



关中西部播期对大豆农艺特性、产量和品质的影响

屈 洋¹, 马 雯¹, 王可珍¹, 朱 发¹, 张华锋¹, 杨 浩¹, 梁福琴²

(1. 宝鸡市农业科学研究院, 陕西 岐山 722499; 2. 延安市农业科学研究所, 陕西 延安 716000)

摘 要:为明确播期对关中西部大豆生长发育及品质形成的影响,以大豆品种宝豆 10 号为材料,研究 6 个不同播期(6 月 1—25 日, S1 ~ S6)对大豆生长发育、产量和品质的影响,探讨生育期内气象因子与大豆籽粒产量和品质的关系。结果表明:播期对大豆的株高、底荚高、主茎节数、有效分枝数具有重要影响,株高、底荚高、主茎节数、有效分枝数两年平均变异系数分别为 9.42%、15.54%、3.71% 和 49.28%。随着播期的推迟,大豆单株粒数、百粒重和产量呈先升高后降低的趋势,其中播期 S5 的单株粒数和百粒重达到最大,两年平均为 84.37 粒和 28.54 g,且播期 S5 的产量最高,两年平均为 3 847.12 kg·hm⁻²,与其他播期差异显著($P < 0.05$)。随着播期延后,处理之间粗蛋白含量存在显著差异($P < 0.05$),其中 S6 含量最高,年平均含量为 45.11%;大豆籽粒的粗脂肪含量逐渐降低($P < 0.05$),其中 S1 含量最高,年平均含量为 20.87%,大豆籽粒的水溶性蛋白含量逐渐升高($P < 0.05$),其中 S6 含量最高,年平均含量为 30.20%。多元线性回归分析表明,活动积温对大豆籽粒粗蛋白、粗脂肪、水溶性蛋白的标准回归系数均达到显著水平($P < 0.01$),日照时数对籽粒粗蛋白的标准回归系数达到显著水平($P < 0.01$)。适期晚播有利于大豆产量和品质形成,播期 S5(6 月 20 日)可获得较高的产量和较好的品质,生育期内活动积温是大豆品质形成的关键。

关键词:播期;产量;品质;大豆;关中西部

Effects of Sowing Date on Agronomic Traits, Yield, and Quality of Soybean in the Western Area of Guanzhong

QU Yang¹, MA Wen¹, WANG Ke-zhen¹, ZHU Fa¹, ZHANG Hua-feng¹, YANG Hao¹, LIANG Fu-qin²

(1. Baoji Institute of Agricultural Science, Qishan 722499, China; 2. Yan'an Institute of Agricultural Science, Yan'an 716000, China)

Abstract: In order to determine the effects of sowing date on the growth, development and quality formation of soybean in the west of Guanzhong plain, Baodou 10 was used to study the effects of six different sowing dates (from June 1 to 25, S1-S6) on the growth, development, yield and quality of soybean and to explore the relationship between meteorological factors during the growth period and the yield and quality of soybean seeds. The results showed that sowing date had a significant effect on plant height, bottom pod height, main stem internodes, and effective branches number. Average coefficient of variation of test seasons from plant height, bottom pod height, main stem internodes, and effective branches number were 9.42%, 15.54%, 3.71%, and 49.28%, respectively. As the sowing date was delayed, seeds number per plant, 100-seed weight, and yield were increased and then decreased. The yield of S5 with a mean of 3 847.12 kg·ha⁻¹ of tested seasons was the highest ($P < 0.05$). As the sowing date was delayed, crude protein content and hydrophilic protein content increased. Crude protein content and hydrophilic protein content of S6 with two means of 45.11% and 30.20% of tested seasons were the highest ($P < 0.05$). Crude fat content decreased as the sowing date was delayed, and that of S1 with a mean of 20.87% of tested seasons was the highest ($P < 0.05$). The active accumulative temperature had a significant effect on crude protein content, hydrophilic protein content, and crude fat content ($P < 0.01$), and sunshine duration had a significant effect on crude protein content ($P < 0.01$). The suitable sowing date was a key factor for yield and quality improvement of soybean, S5 (June 20) could obtain high yield and good quality, and the active accumulative temperature was a key factor for the quality formation of soybean.

Keywords: sowing date; yield; quality; soybean; the western area of Guanzhong plain

大豆是我国重要的经济作物,在国际贸易和人民生活具有重要的作用^[1]。关中西部是陕西省重要的夏大豆产区,大豆在当地农业产业结构调整中具有重要地位。近年来,大豆花荚期高温、干旱频发,经常导致大豆“症青”现象发生,影响大豆的产量和品质。通过播期调节使大豆生长期期间高效利用关中西部的的光热资源并趋利避害,对夏大豆的高产栽培具有重要意义。大豆的农艺性状、产量和

品质受品种、栽培措施以及它们的互作影响较大^[2-5],其中播期是栽培管理中影响最大的农艺措施^[6]。播期差异可影响大豆生育期内光照、水分、热量条件,导致产量和品质存在差异^[7-8]。有研究表明,播期显著影响大豆的生育进程,随着播期的延后,大豆生育期逐渐缩短^[9-10]。大豆的农艺性状,如株高、主茎节数,在适宜播期后呈现下降趋势^[11-12]。大豆播期过早导致秕荚增加,播期过晚导

收稿日期:2022-06-04

基金项目:陕西省农业协同创新与推广联盟(LM202011);国家大豆产业技术体系(CARS-04);陕西省重点研发计划(2021ZDLNY01-10)。

第一作者:屈洋(1983—),男,硕士,农艺师,主要从事作物育种及高效栽培研究。E-mail:man2019@163.com。

通讯作者:王可珍(1964—),女,学士,正高级农艺师,主要从事作物育种及高效栽培研究。E-mail:kezhen9859@163.com。

致大豆鼓粒灌浆差和饱荚率低。大豆适宜播期可改善农艺性状,提高单株荚数、单株粒数和产量^[13-14],但对百粒重影响较小^[10]。大豆的蛋白质含量、脂肪含量是评价大豆品质的重要指标^[15]。播期显著影响大豆籽粒的粗蛋白质含量和粗脂肪含量^[16],随着播期的推迟,籽粒粗脂肪下降^[17],粗蛋白质含量呈上升趋势^[18],蛋脂和变化不明显。

播期的影响实际上是光、温、水等自然生态条件对大豆生长发育的综合影响。有研究表明,生育期内气象因子对大豆的农艺特性和产量具有重要影响,降水和温度通过影响大豆的产量构成因素来影响大豆产量,有效积温是影响大豆产量的重要因子^[19],花后降水和温度是决定大豆产量高低的重要因子^[7,20]。确定合适的播期是保障大豆高效利用生育期内光、热、水资源^[21],协调营养生长和生殖生长,实现大豆高效生产的重要途径。目前,播期对大豆生长发育的影响多集中在农艺性状和产量等性状,针对播期以及生育期内的主要气象因子对大豆产量、品质影响的研究将进一步揭示气象因子对大豆生长发育及品质形成的影响效应。因此,本研究以不同播期为重要农艺措施,利用不同的光、温、水生长环境条件,综合分析不同播期对大豆农艺特性、籽粒产量、主要品质性状的影响,为黄淮西部夏大豆优质高效生产提供科学合理的播期参考。

表 1 2020—2021 年不同播期大豆的生育期及积温

Table 1 Growth period and accumulative temperature of each treatment in 2020—2021

播期 Sowing date	2020				2021			
	成熟期	生育期	活动积温 Active accumulative temperature(≥0℃)	有效积温	成熟期	生育期	活动积温 Active accumulative temperature (≥0℃)	有效积温
	Mature date/ (月-日)	Growth period/d		Effective accumulative temperature (≥10℃)	Mature date (月-日)	Growth period/d		Effective accumulative temperature (≥10℃)
S1	9-17	107	2503.2	1433.2	9-15	105	2547.2	1497.2
S2	9-20	106	2470.4	1410.4	9-18	104	2533.7	1493.7
S3	9-24	105	2414.7	1364.7	9-21	102	2446.5	1426.5
S4	9-27	103	2352.4	1322.4	9-24	100	2377.3	1377.3
S5	9-30	101	2321.7	1311.7	9-26	97	2332.6	1362.6
S6	10-3	99	2242.0	1252.0	9-30	96	2281.5	1321.5

1.4 测定项目与方法

1.4.1 产量及产量构成因素 在大豆成熟后,每小区收取中间 3 行进行测产,同时每小区随机选取 10 株进行室内考种,测定株高、底荚高、主茎节数、单株粒数和百粒重等,籽粒产量按含水量 13% 计。

1.4.2 大豆籽粒品质 不同播期大豆籽粒的粗蛋白质含量、粗脂肪含量和水溶性蛋白含量采用多功能全光谱近红外光谱分析仪(DA7250)进行测定,随

1 材料与方法

1.1 材料

以宝鸡市农业科学研究院选育的大豆品种宝豆 10 号作为试验材料。

1.2 试验地概况

试验于 2020—2021 年在宝鸡市农业科学研究院岐山县刘家塬试验基地进行(34°27'N,107°39'E,海拔高度 669.6 m)。该区属大陆性季风半湿润气候,四季冷暖干湿分明。供试土壤为粘壤土,耕层(0~20 cm)土壤养分含量分别为有机质 18.93 g·kg⁻¹、全氮 0.61 g·kg⁻¹、碱解氮 75.90 mg·kg⁻¹,速效磷 19.73 mg·kg⁻¹,速效钾 171.6 mg·kg⁻¹和 pH8.55。

1.3 试验设计

因大豆不宜重茬,2020 和 2021 年在相邻地块进行试验。设 6 个播期,分别为 6 月 1 日(S1)、6 月 5 日(S2)、6 月 10 日(S3)、6 月 15 日(S4)、6 月 20 日(S5)和 6 月 25 日(S6)。采用随机区组排列,3 次重复,小区面积 12 m²(2 m×6 m),5 行区,留苗密度 18.75 万株·hm⁻²。结合整地施入三元缓释复合肥(N:P₂O₅:K₂O=15:15:15,总养分含量≥45%),300 kg·hm⁻²,生育期间遇旱及时灌溉,花荚期防虫。其他田间管理方式等同于大田。两年的播种日期、成熟日期、积温详见表 1。

机选取 3 次定量样品(小样品盘 44 cm²),每个样品测量 3 次,取平均值。

1.4.3 气象数据采集 详细记录各播期处理的出苗、开花、结荚和成熟日期,并计算各处理全生育期内活动积温(Active Accumulative Temperature,AT)、日照时数(Sunshine Duration,SD)、有效降雨(Effective Precipitation,EP)。日均温度、有效降雨、日照时数等气象数据来自岐山县气象局。

1.5 数据分析

采用 Excel 2016 进行数据整理、图表制作和平均值计算等,并用 DPS 7.05 软件进行多元线性回归、Duncan 法差异显著检验和多重比较等。

2 结果与分析

2.1 播期对大豆农艺特性的影响

由表 2 可知,不同年份株高、底荚高度、主茎节数、有效分枝数存在较大差异。2020 和 2021 年各播期的平均株高、低荚高、主茎节数和有效分枝数分别为 62.00 和 60.72 cm、7.34 和 13.28 cm、14.02 和 12.47 节、3.8 和 0.58 个。

表 2 播期对大豆的农艺性状的影响

Table 2 Main agronomic characteristics of soybean under different treatments

年份 Year	处理 Treatment	株高 Plant height/cm	底荚高 Bottom pod height/cm	主茎节数 Main stem nodes number	有效分枝 Effective branches number
2020	S1	62.11 a	7.67 b	13.89 a	4.22 a
	S2	60.33 b	5.94 c	14.44 a	4.56 a
	S3	63.00 a	9.00 a	14.80 a	4.00 a
	S4	62.78 a	6.00 c	14.00 a	2.89 c
	S5	61.22 a	8.94 a	13.33 a	3.56 b
	S6	62.56 a	6.50 c	13.67 a	3.56 bc
	平均 Mean	62.00	7.34	14.02	3.80
标准差 STD		1.03	1.41	0.53	0.59
变异系数 CV/%		1.66	19.15	3.78	15.53
2021	S1	49.18 d	12.59 c	11.91 a	0.00 d
	S2	49.00 d	10.50 d	12.17 a	0.00 d
	S3	56.80 c	13.60 bc	12.20 a	0.60 bc
	S4	70.62 a	13.62 b	12.54 a	0.77 b
	S5	71.73 a	14.36 a	13.00 a	1.09 a
	S6	67.00 b	15.00 a	13.00 a	1.00 a
	平均 Mean	60.72	13.28	12.47	0.58
标准差 STD		10.43	1.58	0.46	0.48
变异系数 CV/%		17.18	11.93	3.67	83.03

注:不同字母表示在 $P < 0.05$ 水平差异显著。下同。
Note: Values followed by different letters are significantly different among sowing dates at the 0.05 probability level. The same below.

2020 年各播期株高为 62.56 ~ 60.33 cm,变异系数 1.66%,2021 年为 49.00 ~ 71.73 cm,变异系数为 17.18%,各播期之间均存在显著差异 ($P < 0.05$)。2021 年各播期底荚高为 5.94 ~ 9.00 cm,变异系数 19.15%,2021 年为 10.5 ~ 15.0 cm,变异系数为 11.93%,各播期之间均存在差异 ($P < 0.05$)。主茎节数 2020 年为 13.33 ~ 14.44 节,变异系数

3.78%,2021 年为 11.91 ~ 13.0 节,变异系数为 3.67%,各处理之间差异均不显著。有效分枝 2020 年为 2.89 ~ 4.56 个,变异系数 15.53%,均值较 2021 年多 3.22 个(表 2)。

2.2 播期对大豆产量及其构成因素的影响

不同处理大豆的产量构成因素存在差异。2020 年各播期单株粒数为 58.67 ~ 85.56 粒,平均为 72.11 粒,变异系数为 14.29%,S5 与其他处理差异显著 ($P < 0.05$);2021 年为 60.45 ~ 83.18 粒,平均为 72.65 粒,S5 处理高于其它处理,变异系数为 12.05%。2020 年各播期百粒重为 26.15 ~ 29.62 g,平均为 27.33 g,变异系数为 4.99%,2021 年为 20.66 ~ 27.46 g,平均为 24.89 g,变异系数为 9.69%,S5 处理高于其他处理(表 3)。

随着播期的推迟,大豆的产量逐渐升高,在 S5 时大豆的产量达到最大,S6 时开始下降。2020 年大豆产量为 2 453.51 ~ 4 048.77 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,2021 年为 1 986.88 ~ 3 633.47 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,不同播期处理大豆产量存显著在差异 ($P < 0.05$)。2020 年不同播期的平均产量 3 160.94 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,2021 年为 2 922.39 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ (表 3)。此外,方差分析表明,年份 \times 播期互作对产量的影响也达到极显著水平 ($P < 0.01$)。

表 3 不同处理大豆的产量及构成因素

Table 3 Yield components of soybean under different treatments

年份 Year	处理 Treatment	单株粒数 Seeds number per plant	百粒重 100-seed weight/g	产量 Yield/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)
2020	S1	58.67 f	26.15 c	2453.51 f
	S2	68.33 d	26.24 c	2865.07 d
	S3	75.00 c	27.31 b	3262.13 c
	S4	81.11 b	28.17 a	3640.85 b
	S5	85.56 a	29.62 a	4048.77 a
	S6	64.00 e	26.46 c	2695.29 e
	平均 Mean	72.11	27.33	3160.94
标准差 STD		10.30	1.36	605.58
变异系数 CV/%		14.29	4.99	19.16
2021	S1	60.45 e	20.66 c	1986.88 f
	S2	64.83 d	24.50 b	2541.30 e
	S3	75.10 b	24.56 b	2946.52 d
	S4	80.15 a	25.23 ab	3320.84 b
	S5	83.18 a	27.46 a	3633.47 a
	S6	72.17 bc	26.94 a	3105.34 c
	平均 Mean	72.65	24.89	2922.39
标准差 STD		8.76	2.41	586.32
变异系数 CV/%		12.05	9.69	20.06

2.3 播期对大豆品质的影响

不同播期大豆籽粒的粗蛋白、粗脂肪和水溶性蛋白存在差异。随着播期的推迟,粗蛋白含量逐渐升高。2020 年各播期粗蛋白含量为 43.01% ~ 45.55%,平均值为 44.42%,变异系数为 2.35%,2021 年为 41.03% ~ 44.67%,平均值为 42.89%,变异系数为 3.41%,其中 S6 含量最高,两年平均含量为 45.11%。随着播期的推迟,大豆籽粒的粗脂肪含量逐渐降低。2020 年各播期粗脂肪含量为 19.14% ~ 20.89%,平均值为 19.90%,变异系数为 3.26%,2021 年为 19.15% ~ 20.84%,平均值为 20.03%,变异系数为 3.54%,其中 S1 含量最高,两年平均含量为 20.87%。随着播期的推迟,大豆籽粒的水溶性蛋白含量逐渐升高。2020 年各播期水溶性蛋白含量为 28.49% ~ 30.41%,平均值为 29.13%,变异系数为 2.40%,2021 年为 27.23% ~ 29.99%,平均值为 28.60%,变异系数为 3.97%,其中 S6 含量最高,两年平均含量为 30.20%(表 4)。

2.4 生育期气象因子对大豆产量与品质的影响

大豆生育期内各处理的活动积温(X_1)、有效降雨(X_2)、日照时数(X_3)与产量和品质的多元回归分析的标准回归模型详见表 5,其中各气象因子与产量的回归模型没有达到显著水平,与粗蛋白、粗脂肪和水溶性蛋白含量的回归模型均达到极显著水平($P<0.01$)。各气象因子的标准回归系数如图 1 所示,活动积温(AT)、有效降雨(EP)和日照时数(SD)与产量的标准回归系数均没有达到显著水平,说明该品种具有一定的稳产性。AT 和 SD 对籽粒粗蛋白的影响达到极显著水平($P<0.01$),EP 对粗蛋白含量的影响不显著。AT 对籽粒粗脂肪含量影

响达到极显著水平($P<0.01$),SD 和 EP 对粗脂肪含量影响不显著。EP 对水溶性蛋白的影响达到极显著水平($P<0.01$),SD 和 EP 对水溶性蛋白的影响差异未达到显著水平。

表 4 2020—2021 年不同处理大豆籽粒品质

Table 4 Soybean quality of different treatments

in 2020—2021

单位:%

年份 Year	处理 Treatment	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	水溶性蛋白 Hydrophilic protein
2020	S1	43.01 b	20.89 a	28.84 b
	S2	43.47 b	20.25 a	28.49 b
	S3	44.12 ab	20.01 a	28.66 b
	S4	45.12 a	19.85 ab	28.95 b
	S5	45.25 a	19.27 ab	29.40 a
	S6	45.55 a	19.14 b	30.41 a
	平均 Mean	44.42	19.90	29.13
2021	标准差 STD	1.04	0.65	0.70
	变异系数 CV/%	2.35	3.26	2.40
	S1	41.03 c	20.84 a	27.48 b
	S2	41.62 c	20.78 a	27.23 b
	S3	42.70 b	20.05 a	28.55 a
	S4	42.89 b	20.02 a	28.58 a
	S5	44.45 a	19.31 b	29.78 a
	S6	44.67 a	19.15 b	29.99 a
	平均 Mean	42.89	20.03	28.60
	标准差 STD	1.46	0.71	1.14
	变异系数 CV/%	3.41	3.54	3.97

表 5 生育期内气象因子与产量和品质的回归模型

Table 5 Regression models between yield, quality, and climatic factor in growth stage

项目 Item	模型 Model	决定系数 R^2
产量 Yield	$Y = 9750.60 - 3.11X_1 + 0.05X_2 + 1.87X_3$	0.45 ^{ns}
粗蛋白含量 Crude protein content	$Y = 71.04 - 0.01X_1 + 0.0029X_2 + 0.0017X_3$	0.97 ^{**}
粗脂肪含量 Crude fat content	$Y = 4.29 + 0.0064X_1 + 0.0002X_2 + 0.0005X_3$	0.95 ^{**}
水溶性蛋白 Hydrophilic protein	$Y = 45.48 - 0.0076X_1 + 0.0001X_2 + 0.0036X_3$	0.91 ^{**}

注: ** 表示差异在 0.01 水平显著, * 表示差异在 0.05 水平显著, ns 表示差异不显著。下同。

Note: ** means significant difference at the 0.01 probability level, and * means significant difference at the 0.05 probability level. ^{ns} means no significant difference. The same below.

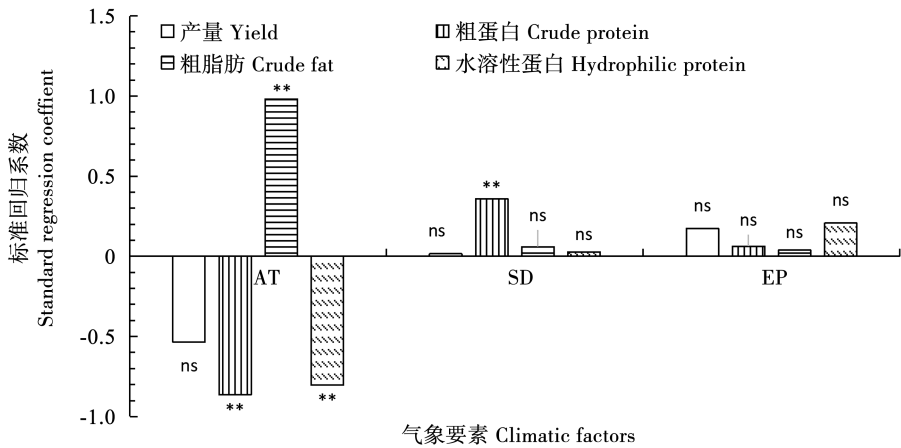


图1 生育期内生态因子对产量和品质的标准回归系数

Fig.1 Standard regression coefficient of ecological factor in growth stage on yield and quality

3 讨论

3.1 播期对大豆产量和品质的影响

播期是作物利用光热水资源的节点,直接影响作物的产量形成和品质特性^[22]。不同的播期对大豆产量和品质有直接的影响^[23-24],适期播种能够提高大豆的单株荚数、单株粒数和单株粒重,从而获得较高产量。本研究表明,随着播期的推迟,大豆的株高、底荚高、主茎节数、有效分枝变异幅度较大,说明播期可对大豆的农艺特性造成影响,与前人研究结果基本一致。随着播期的推迟,大豆单株粒数和百粒重呈现先升高后降低的趋势,其中播期S5的单株粒数和百粒重达到最大,且播期S5的产量最高,主要原因可能是播期S5主要通过影响产量构成因素中的单株粒数和百粒重获得较高的产量。因此,关中西部适期晚播是获得大豆高产的主要途径。这一结果与王乐政等^[7]的研究结果存在差异,可能原因是关中西部与黄淮东部的光热水资源特点对大豆生长发育的影响存在差异。播期对大豆蛋白质和脂肪含量的存在影响^[25-26]。本研究表明,随着播期的推迟,大豆籽粒粗蛋白质含量和水溶性蛋白含量逐渐增加,粗脂肪含量逐渐降低,说明播期对大豆籽粒品质具有显著的影响,这一结果与李金花等^[18]研究结果一致,但是与田艺心等^[27]存在差异,可能的原因是不同的大豆品种对播期处理的响应存在差异。

3.2 气象因子对大豆产量和品质的影响

光照、温度、降水是影响作物产量和品质的主要气象因子^[28],通过播期的调节可形成不同光热水资源条件的生长环境^[29],是研究气象要素对作物生长发育影响的重要手段。研究表明,降水充足有利

于单株荚数和单株产量的形成^[8],积温越多则越有利于增加百粒重,从而提高大豆产量^[30]。本研究表明,活动积温、有效降雨、日照时数对夏大豆产量具有一定的影响,但是没有达到显著水平,说明品种对环境条件的敏感性存在差异。活动积温、日照时数对粗蛋白含量的影响达到极显著水平,说明大豆籽粒粗蛋白含量对活动积温和日照时数反应敏感。活动积温对粗脂肪和水溶性蛋白含量的影响达到极显著水平,说明两者含量对活动积温反应极敏感。因此,主要气象因子对大豆产量和品质的影响是存在差异的,要根据大豆的用途综合考虑合适的播种时期^[31],充分利用大豆生育期内光、热、水资源^[32],推进大豆高质高效生产。同时,不同气象因子对大豆品质形成的内在机制影响还需要进一步的研究。

4 结论

播期影响大豆的农艺特性、产量构成因素和产量,且生育期内环境要素差异影响大豆籽粒的粗蛋白含量、粗脂肪含量和水溶性蛋白含量。播期处理S5(6月20日)能获得较高的籽粒产量和较优的品质,为适宜的播期。生育期内活动积温是大豆籽粒品质形成的关键。

参考文献

[1] ZWIERS F W, KHARIN V V. Changes in the extremes of the climate simulated by GCM2 under CO₂ doubling[J]. Journal of Climate,1998,11(9): 2200-2222.
[2] 王志新,杨庆凯. 环境因素对大豆化学品质及产量影响研究: I. 播期对大豆化学品质及产量的影响[J]. 大豆科学,2003,22(1): 45-49. (WANG Z X, YANG Q K. Study on the influence of

planting date to the yield quality of soybean: I. Effect of sowing date on chemical quality and yield of soybean [J]. Soybean Science, 2003,22(1): 45-49.)

[3] 杨加银,徐海斌,徐海风. 栽培因子对高油大豆产量及品质的影响[J]. 中国农学通报,2007,23(5): 196-199. (YANG J Y, XU H B, XU H F. Effects of cultural factors on seed yield and quality characters of high-oil soybean[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2007, 23(5): 196-196.)

[4] 朱洪德,王春风. 栽培措施对高蛋白大豆产量及品质的影响[J]. 中国油料作物学报,2009,31(3): 327-333. (ZHU H D, WANG C F. Environment effect on yield and quality of high protein soybean[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2009, 31(3): 327-333.)

[5] 屈洋,王可珍,刘洋,等. 不同种植参数对夏大豆产量及光合效能的影响[J]. 农学学报,2021,11(8): 8-13. (QU Y, WANG K Z,LIU Y, et al. Different planting parameters: Effects on yield and photosynthetic efficiency of summer soybean[J]. Journal of Agriculture, 2021,11(8): 8-13.)

[6] 陈文杰,梁江,汤复跃,等. 不同播期对广西春大豆品种农艺性状、产量及品质的影响[J]. 大豆科学,2015,34(6): 993-999. (CHEN W J, LIANG J, TANG F Y, et al. Effects of different planting time on agronomic characters, yield and seed quality of two spring soybean varieties[J]. Soybean Science, 2015,34(6): 993-999.)

[7] 王乐政,华方静,曹鹏鹏,等. 不同播期夏大豆的产量、光合特性和气象因子效应研究[J]. 中国油料作物学报,2019,41(5): 750-757. (WANG Y Z, HUA F J, CAO P P, et al. Effect of sowing date and climatic factor on yield and photosynthetic characteristics summer soybean[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2019,41(5): 750-757.)

[8] 田志会,陈学珍,谢皓,等. 北京地区夏大豆农艺性状与气象条件关系初探[J]. 中国生态农业学报,2003,11(4): 15-17. (TIAN Z H, CHEN X Z, XIE H, et al. The initial study of the relationship between meteorological factors and agronomic characters of soybean in Beijing area[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2003,11(4): 15-17.)

[9] 刘玉兰,元明浩,范文忠,等. 播种期对吉林小粒大豆生育进程、产量及品质的影响[J]. 大豆科学,2019,38(4): 542-547. (LIU Y L, YUAN M H, FAN W Z, et al. Effects of sowing date on development process, yield and quality of *Glycine gracilis* in Jilin[J]. Soybean Science, 2019,38(4): 542-547.)

[10] 胡铁欢,孙永媛,王胜蕊,等. 播期对不同熟期组大豆品种产量及相关性状的影响[J]. 贵州农业科学,2017,45(3): 50-52. (HU T H, SUN Y Y, WANG S R, et al. Effect of sowing date on yield and relative traits of soybean varieties with different maturity group[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2017,45(3): 50-52.)

[11] 李灿东,郭泰,王志新,等. 播期对耐密植大豆品种主要农艺性状及产量的影响[J]. 中国农学通报, 2016,32(3): 39-42. (LI C D, GUO T, WANG Z X, et al. Effects of different sowing dates on main agronomic traits and yield of close planting soybean cultivars[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2016, 32(3): 39-42.)

[12] 任小俊,任海红,吕新云,等. 播期对山西早熟夏大豆农艺性状和产量的影响[J]. 安徽农业科学,2019,47(22): 31-33. (REN X J, REN H H, LYU X Y, et al. Effects of sowing date on the agronomic traits and yield of Shanxi early-mature summer soybean[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2019,47(22): 31-33.)

[13] 张素梅,刘玉芹,徐冉. 播种期和密度对大豆品种齐黄 34 产量的影响[J]. 作物杂志,2016(2): 100-104. (ZHANG S M, LIU Y Q, XU R. Effects of sowing date and density on yield of soybean variety Qihuang 34[J]. Crops,2016(2): 100-104.)

[14] 周珊,南璐,刘康懿,等. 播期对商洛中温区大豆产量及农艺性状影响初探[J]. 陕西农业科学,2020,66(8): 65-68. (ZHOU S, NAN L, LIU K Y, et al. Effects of sowing date on yield and agricultural traits of soybean in Shangluo[J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2020,66(8): 65-68.)

[15] 丁振麟. 气候条件对于大豆化学品质的影响[J]. 作物学报, 1965,4(4): 313-320. (DING Z L. Effects of climate factors on quality of soybean[J]. Acta Agronomica Sinica,1965,4(4): 313-320.)

[16] RAJKUMAR R, GIRISH G, DEVRAT S. Growth and yield responses of soybean to climate change [J]. Agricultural Research,2015,13(4): 319-323.

[17] 杜亚敏,高阳,章建新. 播期对新疆高产春大豆产量和品质的影响[J]. 大豆科学, 2018, 37(1): 87-91. (DU Y M, GAO Y, ZHANG J X. Effect of sowing date on yield and quality of high-yield spring soybean in Xinjiang[J]. Soybean Science, 2018,37(1): 87-91.)

[18] 李金花,杨青春,舒文涛,等. 不同播期和品种对大豆产量及品质的影响[J]. 粮食科技与经济,2019,44(9): 83-85,111. (LI J H, YANG Q C, SHU W T, et al. Effects of sowing date and varieties on yield and quality of soybean[J]. Grain Science and Technology and Economy, 2019,44(9): 83-85,111.)

[19] 刘剑丽,宁海龙,孙培乐,等. 春大豆播期光温效应的研究[J]. 大豆科学,2011,30(3): 428-433. (LIU J L, NING H L, SUN P L, et al. Effect of light and temperature under different sowing date on spring soybean (*Glycine max* L. Merrill) [J]. Soybean Science, 2011,30(3): 428-433.)

[20] 孙培乐,宁海龙,陈东升,等. 春大豆不同播期的光温生态特性[J]. 大豆科学,2010,29(6): 953-958. (SUN P L, NING H L, CHEN D S, et al. Ecological character of light and temperature under different sowing date on spring soybean (*Glycine max* L. Merrill) [J]. Soybean Science, 2010,29(6): 953-958.)

[21] 王立明,杨如萍,陈光荣,等. 播期对旱作区大豆产量和水分利用效率的影响[J]. 甘肃农业科技,2019,2: 59-64. (WANG L M, YANG R P, CHEN G R, et al. Effects of sowing dates on yield and water use efficiency of soybean in dry farming areas[J]. Gansu Agricultural Science and Technology, 2019,2: 59-64.)

[22] DAHMARDEH M. The effect of sowing date and some growth physiological index on grain yield in three maize hybrids in southeastern Iran[J]. Asian Journal of Plant Science, 2010, 9:

432-436.

[23] 孙志强,田佩占,王继安. 东北大豆品种生育期结构的初步分析[J]. 大豆科学,1990,9(3): 198-205. (SUN Z Q, TIAN P Z, WANG J A. The analysis of growth stage structure in Dongbei soybean[J]. Soybean Science, 1990,9(3): 198-205.)

[24] 李金花,杨青春,舒文涛,等. 播期对高油大豆周豆 18 号产量及品质的影响[J]. 大豆科技,2019(2):26-29. (LI J H, YANG Q C, SHU W T, et al. Effect of sowing date on yield and quality of high oil soybean Zhoudou 18 [J]. Soybean Science & Technology, 2019(2):26-29.)

[25] 胡哲,杨红燕,卢健,等. 播期和密度对夏大豆品种南农 47 产量和籽粒蛋白质含量的影响[J]. 浙江农业科学,2019,60(8): 1406-1407. (HU Z, YANG H Y, LU J, et al. Effect of sowing date and plant density on yield and protein content of Nannong 47 [J]. Zhejiang Journal of Agricultural Sciences, 2019,60(8): 1406-1407.)

[26] 王志新. 播期和密度对高油高产大豆合丰 50 脂肪含量及产量的影响[J]. 大豆科学,2009,28(6): 1008-1010. (WANG Z X. influence of sowing date and density on oil content and yield of high-oil and high-yield soybean variety Hefeng 50 [J]. Soybean Science, 2009,28(6): 1008-1010.)

[27] 田艺心, 高凤菊, 曹鹏鹏,等. 播期对高蛋白大豆新品种(系)农艺性状、品质及产量的影响[J]. 核农学报,2021,35(8): 1900-1907. (TIAN Y X, GAO F J, CAO P P, et al. Effect of sowing date on agronomic characters, quality and yield of new high protein soybean varieties (lines) [J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2021,35(8): 1900-1907.)

[28] 李香颜,张金平. 气候变化对河南省大豆产量的影响分析[J]. 江苏农业科学,2017,45(4): 55-58. (LI X Y, ZHANG J P. Analysis of effect of climate change on soybean yield in Henan Province [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2017, 45(4): 55-58.)

[29] 屈洋,张飞,王可珍,等. 黄淮西部高粱籽粒产量与品质对气候生态条件的响应. 中国农业科学, 2019,52(18): 3242-3257. (QU Y, ZHANG F, WANG K Z, et al. Response of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) yield and quality to climatic and ecological conditions on the West Yellow-Huaihe-Haihe Rivers Plain [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2019,52(18): 3242-3257.)

[30] 王畅,赵海东,冯乃杰,等. 两个生态区大豆光热资源利用率和产量的差异及对化控剂的响应[J]. 应用生态学报,2018,29(11): 3615-3624. (WANG C, ZHAO H D, FENG N J, et al. Differences in light and heat utilization efficiency and yield of soybean in two ecological zones and their response to chemical control regulators[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2018, 29(11): 3615-3624.)

[31] 廖伯寿,殷艳,马霓. 中国油料作物产业发展回顾与展望[J]. 农学学报, 2018,8(1): 115-120. (LIAO B S, YIN Y, MA N. Review and future prospects of oil crops industry development in China[J]. Journal of Agriculture, 2018,8(1): 115-120.)

[32] 陈阜,赵明. 作物栽培与耕作学科发展[J]. 农学学报,2018,8(1): 59-63. (CHEN B, ZHAO M. Development of the crop cultivation and farming system in China[J]. Journal of Agriculture, 2018,8(1): 59-63.)

协 办 单 位

中国作物学会大豆专业委员会
东北农业大学大豆研究所
吉林省农业科学院大豆研究所
南京农业大学大豆研究所
辽宁省农业科学院作物研究所
河北省农林科学院粮油作物研究所