的迟播利用[J]. 大豆通报, 2002(3): 13. (Dong Q Z. Talking about late sowing utilization of early-maturing soybean varieties[J]. Soybean Bulletin, 2002(3): 13.)

[10] 宋晓燕. 不同播期对大豆产量因素的影响[J]. 种子科技, 2009(3): 22. (Song X Y. Effects of different sowing dates on soybean yield[J]. Seed Science & Technology, 2009(3): 22.)

[11] 薛红. 播期对大豆产量及相关农艺性状的影响[J]. 农业科技通讯, 2009(6): 71-73. (Xue H. Effects of sowing date on yield and agronomic characters of soybean[J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2009(6): 71-73.)

[12] Song W, Sun S, Ibrahim S E, et al. Standard cultivar selection and digital quantification for precise classification of maturity groups in soybean[J]. Crop Science, 2019, 59:1997-2006.

[13] Fehr W, Caviness C, Burmood D, et al. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill[J]. Crop Science, 1971, 11: 929-931.

[14] 庄炳昌, 徐豹, 路琴华. 大豆生态研究. II 中国不同纬度不同进化类型大豆对昼夜温度反应的研究[J]. 大豆科学, 1986, 5(4): 289-298. (Zhuang B C, Xu B, Lu Q H. Studies on Soybean Ecology. II. Response of soybean to daily and night temperature at different latitudes and evolutionary yypes in China [J]. Soybean Science, 1986, 5(4): 289-298.)

[15] 韩天富, 王金陵, 邹继军, 等. 大豆开花后阶段对开花前不同光照处理的反应[J]. 大豆科学, 1995, 14(4): 283-289. (Han T F, Wang J L, Zou J J, et al. The post-flowering responses of soybean to pre-flowering photoperiodic treatments[J]. Soybean Science,1995, 14(4): 283-289.)

[16] Han T F, Gai J Y. Post-flowering photoperiod response of soybean varieties with similar flowering dates and different maturity dates [J]. Soybean Genetics Newsletter, 1998, 25: 48-49.

[17] Han T F, Gai J Y. Pre- and post-flowering photoperiod response in early soybean varieties[J]. Soybean Genetics Newsletter, 1995, 22: 89-92.

[18] 崔杰印, 武婷婷, 宋雯雯, 等. 黑龙江中上游地区早熟野生大豆种质资源的抗旱性鉴定[J]. 植物遗传资源学报, 2018, 19(6): 459-468. (Cui J Y, Wu T T, Song W W, et al. Drought tolerance evaluation of the early-maturing annual wild soybeans from the upper and middle reaches of Heilongjiang River [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2018, 19(6): 459-468.)

[19] Jia H C, Zhang Y, Tian S Y, et al. Reserving winter snow for the relief of spring drought by film mulching in northeast China[J]. Field Crops Research, 2017, 209: 58-64.

《大豆科学》正式加入 OSID 开放科学计划

《大豆科学》于 2019 年 8 月 1 日起正式加入 OSID(Open Science Identity)开放科学标识计划。将通过在文章上添加开放科学二维标识码(OSID 码),为读者和作者提供一个与业界同行和专家学术交流的平台,同时提供一系列增值服务,提升论文的科研诚信。

读者可以通过微信扫描论文的 OSID 码,在手机上听论文作者的语音介绍,可以看到论文的重点彩图和实验视频,也可直接与作者进行一对一的交流、关注作者的研究动向等。这些功能有助于读者深入了解该研究的实际状况与实现过程。

作者可以通过专属的 OSID 码对所著论文添加语音,介绍写作背景、动机、趣事以及研究灵感。添加无法在传统印刷出版展示的附加说明,以便更好地展现研究成果,拓展论文的传播方式。同时,通过 OSID 平台每位作者都能拥有所著论文的学术圈和问答,与读者进行交流互动。此外,作者还可以在学术圈发布感兴趣的话题、最新的研究观点、问题征集、学术推荐等,扩大作者自身的影响力,增强与读者的联系。