



播期对不同熟期组大豆品质的影响

孙旭刚, 张立军, 李盛有, 王文斌, 曹永强

(辽宁省农业科学院 作物研究所, 辽宁 沈阳 110161)

摘要:为明确不同播期对大豆品质的影响,本研究以东北地区不同熟期组(早、中、晚)的20个大豆品种为试材,探讨了不同播期(5月13日、5月23日、6月2日、6月12日和6月22日)条件下大豆蛋白质含量、脂肪含量、蛋脂总量等品质指标的变化规律。结果表明:整体而言,播期推迟在10 d以内,对大豆品质影响较小,推迟10~20 d,对蛋白质含量的影响大于对脂肪含量影响,推迟20 d以上,各项品质指标与第1期差异达到显著或极显著水平,推迟40 d时,蛋白质含量和脂肪含量均极显著下降,达到最低值。本研究进一步分析了不同熟期组大豆品质对播期推迟的响应。结果表明:大豆品质指标随播期推迟而变化的趋势与品种的生育日数(即熟期)密切相关,不同熟期组间存在较大差异,播期推迟越晚导致早熟组大豆平均蛋白质含量降低的幅度越大,第3期(6月2日)及以后各期蛋白质含量较第1期(5月13日)下降达到显著、极显著水平,中熟组和晚熟组大豆的蛋白质含量分别在6月2日和6月12日前,差异不显著;晚熟组大豆脂肪含量随播期推迟显著下降,且下降幅度逐渐扩大,早熟组和中熟组大豆的脂肪含量分别在6月2日和6月12日下降未达显著水平;不同熟期组的大豆蛋脂总量总体上随播期的推迟而下降,其下降趋势与蛋白质含量的变化规律基本一致,即早熟组大豆在晚播10 d以上时,蛋脂总量显著下降,而中熟组、晚熟组大豆蛋脂总量分别在6月12日和6月2日播种,蛋脂总量相对稳定;不同熟期组大豆晚播30 d以上时,各项品质指标均会出现严重下降。本研究为沈阳地区晚播大豆的品质预测提供重要参考依据。

关键词:播期;大豆;熟期组;品质

Effects of Different Sowing Dates on Soybean Varieties Quality in Different Maturity Groups

SUN Xugang, ZHANG Lijun, LI Shengyou, WANG Wenbin, CAO Yongqiang

(Crop Research Institute, Liaoning Academy of Agricultural Science, Shenyang 110161, China)

Abstract: To clarify the impact of different sowing dates on soybean quality, this study used 20 soybean varieties from different maturity groups (early, middle, and late) in Northeast China as experimental materials to explore the changes in quality indicators such as soybean protein content, fat content, and total protein + fat under different sowing dates (May 13, May 23, June 2, June 12, and June 22). The results showed that, overall, delaying the sowing date for less than 10 days had a relatively small impact on soybean quality. Delaying for 10-20 days had a greater impact on protein content than on fat content. Delaying for more than 20 days resulted in significant or extremely significant differences in various quality indicators compared to the first stage. When delaying for 40 days, both protein and fat content significantly decreased, reaching the lowest value. This study further analyzed the response of soybean quality in different maturity groups to delayed sowing date. The results showed that the trend of changes in soybean quality indicators with delayed sowing date was closely related to the number of growth days (i.e. maturity) of the variety. There were significant differences between different maturity groups. The later the sowing date was delayed, the greater the decrease in average protein content of the early maturing group of soybeans. The protein content of the third and subsequent periods decreased significantly compared to the first period (May 13). The protein content of the medium and late maturing groups of soybeans was not significant before June 2 and June 12, respectively; The fat content of late maturing group soybeans significantly decreased with the delay of sowing time, and the decrease gradually expanded. The fat content of early maturing group and medium maturing group soybeans did not reach a significant level on June 2 and June 12, respectively; The total amount of soybean egg fat in different maturity groups generally decreases with the delay of sowing time, and its downward trend is basically consistent with the change pattern of protein content. That is, the total amount of protein + fat in the early maturity group of soybeans significantly decreases when sown more than 10 days later, while the total amount of protein + fat in the middle and late maturity groups of soybeans is relatively stable when sown on June 12th and June 2nd, respectively; When different maturity groups of soybeans are sown late for more than 30 days, all quality indicators will show a serious decline. This study provides important reference for predicting the quality of late sown soybeans in Shenyang area.

Keywords: sowing date; soybean; maturity group; quality

收稿日期: 2023-11-30

基金项目: 辽宁省科技计划——农业重大专项(2022JH1/10200002); 辽宁省民生科技计划项目(2021030331-JH2/102); 国家现代农业产业技术体系(CARS-004-CES11); 辽宁省农科院“农业绿色高质量发展”计划项目(2021HQ1901)。

第一作者: 孙旭刚(1981—), 男, 副研究员, 主要从事大豆遗传育种与栽培生理研究。E-mail: sunxugang521@163.com。

通讯作者: 曹永强(1977—), 男, 硕士, 研究员, 主要从事大豆遗传育种与栽培生理研究。E-mail: yqcao1977@163.com。

大豆原产于中国,是世界上重要的粮油饲兼用作物。蛋白质和脂肪是大豆籽粒主要营养成分,是评价大豆化学品质的重要指标,其含量高低主要受品种基因型遗传决定,一般情况下,含量分别在40%和20%左右^[1],同时,还受到品种的原产地、种植区域的气候环境^[2]、种植密度及施肥等栽培措施的影响^[3-8]。播期是农作物利用土壤养分、温光水等自然资源开始生长发育的初始点,播期的早晚直接影响农作物的产量形成和品质特性^[9],然而,实际生产中常会遇到由于自然或人为原因而不能正常播种的情况,例如,辽宁省部分地区春季易发生干旱等不利的气候灾害,导致大豆生产不能正常播种而推迟播期,推迟播期改变了大豆生长季内的日温差、积温、光照时间与强度、降水量等气候环境条件,对大豆的生长发育、光合产物的形成与积累具有一定影响^[10],多数学者的研究表明播期推迟导致籽粒产量及化学品质的降低^[11-12],但不同地区不同品种对于播期延迟的反应存在一定差异,如下降幅度小或在一定时间内稳定、显著下降^[13-14]、或某个指标还会有所提高^[15]。就某一地区而言,部分主栽品种适当晚播仍可正常成熟并获得较好的产量,而有些品种晚播则不能正常成熟。播期推迟天数过多时,大豆可利用的生长日数显著缩短,不能满足

其正常生长发育所需的有效积温,因此需要选择适于当地晚播的生育日数偏短的中熟或早熟品种进行播种。

前人关于不同播种时期对大豆产量及品质的影响研究较多,但主要是针对当地的某个或几个主栽品种开展的研究,而关于不同播期对适合当地生产的不同生育日数(熟期组)的大豆品种品质指标的影响研究较少,因此,对播期推迟条件下不同熟期组大豆的品质指标变化规律还不十分清楚,无法对不同熟期组大豆品质指标因播期推迟而发生变化进行较为准确的预测。本研究通过对适于沈阳地区种植的3个不同熟期组的20个东北地区主栽大豆品种进行不同播期试验,探讨不同熟期组大豆蛋白质含量、脂肪含量及蛋脂总量的变化趋势,以期因播期推迟而选择种植不同熟期组大豆品种的品质指标预测提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 供试品种

以辽宁省、黑龙江省、吉林省及内蒙古自治区选育并主栽的20个大豆品种为试材,根据各品种在沈阳春播(5月上旬)生育日数分为早熟组、中熟组和晚熟组,具体来源及分组详见表1。

表 1 参试品种来源及生育日数

Table 1 Source of tested varieties and number of growing days

序号 No.	品种 Variety	来源 Source	生育日数 Growing days/d	熟期组 Maturity group
1	黑河 43	黑龙江省农科院黑河分院	105	早熟组
2	黑河 45	黑龙江省农科院黑河分院	105	早熟组
3	合丰 47	黑龙江省农科院佳木斯分院	107	早熟组
4	合丰 50	黑龙江省农科院佳木斯分院	108	早熟组
5	蒙豆 9 号	内蒙古自治区呼伦贝尔市农科所	108	早熟组
6	蒙豆 16 号	内蒙古自治区呼伦贝尔市农科所	108	早熟组
7	绥农 26	黑龙江省农科院绥化分院	115	中熟组
8	绥农 28	黑龙江省农科院绥化分院	116	中熟组
9	东农 48	东北农业大学大豆所	115	中熟组
10	黑农 51	黑龙江省农科院大豆所	121	中熟组
11	黑农 55	黑龙江省农科院大豆所	126	中熟组
12	吉育 93	吉林省农业科学院	127	中熟组
13	长农 17	长春市农业科学院	124	中熟组
14	吉育 82	吉林省农业科学院	136	晚熟组
15	吉育 91	吉林省农业科学院	138	晚熟组
16	吉育 92	吉林省农业科学院	139	晚熟组
17	吉育 47	吉林省农业科学院	122	晚熟组
18	铁丰 31	铁岭市农业科学院	142	晚熟组
19	铁丰 45	铁岭市农业科学院	142	晚熟组
20	辽豆 15	辽宁省农业科学院	143	晚熟组

注:晚熟组生育日数: >130 d;中熟组生育日数:115~130 d;早熟组生育日数:105~108 d。
Note: The growth period of late maturing group: >130 days; The growth period of medium maturity group: 115-130 days; The growth period of early maturity group: 105-108 days.

1.2 试验设计

试验于2018年在辽宁省农业科学南地试验田(41°48'N,123°32'E,海拔高度53 m)进行,本地区作物适宜生长季为135~145 d,年平均有效积温3 280 ℃,平均日照时数2 370 h,平均降水量721.9 mm。试验田地势平坦,土质为冲积性砂壤土,有机质含量1.06%,碱解N、速效P和速效K含量分别为8.6,12.8和89.6 mg·kg⁻¹,pH6.8,上茬作物为高粱。试验设5个播期,播期依次间隔10 d,第1~5期时间分别为5月13日、5月23日、6月2日、6月12日和6月22日。试验采用随机区组设计,3行区,行长2 m,行距0.6 m,穴距0.2 m,每穴2株,3次重复。

1.3 测定项目及方法

成熟时,全区收获,统一晾晒至含水量13.0%以下,采用FOSS—Infratec™1241近红外谷物品质分析仪测定各品种各播期籽粒的蛋白质含量、脂肪含量,每处理每重复测定3次取平均值。

1.4 数据分析

试验数据利用Microsoft office Excel 2013整理,作图采用Origin 7.0软件,差异显著性检验(ANOVA)采用SPSS 22.0软件分析,并进行多重比较(Duncan法)。

2 结果与分析

2.1 不同播期处理对大豆品质指标的影响

以20个大豆品种(辽豆15、铁丰31、铁丰45在第5期末成熟)为整体作为研究对象,分析不同播期对大豆平均蛋白质、脂肪含量和蛋脂总量的影响。

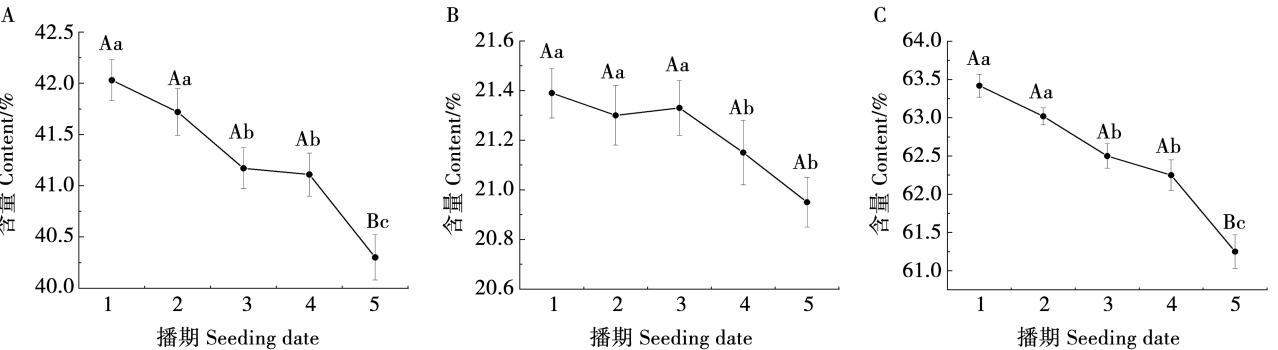
2.1.1 蛋白质含量 如图1A所示,所有品种的平均

蛋白质含量随播期推迟呈下降趋势,第1期平均蛋白质含量最高为42.03%,第2期较第1期下降0.74%,未达显著水平,第3期和第4期平均蛋白质含量接近,均与第1期差异达显著水平,下降幅度分别为2.06%和2.20%,第5期下降幅度最大(4.12%),含量降到40.30%,与前4个期含量差异均达到极显著。

2.1.2 脂肪含量 如图1B所示,平均脂肪含量随播期的推迟也呈整体下降趋势,第2期和第3期平均脂肪含量相当,较第1期下降幅度均未超过0.5%,差异不显著,第4期、第5期较第1期下降幅度分别为1.14%和2.06%,差异显著。平均脂肪含量随播期的推迟而下降的幅度小于蛋白质含量,平均脂肪含量最低的第5期与最高的第1期相差仅为0.44个百分点。

2.1.3 蛋脂总量 由图1C可知,平均蛋脂总量同平均蛋白质、脂肪含量随播期推迟而变化的趋势基本一致,下降幅度介于平均蛋白质含量和平均脂肪含量的下降幅度之间,第2、3、4、5期较第1期下降幅度分别为0.63%、1.45%、1.84%和3.42%,第3、4期与第1、2期差异显著,第5期与其他播期差异均达到了极显著水平。

播期推迟对大豆平均蛋白质含量、脂肪含量、蛋脂总量等3项指标均具有一定影响,影响程度随推迟时间的增加而增强。播期推迟在10 d以内,大豆品质差异不显著,推迟10~20 d,脂肪含量差异仍不显著,而蛋白质含量下降显著,播期推迟20 d以上时,3项指标下降的幅度达到显著水平,第5期(6月22日)播种,各指标值均最低,差异达到极显著或显著水平。



注:播期1-5分别为5月13日、5月23日、6月2日、6月12日和6月22日;A.蛋白质平均含量;B.脂肪平均含量;C.蛋脂平均含量。不同大写字母差异极显著($P<0.01$),不同小写字母差异显著($P<0.05$),下同。

Note: The seeding dates of 1 to 5 was May 13th, May 23rd, June 2nd, June 12th and June 22nd; A. Average protein content; B. Average fat content; C. Average total content of protein and fat. Different uppercase letters indicate extremely significant difference ($P<0.01$), different lowercase letters indicate significant difference ($P<0.05$). The same below.

图1 不同播期处理对大豆品质的整体影响

Fig. 1 Overall effects of different sowing dates on soybean quality

2.2 不同播期处理对不同熟期组大豆品质指标的影响

方差分析结果表明,不同熟期组品种间蛋白质含量、脂肪含量和蛋脂总量存在极显著差异($P < 0.01$);不同播期处理对大豆的蛋白质含量、脂肪含量和蛋脂总量的影响达极显著水平($P < 0.01$);同时,不同熟期组与播期处理间互作效应达极显著水平($P < 0.01$)。

2.2.1 蛋白质含量 由图 2 可知,随播期的推迟,早熟、中熟、晚熟 3 个熟期组大豆间蛋白质含量变化趋势并不一致,蛋白质含量均在第 1 期最高。

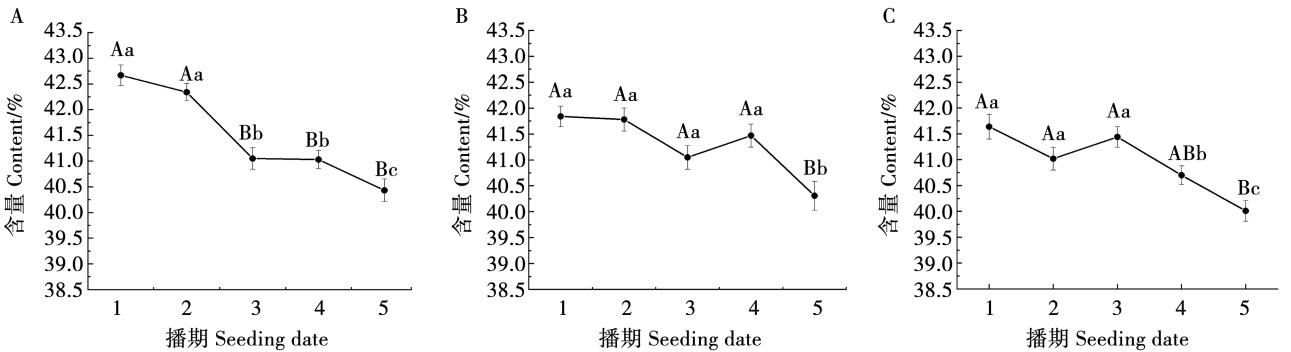
早熟组大豆蛋白质含量随播期的推迟呈连续下降趋势(图 2A),第 1 期最高(42.67%),第 2 期下降不显著,第 3 期和第 4 期蛋白质含量基本一致,较第 1 期降低 3.8%,与第 1 期、第 2 期差异均达到极显著水平,第 5 期下降到最低值 40.43%,较第 1 期降低 5.3%,差异极显著,且与第 3 期、第 4 期差异也达显著水平。

中熟组大豆蛋白质含量在播期推迟的前 4 期差异均未达到显著水平(图 2B),其中,第 2 期与第 1

期接近,第 3 期较第 1 期下降 1.8%,而第 4 期较第 3 期提高 0.42 个百分点,第 5 期蛋白质含量下降到 40.31%,较第 1 期下降 3.7%,与前 4 个播期处理差异均达到极显著水平。

如图 2C 所示,晚熟组大豆平均蛋白质含量第 2 期较第 1 期下降 0.62 百分点,第 3 期较第 2 期提高 0.42 百分点,前 3 个播期的平均蛋白质含量差异均未达显著水平,而第 4 期、第 5 期较第 1 期差异显著或极显著,下降幅度分别为 2.3% 和 3.9%。

可见,不同播期处理对不同熟期组的大豆平均蛋白质含量影响存在较大差异,早熟组大豆随播期推迟而逐渐下降,播期越晚下降幅度越大,下降的幅度大于中熟和晚熟组大豆;中熟组大豆蛋白质含量在前 4 期相对稳定,第 5 期下降显著,与早熟组和晚熟组品种相比具有更好的稳定性;晚熟组品种前 3 期蛋白质含量相对稳定,而后两个期下降明显。同时,发现中熟组大豆第 4 期和晚熟组大豆第 3 期平均蛋白质含量分别较上一播期有所增加,则说明一定时间的播期延迟导致大豆生育期间环境变化可能对中晚熟组大豆蛋白质合成具有促进作用。



注:A.早熟组大豆;B.中熟组大豆;C.晚熟组大豆。
Note: A. Early-maturing soybean; B. Mid-maturing soybean; C. Later-maturing soybean.

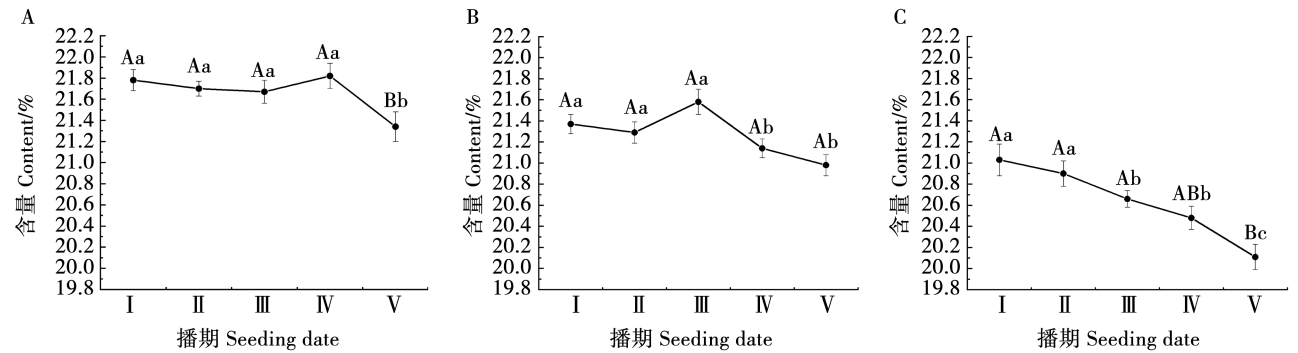
图2 不同播期处理对不同熟期组大豆蛋白质含量的影响
Fig.2 Effects of different sowing dates on protein content of soybean in different maturity groups

2.2.2 脂肪含量 由图 3A 可知,早熟组大豆第 1 期平均脂肪含量为 21.78%,第 2 期、第 3 期、第 4 期与第 1 期差异不显著,变化幅度在 0.2% ~ 0.5%,第 5 期含量最低,为 21.34%,较第 1 期下降 2.0%,与前 4 个播期均差异极显著。

由图 3B 可知,中熟组大豆平均脂肪含量在前 3 个播期差异不显著,第 3 期含量最高(21.58%),高于第 1 期 0.21 百分点,其余播期平均脂肪含量较第 1 期均呈缓慢下降趋势,第 4 期和第 5 期分别较第 1 期下降 1.1% 和 1.8%,第 5 期与第 4 期差异不显著,与其他播期差异显著。

如图 3C 所示,晚熟组大豆平均脂肪含量随播期的推迟而逐渐下降,除第 2 期较第 1 期下降不显著外,其他各期下降达显著或极显著水平,降幅分别为 1.8%、2.6% 和 4.4%,第 5 期与第 4 期差异显著,与其他各期差异极显著。

结果表明播期延迟对晚熟组大豆平均脂肪含量的影响大于对中熟组和早熟组大豆的影响,晚播使晚熟组品种平均脂肪含量连续下降,晚播 20 d 就会产生显著差异,而对于中熟组和早熟组,在一定时间段内(30 d 内)晚播,脂肪含量变化不显著,相对稳定,但推迟 40 d 播种,脂肪含量也会显著降低。



注: A. 早熟组大豆; B. 中熟组大豆; C. 晚熟组大豆。
Note: A. Early-maturing soybean; B. Mid-maturing soybean; C. Later-maturing soybean.

图3 不同播期处理对不同熟期组大豆脂肪含量的影响

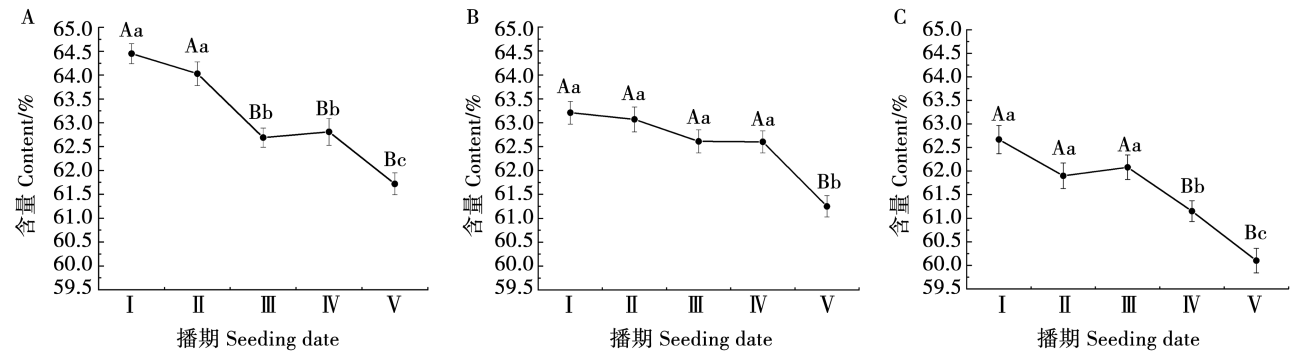
Fig. 3 Effects of different sowing dates on fat content of soybean in different maturity groups

2.2.3 蛋脂总量 由图4可知,早熟组大豆平均蛋脂总量较中熟组和晚熟组品种高1.24 ~ 1.78 百分点,随播期推迟而下降(图4A),第1期蛋脂总量为64.45%,第2期较第1期下降0.7%,差异不显著,第3期、第4期和第5期下降幅度分别达到2.7%、2.5%和4.2%,与第1期差异极显著,且第5期与第3期、第4期也存在显著差异。

如图4B所示,中熟组大豆前4个播期的平均蛋脂总量相近,第2期、第3期和第4期较第1期下降幅度仅为0.2% ~ 1.0%,差异不显著,而第5期极显著下降,降幅达到3.1%。

如图4C所示,晚熟组大豆平均蛋脂总量在前3个播期差异不显著,而播期继续推迟则使平均蛋脂总量极显著下降,第4期和第5期较第1期分别下降2.4%和4.1%,且两个播期间也存在显著差异。

三个熟期组的大豆蛋脂总量总体上均随播期的推迟而下降,但下降的趋势和幅度不同,且均存在蛋脂总量相对稳定的时间段。早熟组大豆在播期推迟10 d以上时,蛋脂总量下降幅度明显加大;中熟组大豆蛋脂总量在正常播期后30 d内晚播,蛋脂总量仍相对稳定;晚熟组大豆蛋脂总量在播期推迟20 d以上时,则极显著下降。



注: A. 早熟组大豆; B. 中熟组大豆; C. 晚熟组大豆。
Note: A. Early-maturing soybean; B. Mid-maturing soybean; C. Later-maturing soybean.

图4 不同播期处理对不同熟期组大豆蛋脂总量的影响

Fig. 4 Effects of different seeding dates on total content of protein and fat of soybean in different maturing groups

3 讨论

多数学者研究发现,播期推迟导致大豆脂肪含量下降^[13-15],蛋白质含量下降^[16-17],蛋脂总量下降^[18-20]。刘玉兰等^[21]研究表明,吉林小粒大豆在过早播种和晚播条件下,蛋白质含量和蛋脂总含量降低,脂肪含量随播期延迟持续下降。胡明祥等^[22]研究了不同播种时间对来源于不同生态区的大豆品

种品质指标的整体影响,结果表明,多数试验点大豆春播蛋白质含量偏高,夏播、秋播较春播稍低,脂肪含量春播普遍高于夏播、秋播,蛋脂总量春播明显高于夏播,夏播高于秋播。本研究中以所有参试品种为整体研究对象时,播期推迟会导致大豆平均蛋白质含量、脂肪含量及蛋脂总量逐渐下降,与前人研究结果基本一致。但各指标变化趋势存在较大差异,例如:播期推迟10 ~ 20 d时,脂肪含量下降

不显著,而蛋白质含量下降显著,播期推迟 20 d 以上时,3 项指标下降的幅度均达到显著水平。

也有研究表明,播期推迟促进大豆脂肪含量升高^[2,11,20],使蛋白质含量升高^[15]或影响不显著^[14],蛋脂总量差异不显著^[17,20],还有学者研究表明,播期不同对大豆的蛋白质含量、脂肪含量及蛋脂总量具有显著或极显著的影响,但变化趋势在品种间存在差异,且 3 个指标在播期推迟过程中存在波动变化的现象,并非完全呈连续下降趋势^[23-24]。屈洋等^[25]研究了夏播大豆时播期推迟对宝豆 10 号的品质影响,结果表明:随着播期的推迟,蛋白质含量逐渐升高,脂肪含量连续降低。本研究也发现,随播期推迟,多数品种品质变化趋势符合连续下降规律,但部分品种的蛋白质含量、脂肪含量随播期推迟表现出波动性变化或在一定时间段内相对稳定,即不同大豆品种间品质变化规律存在一定差异。不同学者研究结果的不同,很大程度上与采用的具体品种以及播期推迟的具体时间段不同有密切关联。蛋脂总量随播期的推迟而变化的趋势受蛋白质含量和脂肪含量变化趋势共同影响,是二者变化趋势的综合体现。

本研究结果表明,不同播期处理对大豆的蛋白质含量、脂肪含量和蛋脂总量的影响达极显著水平,然而,不同播期对大豆品质的影响与品种的生育日数又密切相关^[26],但相关研究鲜有报道,因此,根据生育日数长短将参试品种划分为早熟组、中熟组、晚熟组进行分组研究是必要的。研究发现,不同熟期组与不同播期处理间互作效应达极显著水平,即熟期组不同的大豆品质指标对播期推迟的反应不同。如早熟组大豆随播期推迟平均蛋白质含量呈下降趋势,播期越晚下降幅度越大,而中熟组和晚熟组大豆在正常播期至 20 ~ 30 d 内播种,蛋白质含量相对稳定,并均出现 1 次升高的变化,这与龚如团的研究结果相近^[27]。一定时间(正常播种至 30 d)内播种对中熟组和早熟组大豆的脂肪含量影响较小,说明这两组大豆脂肪含量对环境变化的适应性相对较强,而晚熟组大豆的适应性相对较差。由于蛋脂总量受蛋白质含量影响大,所以,其变化趋势与蛋白质含量变化趋势相近。此外,不论哪个熟期组的大豆,播期延迟超过 30 d,其各项品质指标都将会极显著降低,整体品质发生严重恶化。

4 结论

本研究发现,不同熟期组(生育日数)与不同播期处理对大豆品质影响的互作效应达极显著,同一熟期组大豆品质在不同播期处理间存在差异,同

时,不同播期处理对不同熟期组大豆品质指标的影响存在差异。中熟组大豆在沈阳地区 5 月 13 日至 6 月 12 日期间播种、晚熟组大豆在 5 月 13 日至 6 月 2 日期间播种,蛋白质含量随播期推迟变化不显著,相对于早熟组大豆具有较好的稳定性;早熟组大豆在 5 月 13 日至 6 月 12 日期间晚播、中熟组大豆在 5 月 13 日至 6 月 2 日期间晚播,脂肪含量变化不显著,相对于晚熟组大豆具有较好的稳定性;不同熟期组大豆蛋脂总量随播期延迟而变化的趋势与蛋白质含量基本一致。在沈阳地区,大豆播期推迟到 6 月 22 日以后,不仅对产量有较大影响,对品质也有十分显著的不利影响。本研究认为在选择适宜晚播的大豆品种时应以生育日数适中的中熟组高产优质品种为宜。

参考文献

[1] 曹永强,宋书宏,董丽杰.大豆蛋白质和油分含量遗传研究进展[J].大豆科学,2012,31(2):316-319. (CAO Y Q, SONG S H, DONG L J. Research progress on heredity of protein and oil content in soybean [J]. Soybean Science, 2012, 31 (2): 316-319.)

[2] 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):313-320. (DING Z L. Effect of climatic conditions on chemical quality of soybean [J]. Acta Agronomica Sinica, 1965 (4): 313-320.)

[3] 杨加银,徐海斌,徐海风.栽培因子对高油大豆产量及品质性状的影响[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): 196-199.)

[4] 阚冲,刘鸿雁,石贵阳,等.施磷对不同大豆品种产量和品质的影响[J].贵州农业科学,2020,48(11):13-18. (KAN C, LIU H Y, SHI G Y, et al. Effect of phosphorus application on yield and quality of different soybean varieties [J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2020, 48(11): 13-18.)

[5] 陈维元,姜世波,石绍河,等.不同生态区/施肥组合及播期对绥农 20 产量及品质的影响[J].大豆科学,2004,23(3):205-208. (CHEN W Y, JIANG S B, SHI S H, et al. Effect on different ecological regions fertilizer combinations and planting dates to yield and quality of soybean cultivar Suinong 20 [J]. Soybean Science, 2004, 23(3): 205-208.)

[6] 谢志涛,谢甫绶,王海英,等.不同种植密度和施肥水平对大豆籽粒品质的影响[J].种子,2006,25(3):60-62. (XIE Z T, XIE F T, WANG H Y, et al. Effects of different planting density and fertilization level on soybean seed quality [J]. Seed, 2006, 25(3): 60-62.)

[7] 张伟,张惠君,王海英,等.株行距和种植密度对高油大豆农艺性状及产量的影响[J].大豆科学,2006,25(3):283-287. (ZHANG W, ZHANG H J, WANG H Y, et al. Effects of spacings and planting densities on agronomic traits and yield in high-oil soybeans [J]. Soybean Science, 2006, 25 (3):

283-287.)

[8] 胡哲, 杨红燕, 卢健, 等. 播期和密度对夏大豆南农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 planting density on yield and protein content of summer soybean Nannong 47 [J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 2019, 60(8): 1406-1407.)

[9] DAHMARDEH M, 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 Sciences, 2010, 9(7): 432-436.

[10] 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 L 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.)

[11] 冯丽娟, 朱洪德, 于洪久. 栽培措施对高油大豆产量及品质性状的影响[J]. 中国油料作物学报, 2008, 30(2): 206-211. (FENG L J, ZHU H D, YU H J. Environmental effect on yield and quality of high-oil soybean[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2008, 30(2): 206-211.)

[12] 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.)

[13] 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, 1015. (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, 1015.)

[14] 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 soybean yield and quality[J]. Tillage and Cultivation, 2005(5): 35-36.)

[15] 许海涛, 许波, 王友华. 不同播期和优化施肥对高油大豆产量及品质的影响[J]. 山西农业科学, 2007, 35(5): 51-53. (XU H T, XU B, WANG Y H. Effects of different planting dates and optimum fertilization to yield and quality of high oil soybean [J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2007, 35(5): 51-53.)

[16] 陈锦坤, 孙正国, 徐秀银, 等. 播期对专用高蛋白大豆产量和品质的调节效应[J]. 大豆科学, 2007, 26(1): 89-91, 99. (CHEN J K, SUN Z G, XU X Y, et al. Effects of sowing dates on yield and quality of special high protein content soybean [J]. Soybean Science, 2007, 26(1): 89-91, 99.)

[17] 吴海英, 张明荣. 不同播期对夏大豆南豆12产量和品质的影响[J]. 大豆科技, 2009(6): 30-32. (WU H Y, ZHANG M R. Effects of different planting dates on yield and quality in summer

soybean Nandou12 [J]. Soybean Science & Technology, 2009(6): 30-32.)

[18] 任继秋, 霍志军, 李菊艳. 大豆品种、播期对其品质及产量的影响[J]. 现代化农业, 2003(9): 13-15. (REN J Q, HUO Z J, LI J Y. Effects of soybean varieties and sowing dates on its quality and yield [J]. Modernizing Agriculture, 2003(9): 13-15.)

[19] 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 theyield quality of soybean [J]. Soybean Science, 2003, 22(1): 45-49.)

[20] 薛红. 播期和品种对大豆品质的影响[J]. 农业科技通讯, 2009(10): 52-54. (XUE H. Effects of sowing date and variety on soybean quality [J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2009(10): 52-54.)

[21] 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.)

[22] 胡明祥, 于德洋, 孟祥勋, 等. 不同生态区域环境对中国大豆品质的影响[J]. 大豆科学, 1990, 9(1): 39-49. (HU M X, YU D Y, MENG X X, et al. The effect of different ecogeographic enviroment on the seed quality of soybeans in China[J]. Soybean Science, 1990, 9(1): 39-49.)

[23] 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, 45. (CHENG Y B, JIANG B Z, CAI S X, et al. Effects of sowing date on yield and quality of summer-sown soybean in South China [J]. Soybean Science, 2010, 29(1): 37-40, 45.)

[24] 于凤瑶, 刘锦江, 辛秀君, 等. 播期对高蛋白大豆产量及品质的影响[J]. 大豆科学, 2008, 27(4): 620-623. (YU F Y, LIU J J, XIN X J, et al. Effects of sowing date on yield and quality of high protein soybean [J]. Soybean Science, 2008, 27(4): 620-623.)

[25] 屈洋, 马雯, 王可珍, 等. 关中西部播期对大豆农艺特性、产量和品质的影响[J]. 大豆科学, 2022, 41(6): 696-702. (QU Y, MA W, WANG K Z, et al. Effects of sowing date on agronomic traits, yield, and quality of soybean in the western area of Guanzhong[J]. Soybean Science, 2022, 41(6): 696-702.)

[26] 王志新. 播期对不同生育期高油大豆油分和产量的影响[J]. 大豆科学, 2007, 26(6): 966-968, 965. (WANG Z X. Influence of sowing date on the oil and yield of different maturity high-oil soybean [J]. Soybean Science, 2007, 26(6): 966-968, 965.)

[27] 龚如团, 崔连群, 刘健. 不同播期对3个大豆品种产量性状及品质的影响[J]. 现代化农业, 2016(7): 3-4. (GONG R T, CUI L Q, LIU J. Effects of different sowing dates on yield traits and quality of three soybean varieties [J]. Modernizing Agriculture, 2016(7): 3-4.)