

播期对川中丘陵区油菜倒伏性状的影响

杨泽鹏¹ 陈红琳¹ 郭娟² 王昌桃¹ 刘定辉¹

(¹ 四川省农业科学院土壤肥料研究所, 610066, 四川成都; ² 四川省大英县气象局, 629300, 四川大英)

摘要 油菜机械化生产中, 植株倒伏是影响机械化收获的重要因素。为探讨不同播种期对川中丘陵区油菜倒伏性状的影响, 以川油 36 和蓉油 18 为供试材料, 分别设置 9 月 22 日、9 月 29 日、10 月 6 日、10 月 13 日和 10 月 20 日 5 个播期处理, 分析不同播期条件下油菜生育期气象因子、倒伏性状指标的变化情况。结果表明, 随播种期推迟, 油菜生育期内的降水量、积温、日均最高气温、日均最低气温和日照时长均逐渐下降, 生育期逐渐缩短, 成熟期植株株高、分枝部位、根颈粗、茎秆粗降低, 倒伏系数增加。油菜抗倒伏能力在 9 月 22–29 日播期处理之间最强。因此, 川中丘陵区油菜的适宜播期为 9 月下旬。

关键词 油菜; 播期; 川中丘陵区; 倒伏性状; 气象因子

油菜是我国重要油料作物, 也是食用油的主要来源, 常年种植面积稳定在 $7.4 \times 10^6 \text{hm}^2$, 提供了国产食用植物油的 60% 左右^[1]。随着现代农业栽培模式的转变和农村剩余劳动力结构的调整, 机械化收获成为发展油菜生产的必然选择。2015 年我国机械化收获的油菜仅为 14.37%, 与加拿大等发达国家 100% 的机收率相比有较大差距^[2]。倒伏是植株由于自身或环境因素引起的, 油菜倒伏增加了机械化收获难度和收获损失率, 是制约油菜机械化收获水平的重要因素^[3]。同时, 倒伏会引起油菜产量和菜子品质降低, 增加油菜病虫害的发生, 严重影响油菜生产的经济效益^[4]。前人对油菜倒伏开展了较多研究, 有学者认为株高、分枝部位、茎秆粗、根颈粗等植株性状与油菜的抗倒伏能力有关^[3], 同时为了更全面反映油菜的抗倒伏性, 多采用两个以上的性状进行综合评价, 如株高 \times 鲜重/茎秆抗折力计算得出的倒伏系数^[3,5]。

播期是决定油菜生长发育的重要因子, 适宜的播期对有效利用光、温、水等资源, 改善植株生长发育进程具有重要作用^[6–7]。在实际生产中, 前茬作物收获时间和季节性降水等因素影响油菜适时播种, 导致植株长势较弱产生倒伏而影响收获, 但目前对油菜倒伏的研究多集中于肥水管理^[4]、种植密

度^[8–9]和化学调控^[10]上, 播期对油菜倒伏性状影响的相关研究较少。川中丘陵区是长江流域冬油菜主要种植区之一, 据统计, 2010 年该区域油菜种植面积近 $5.0 \times 10^5 \text{hm}^2$, 总产量超过 $1.0 \times 10^6 \text{t}$, 居中国油菜主产区第三位^[11]。本研究以四川甘蓝型双低冬油菜主推品种“川油 36”和“蓉油 18”为供试材料, 通过设置不同播种时期, 研究播期对油菜倒伏性状的影响, 为川中丘陵区冬油菜机械化生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2016 年 9 月–2017 年 5 月在四川省遂宁市大英县河边镇星花村进行。试验地属亚热带湿润季风区, 海拔 420m, 年平均降水量 930mm, 年均气温 18℃。大田前茬作物为水稻, 土壤肥力均匀。试验田播前耕层土壤 (0–20cm) 基础肥力状况为: 有机质含量 12.4g/kg, 全氮 1.2g/kg, 碱解氮 37.6mg/kg, 速效磷 6.6mg/kg, 速效钾 97.8mg/kg, pH 7.2。

1.2 试验设计

试验供试材料为四川省冬油菜机械化生产的主推品种“川油 36”和“蓉油 18”, 分别由四川省农业科学院作物研究所和成都市农林科学院提供。试验采用分期播种方法, 设置 9 月 22 日、9 月 29 日、10 月 6 日、10 月 13 日和 10 月 20 日 5 个播期处理, 小区面积为 $2.5\text{m} \times 4.0\text{m}$, 3 次重复, 随机区组排列。种植密度为 16.0×10^4 株/ hm^2 , 植株行距和

作者简介: 杨泽鹏, 助理研究员, 从事油菜栽培技术研究

刘定辉为通信作者, 研究员, 从事油菜高产优质高效栽培技术研究

基金项目: 四川省财政创新能力提升工程项目“甘蓝型油菜资源创新及突破性新品种培育”(2016ZYPZ-013); 四川省科技支撑计划项目“优质双低油菜绿色生产及深加工技术集成与产业化示范”(2015NZ0089)

收稿日期: 2018–11–26; 修回日期: 2019–01–21

株距均为 25cm。播种时基施纯 N 180.0kg/hm²、P₂O₅ 90.0kg/hm²、K₂O 75.0kg/hm²、B 3.0kg/hm²，肥料品种分别为尿素（含 N 460g/kg）、过磷酸钙（含 P₂O₅ 120g/kg）、氯化钾（含 K₂O 600g/kg）、速滋硼（含 B 200g/kg），所有肥料均作底肥一次性施入，其他管理措施均与当地大田生产保持一致。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 倒伏相关农艺性状的测定 成熟期每小区连续取样 10 株。将整个植株带根挖出，测定株高、分枝部位、根颈粗和茎秆粗等指标。株高以子叶节至植株顶端的高度表示；分枝部位为一次有效分枝的起点高度；根颈粗为游标卡尺测定的子叶节下 1cm 粗度；茎秆粗为主茎节间伸长区最粗位置的直径。

1.3.2 倒伏系数的测定 将植株主茎除去缩茎段后平均分成 4 段（标记为第 1、2、3、4 段，以离地面最近一段为第 1 段，依次向上，接近分枝一段为第 4 段）。采用 YYD-1 茎秆强度测定仪分别测定 4 段中间部位抗折力。倒伏系数（cm·g/g）= 鲜重（g）× 高度（cm）/ 抗折力（g），鲜重与高度分别为

测定茎段到植株顶部对应的鲜重和高度，抗折力为该段中间抗折力^[9]。

1.3.3 气象资料 试验期间逐日的降水量（mm）、日最高温度（℃）、日最低温度（℃）、日均气温（℃）和日照时数（h）数据均由大英县气象局提供。总积温为油菜生育期内逐日平均气温的总和。

1.4 数据统计分析

采用 Microsoft Excel 2010 处理试验数据，SPSS 22.0 进行数据统计分析，LSD（最小显著差法）进行方差分析和显著性检验，皮尔森相关分析法进行相关分析。

2 结果与分析

2.1 不同播期油菜生育期间光、温、水等的变化

随着油菜播种期的推迟，不同油菜品种生育进程加快，生育期明显缩短（表 1）。10 月 20 日播期处理，川油 36 和蓉油 18 的生育期均较 9 月 22 日播期处理缩短 23d，相当于播期每推迟 1d，生育期缩短 0.8d。同时，油菜生育期内的光、温、水等气

表 1 不同播期油菜生育期内的光、温、水变化
Table 1 Conditions such as light, temperature and water of rape growth period under different sowing dates

品种 Cultivar	播期 (月-日) Sowing date (Month-Day)	生育期 (d) Growth period	总降水量 (mm) Total rainfall	总积温 (℃) Accumulated temperature	日平均最高 气温 (℃) Daily maximum temperature	日平均最低 气温 (℃) Daily minimum temperature	日累计温差 (℃) Daily cumulative temperature difference	日照时长 (h) Sunshine duration
川油 36 Chuanyou36	9-22	224	301.5	3 036.5	17.8	10.7	1 583.9	430.5
	9-29	217	287.4	2 883.7	17.5	10.4	1 533.5	421.7
	10-06	210	288.6	2 711.4	17.0	10.1	1 460.3	382.7
	10-13	207	279.7	2 660.3	17.1	9.9	1 465.2	394.7
	10-20	201	273.5	2 552.2	17.0	9.7	1 451.7	386.0
蓉油 18 Rongyou18	9-22	222	298.5	2 991.9	17.7	10.6	1 567.1	425.8
	9-29	215	285.6	2 839.1	17.4	10.3	1 516.7	421.7
	10-06	209	287.4	2 688.8	17.0	10.0	1 450.4	378.0
	10-13	205	279.3	2 628.2	17.1	9.9	1 472.6	391.3
	10-20	199	273.1	2 520.1	16.9	9.7	1 439.4	382.6

象因子整体均呈逐渐下降趋势。

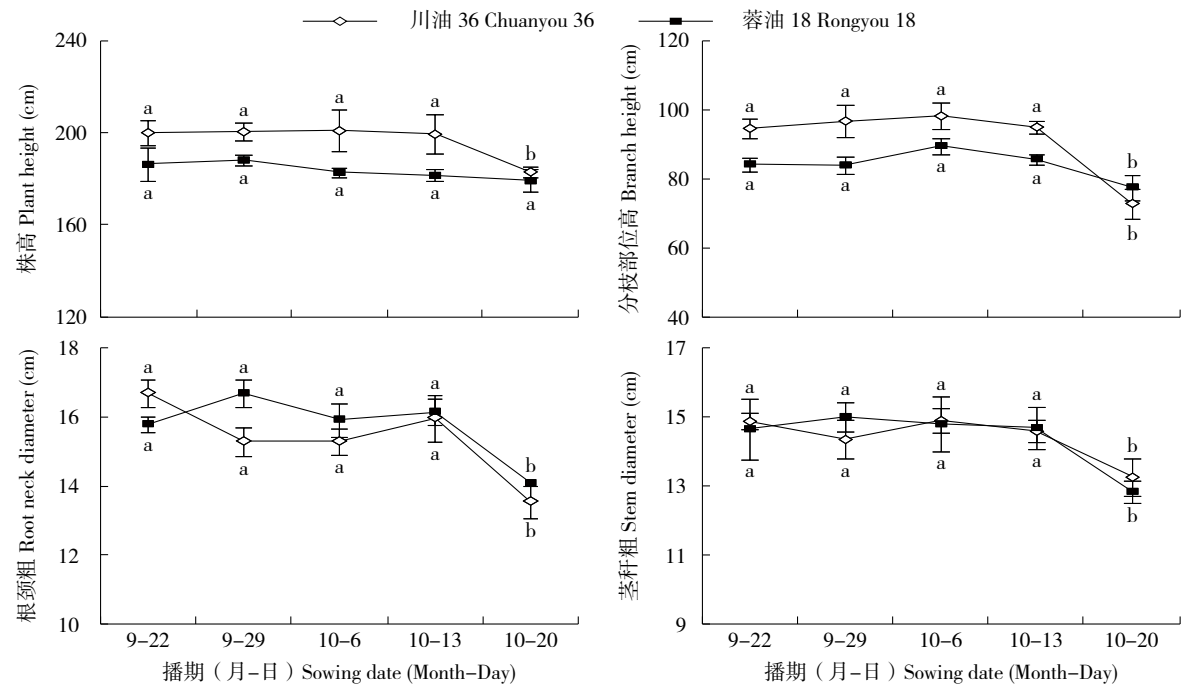
2.2 播期对油菜植株相关农艺性状的影响

研究表明，随着播期的推迟，2 个油菜品种的株高、分枝部位、根颈粗及茎秆粗等性状指标整体呈现逐渐下降趋势，在 9 月 22 日至 10 月 13 日 4 个播期处理间虽有波动，但差异不显著（图 1）。而 10 月 20 日播期处理的株高、分枝部位、根颈粗及茎秆粗与 9 月 22 日播期处理相比，川油 36 分别显著下降了 8.5%、23.0%、18.8% 和 10.9%（*P* < 0.05）；蓉油 18 分别下降了 3.8%、7.9%、10.8% 和

12.4%，分枝部位、根颈粗及茎秆粗的差异达显著水平（*P* < 0.05）。

2.3 播期对油菜倒伏系数的影响

倒伏系数是评价植株抗倒伏能力的重要指标，倒伏系数越小，植株抗倒伏能力越强^[3,9]。研究表明，5 个播期处理的倒伏系数均表现为川油 36 > 蓉油 18。随播期的推迟，2 个油菜品种成熟期植株不同部位鲜重、距顶端高度和茎秆抗折力整体均呈下降趋势，倒伏系数均呈上升趋势（表 2）。10 月 20 日播期处理，川油 36 和蓉油 18 的倒伏系数较 9



不同小写字母代表同一品种不同播期处理在 0.05 水平差异显著
Different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level in the same variety between different sowing date treatments

图 1 播期对油菜植株农艺性状的影响
Fig.1 Effects of sowing time on agronomic character of rape plants

表 2 播期对油菜倒伏系数的影响
Table 2 Effects of sowing date on lodging coefficient of rape

	播期 (月-日) Sowing date (Month-Day)	川油 36 Chuanyou 36					蓉油 18 Rongyou 18				
		No.1	No.2	No.3	No.4	均值 Average	No.1	No.2	No.3	No.4	均值 Average
距顶端高度 Distance from plant top	9-22	195.1a	174.3a	153.4a	132.6a	163.9a	181.3a	163.8a	146.3a	128.8a	155.1a
	9-29	195.5a	174.3a	153.0a	131.7a	163.6a	183.2a	164.3a	145.9a	127.6a	155.3a
	10-06	195.9a	174.1a	152.6a	130.9a	163.4a	177.9a	162.7a	142.3a	125.9a	152.2a
	10-13	194.4a	172.9a	152.1a	132.9a	163.1a	176.6a	164.2a	145.4a	126.7a	153.2a
	10-20	178.1b	162.7b	147.3b	131.8a	155.0b	174.3a	157.6b	140.9a	124.3a	149.3a
鲜重 Fresh weight	9-22	130.3a	114.2a	104.8a	97.5a	111.7a	120.2a	100.5a	90.77a	81.24a	98.20a
	9-29	130.9a	112.0a	100.3a	91.0ab	108.6a	120.1a	105.5a	92.03a	78.78a	99.11a
	10-06	120.6a	100.8a	87.9b	78.4b	96.9b	108.6b	91.03b	79.53b	71.86b	87.75a
	10-13	115.1a	98.0a	85.7b	74.4b	93.3b	95.49c	83.43b	75.79b	70.61b	81.33b
	10-20	108.9b	97.4a	93.1b	82.9b	95.6b	91.78c	77.17b	66.95c	59.70c	73.90b
抗折力 Breaking-resistant strength	9-22	11.77a	9.09a	7.85a	6.42a	8.78a	12.60a	10.11a	8.74a	7.22a	9.67a
	9-29	10.90a	8.24b	7.14a	5.33ab	7.90ab	11.83a	10.77a	9.07a	6.53a	9.55a
	10-06	8.26ab	6.45b	5.75b	4.09b	6.14b	9.42b	7.41b	6.25b	5.20b	7.07b
	10-13	7.72b	6.27b	5.11b	3.87b	5.74b	7.21b	6.99b	5.83b	5.29b	6.33b
	10-20	5.96c	4.91c	4.31c	3.72b	4.73c	5.67c	4.49c	3.43c	3.13c	4.18c
倒伏系数 Lodging coefficient	9-22	2.16c	2.19c	2.05c	2.01c	2.10c	1.73c	1.61c	1.48c	1.45b	1.58c
	9-29	2.35b	2.37b	2.15c	2.25c	2.28c	1.86c	1.63c	1.52c	1.54b	1.62c
	10-06	2.86ab	2.72b	2.33b	2.51b	2.61b	2.05b	1.96b	1.81b	1.74b	1.90b
	10-13	2.90ab	2.70b	2.55b	2.55b	2.68b	2.34b	2.00b	1.89b	1.69b	1.97b
	10-20	3.25a	3.23a	3.18a	2.94a	3.15a	2.82a	2.71a	2.75a	2.37a	2.66a

注: No.1、No.2、No.3 和 No.4 分别表示除去缩茎段后, 将主茎分为 4 段, 从地面往上第 1、2、3、4 段; 表中同一列不同字母表示差异达 0.05 显著水平
Note: No.1, No.2, No.3, and No.4 indicate the first, second, third and fourth part from bottom to the top when averaged the main stem; Values within a column followed by different letters are significantly difference at P=0.05

月 22 日播期处理分别显著增加了 49.94% 和 68.32% ($P<0.05$)。在构成倒伏系数的 3 个要素中, 茎秆抗折力下降幅度最大, 10 月 20 日播期处理的川油 36 和蓉油 18 的主茎 4 段平均抗折力较 9 月 22 日播期处理显著下降了 46.13% 和 56.77% ($P<0.05$), 而 2 个品种不同部位距顶端高度降幅为 3.76%~5.43%, 鲜重降幅为 14.42%~24.74%。成熟期油菜的抗倒伏能力随播期推迟逐渐减弱, 2 个品种抗倒伏能力在 9 月 22 日-9 月 29 日播期处理均较强, 10 月 20 日播期处理油菜抗倒伏能力最弱。

2.4 植株性状和生育期内气象因子相关性分析

相关分析结果表明, 各气象因子中, 仅生育期降水量、总积温与 2 个油菜品种的株高、根颈粗、茎秆粗之间呈显著相关关系, 其中, 与川油 36 的根颈粗呈极显著正相关关系, 相关系数分别为 0.683 和 0.652, 其余气象因子仅与蓉油 18 的株高、川油 36 的根颈粗呈显著相关关系 (表 3)。说明本试验条件下, 不同播期处理生育期内影响植株发育的气象因子主要为降水量和总积温, 且对植株株高、根颈粗和茎秆粗的影响最明显。

表 3 油菜植株性状与生育期气象因子的关系
Table 3 Relationship between agronomic characters of rape and climate factors

农艺性状 Agronomic character	品种 Cultivar	降水量 Total rainfall	总积温 Accumulated temperature	日均最高气温 Daily maximum temperature	日均最低气温 Daily minimum temperature	日累计温差 Temperature difference	总日照时长 Sunshine duration
株高 Plant height	川油 36 Chuanyou 36	0.547*	0.527*	0.346	0.510	0.365	0.345
	蓉油 18 Rongyou 18	0.518*	0.618*	0.569*	0.623*	0.578*	0.593*
分枝部位 Branch height	川油 36 Chuanyou 36	0.500	0.456	0.270	0.469	0.284	0.284
	蓉油 18 Rongyou 18	0.431	0.256	0.006	0.300	0.044	-0.031
根颈粗 Root neck diameter	川油 36 Chuanyou 36	0.683**	0.652**	0.565*	0.639*	0.570*	0.531*
	蓉油 18 Rongyou 18	0.528*	0.571*	0.268	0.377	0.273	0.309
茎秆粗 Stem diameter	川油 36 Chuanyou 36	0.620*	0.604*	0.442	0.460	0.469	0.379
	蓉油 18 Rongyou 18	0.665*	0.621*	0.316	0.474	0.331	0.332

注: *、** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平显著相关, 下同
Note: * and ** indicate significant correlation at 0.05 and 0.01 probability level, respectively, the same below

2.5 油菜植株性状和倒伏系数相关性分析

相关分析结果表明, 2 个油菜品种的倒伏系数与油菜株高、分枝部位、根颈粗、茎秆粗、茎秆抗折力等性状均呈显著负相关关系, 与距顶端高度、

鲜重无显著相关关系 (表 4)。其中, 川油 36 和蓉油 18 的倒伏系数与油菜茎秆抗折力、根颈粗、茎秆粗之间均呈极显著负相关关系, 相关系数分别为 -0.773, -0.639, -0.760 和 -0.757, -0.685、-0.699。

表 4 不同播期油菜植株性状和倒伏系数间的相关关系
Table 4 Relationship between agronomic characters and lodging coefficients of rape under different sowing dates

品种 Cultivar	指标 Indicator	鲜重 Fresh weight	茎秆抗折力 Stem breaking-resistant strength	倒伏系数 Lodging coefficient	株高 Plant height	分枝部位 Branch height	根颈粗 Root neck diameter	茎秆粗 Stem diameter
川油 36 Chuanyou 36	距顶端高度 Distance from plant top	0.721**	0.361	-0.219	0.729*	0.377	0.445	0.421
	鲜重 Fresh weight		0.412	0.388	0.461	0.280	0.332	0.409
	茎秆抗折力 Stem breaking-resistant strength			-0.773**	0.624*	0.494	0.675**	0.756**
	倒伏系数 Lodging coefficient				-0.536*	-0.588*	-0.639**	-0.760**
	株高 Plant height					0.845**	0.715**	0.770**
	分枝部位 Branch height						0.723**	0.726**
	根颈粗 Root neck diameter							0.879**
蓉油 18 Rongyou 18	距顶端高度 Distance from plant top	0.831**	0.631*	0.251	0.662*	0.429	0.605*	0.624*
	鲜重 Fresh weight		0.586*	0.433	0.504	0.296	0.556*	0.480
	茎秆抗折力 Stem breaking-resistant strength			-0.757**	0.408	0.478	0.880**	0.875**
	倒伏系数 Lodging coefficient				-0.537*	-0.576*	-0.685**	-0.699**
	株高 Plant height					0.237	0.511*	0.602*
	分枝部位 Branch height						0.398	0.535*
	根颈粗 Root neck diameter							0.918*

因此,各植株性状指标中对成熟期油菜倒伏系数的影响大小顺序为茎秆抗折力>茎秆粗>根颈粗>分枝部位>株高>鲜重>距顶端高度。

3 讨论

3.1 播期对作物生育期内光、温、水利用的影响

适宜的播期有利于作物生长发育和光、温生态条件的充分利用^[6,12-13]。Wang等^[6]的播期研究结果表明,播期推迟天数与生育期长短呈负相关关系,播期每推迟1周,武汉、石门、南京等地的油菜生育期分别减少6.7、5.7和3.0d。朱大伟等^[14]对水稻品种“南粳9108”的研究表明,播期推迟导致生长季总积温下降,水稻对温、光、水资源的利用率也明显降低。宋丰萍等^[13]在研究春播油菜光温因子与农艺性状相关性中发现,光温因子与油菜分枝、开花等因素显著相关。本研究通过对川油36和蓉油18的播期试验亦表明,播期推迟导致油菜生育期明显减短,播种期每推迟1d,油菜生育期缩短0.8d。因此,播期导致油菜对光、温、水等条件利用的改变,是影响油菜正常生长发育的重要原因。

3.2 播期对油菜倒伏相关农艺性状及倒伏系数的影响

较强的抗倒伏能力是作物高产、稳产的保证。前人研究表明作物株型、根系形态、茎秆结构等与其抗倒伏能力密切相关,借助株高、分枝部位、根颈粗、茎秆粗等容易观察又能准确测量的指标,可以在一定程度上预测植株发生倒伏的可能性^[5,15-16]。刘志强^[17]在研究播期对油菜生长发育的影响中发现,中双10号和华杂9号的株高、分枝部位随播期推迟逐渐下降。韩梅^[8]的研究亦表明,播期推迟导致中双220株高、茎粗等性状显著下降。这和本试验条件下播期推迟导致油菜株高、分枝部位、根颈粗和茎秆粗均降低的研究结果一致,这是由于播期推迟导致降水量和总积温减少,植株对光、温、水条件的利用降低,干物质积累较少,显著影响了植株株高、根颈粗和茎秆粗的发育。

本研究同时选用了倒伏系数作为评价植株抗倒伏性的指标。倒伏系数由株高、鲜重和茎秆抗折力3个要素计算得出,不依赖于气候条件及倒伏是否发生,具有可操作性和重复性,这在前人^[3,9,15]的诸多研究中得到证实。本试验条件下,随播期的推迟,不同品种的茎秆抗折力下降幅度均较大,9月22日

和9月29日播期处理,成熟期油菜倒伏系数较小,而其余播期处理油菜的倒伏系数显著升高,表明播期推迟降低了成熟期油菜的抗倒伏能力。

3.3 不同播期处理油菜农艺性状和倒伏系数之间的相关关系

强大的根颈和茎秆是油菜植株抵御外界不良环境的基础,同时对植株地上部起着良好的支撑作用^[5,18]。刘唐兴等^[19]对不同抗倒性油菜品种的研究结果表明,提高油菜抗倒性首先要提高主茎的抗折强度,其次发达的根系是防止油菜发生倒伏的重要性状。本研究相关分析结果表明,油菜茎秆抗折力、茎秆粗与根颈粗和倒伏系数呈显著相关关系,这与前人的研究结论一致,播期推迟导致油菜植株茎秆抗折力较正常播期显著下降,因此后期更容易受风、雨等外界环境的影响而发生倒伏。本试验研究结果还表明,株高和分枝部位高与倒伏系数呈显著负相关,这与一般研究中株高、分枝部位越高,植株越容易发生倒伏的结论不一致^[3,16],而程富丽等^[20]和师恭曜^[21]对玉米和油菜的相关研究出现株高、分枝部位和作物的抗倒伏能力不相关的结论,这可能与株高和分枝部位受生育期缩短和气候条件差异对植株生长发育的综合影响有关,本研究中各植株性状指标中对成熟期油菜倒伏系数的影响大小顺序为茎秆抗折力>茎秆粗>根颈粗>分枝部位>株高>鲜重>距顶端高度。因此,不能简单地以株高和分枝部位来判断油菜的抗倒伏能力,而应结合根颈粗、茎秆粗、茎秆特性等指标综合评价。

综上所述,播期推迟导致油菜抗倒伏能力下降主要是由于播期推迟,油菜生育期内各气象因子尤其降水量和总积温下降,植株生育期缩短,株高、分枝高、根颈粗、茎秆粗、茎秆抗折力等性状指标均下降,且与倒伏系数极显著相关的茎秆抗折力、根颈粗、茎秆粗降幅最大,进而导致倒伏系数增加。因此,受气候条件影响导致播期推迟情况下,如何改善油菜的根颈粗和茎秆粗等性状,提高油菜茎秆抗折力以提高植株抗倒伏能力,还有待进一步研究。

本试验条件下油菜抗倒伏能力在9月22日-9月29日播期处理最强,10月20日播期处理最弱。因此,川中丘陵区油菜品种的适宜播期为9月下旬。

参考文献

- [1]鲁剑巍.中国油菜生产的高产高效氮素管理.中国农业科学,2016,49(18):3504-3505.

- [2]刘成,黄杰,冷博峰,等.我国油菜产业现状、发展困境及建议.中国农业大学学报,2017,22(12):203–210.
- [3]马霓,李玲,徐军,等.甘蓝型油菜抗倒伏性及农艺性状研究.作物杂志,2010(6):36–41.
- [4]蒯婕,左青松,陈爱武,等.不同栽培模式对油菜产量和倒伏相关性状的影响.作物学报,2017,43(6):875–884.
- [5]黄文辉,王会,梅德圣.农作物抗倒性研究进展.作物杂志,2018(4):13–19.
- [6]Wang S, Wang E, Wang F, et al. Phenological development and grain yield of canola as affected by sowing date and climate variation in the Yangtze River Basin of China. Crop and Pasture Science, 2012, 63(5): 478–488.
- [7]任永峰,梅丽,杨亚东,等.播期对藜麦农艺性状及产量的影响.中国生态农业学报,2018,26(5):643,656.
- [8]韩梅.播期、密度对直播油菜生长发育、产量及品质的影响.重庆:西南大学,2016.
- [9]李小勇,周敏,王涛,等.种植密度对油菜机械收获关键性状的影响.作物学报,2018,44(2):278–287.
- [10]杨阳,蒯婕,吴莲蓉,等.多效唑处理对直播油菜机械收获相关性状及产量的影响.作物学报,2015,41(6):938–945.
- [11]黄亿,李廷轩,张锡洲,等.基于“3414”试验的川中丘陵区油菜施肥指标体系构建.中国农业科学,2013,46(10):2058–2066.
- [12]吴永成,徐亚丽,彭海浪,等.播期及种植密度对直播油菜农艺性状和产量品质的影响.西南农业学报,2015(2):534–538.
- [13]宋丰萍,蒙祖庆,窦胜玮,等.春播半冬性甘蓝型油菜光温因子与产量及农艺性状的典型相关分析.中国生态农业学报,2015,23(8):987–993.
- [14]朱大伟,郭保卫,张洪程,等.播期对优质米“南粳9108”生长特性及积温光照利用的影响.生态学杂志,2014,33(11):3010–3017.
- [15]梁海燕,李海,林凤仙,等.不同糜子品种抗倒伏性田间鉴定及抗倒评价指标的筛选分析.作物杂志,2018(4):37–41.
- [16]陈新军,戚存扣,浦惠明,等.甘蓝型油菜抗倒性评价及抗倒性与株型结构的关系.中国油料作物学报,2007,29(1):54–57.
- [17]刘志强.播期对油菜生长发育的影响研究.武汉:华中农业大学,2008.
- [18]刘海卿,孙万仓,刘自刚,等.北方不同生态区白菜型冬油菜农艺性状变化分析.中国生态农业学报,2015,23(6):694–704.
- [19]刘唐兴,官春云.不同密度的油菜根系特征和产量与倒伏之间的相关性初探.西南农业学报,2008,21(1):23–25.
- [20]程富丽,杜雄,刘梦星,等.玉米倒伏及其对产量的影响.玉米科学,2011,19(1):105–108.
- [21]师恭曜.甘蓝型油菜茎秆抗倒伏性构成因素的鉴定与评价.郑州:郑州大学,2010.

Effects of Sowing Date on Lodging Traits of Rape in the Hilly Central Sichuan Basin, China

Yang Zepeng¹, Chen Honglin¹, Guo Juan²,
Wang Changtao¹, Liu Dinghui¹

(¹Soil and Fertilizer Research Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066, Sichuan, China;

²Daying Meteorological Bureau, Daying 629300, Sichuan, China)

Abstract Plant lodging is an important factor in mechanized harvesting of rape. This experiment explored the effects of different sowing dates on lodging traits of rape in the Hilly Central Sichuan Basin. Chuanyou 36 and Rongyou 18 were used as test materials. Five sowing dates were set up on September 22, September 29, October 6, October 13 and October 20. The changes of meteorological factors and lodging characters in rape growth period under different sowing dates were analyzed. The results showed that with the delay of sowing date, the precipitation, accumulated temperature, daily maximum temperature, daily minimum temperature and sunshine duration decreased gradually leading to the shortened growth period of different rape varieties. The plant height, branch height, root neck diameter, stem diameter decreased and lodging coefficient increased. The lodging resistance of rape was the strongest at the sowing date between September 22 and 29. It could be concluded that the suitable sowing date of rape in the Hilly Central Sichuan Basin was late September.

Key words Rape; Sowing date; Hilly Central Sichuan Basin; Lodging traits; Climate factors