

不同栽培措施对直播早熟油菜机械收获相关性状的影响

徐江林,王 强*,李 祯,彭 烨

(湖南农业大学油料研究所,长沙 410128)

摘 要:油菜机械化生产是目前油菜高效栽培的主要途径之一,为探究适合直播早熟油菜机械收获的最佳栽培模式,以特早熟甘蓝型油菜品系‘1358’为材料,共设置3个播种期、3个栽培密度和2个施肥水平,研究不同栽培措施对直播早熟油菜机械收获相关性状的影响。结果表明:迟播能缩短油菜的生育期,而密度和肥料处理对生育期影响不大。不同处理间,株高随着播期推迟和密度增大而降低,增施肥料能增加油菜株高。一次分枝的数量和分枝位与播期、密度显著相关,而肥料对其影响不显著。在油菜分枝位方面,3个因素的组合处理均在68 cm以上,适合油菜机械收获的要求。此外,早熟油菜播种越早产量越高,增加施肥量能提高油菜产量。本研究中,在同一施肥量条件下,10月20日播种,随着密度增加减产幅度增大;10月30日和11月9日播种,产量则随着密度的增加而提高。综合农艺性状和产量表现,提出了直播早熟油菜10月底播种,每公顷栽培90万株,施用复合肥(有效成分48%,N、P、K含量均为16%)900 kg的农机与农艺相配套的最优栽培模式。

关键词:早熟油菜;机械化收获;播种期;密度;施肥

中图分类号:S565.404

文献标识码:A

文章编号:1001-5280(2017)04-0408-07

DOI:10.16848/j.cnki.issn.1001-5280.2017.04.14

Effects of Different Cultivation Measures on Mechanical Harvest Characters of Direct Seeded Rapeseed

XU Jianglin, WANG Qiang*, LI Zhen, PENG Ye

(Oil Institute of Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China)

Abstract: Mechanical production of rapeseed is one of the main ways of high efficient cultivation of rapeseed. In order to find the best cultivation model that suitable for the mechanical harvest of direct seeded early maturing rapeseed, the special early maturing rapeseed "1358" was used as the material in this experiment. Three sowing times, three planting density and two fertilization levels were designed to study the cultivation measures of mechanical harvest of direct early-maturing rapeseed. Results showed that late sowing could shorten the growth period of rapeseed, but the effect of density and fertilizer treatment on the growth period was not affected. Among the treatments, the plant height decreased as the delay of sowing date and the increase of density. The number and the position of the primary branch were significantly correlated with the sowing date and density, but the fertilizer had no significant effect. The rape branch positions of all the treatments were higher than 68 cm, which was suitable for the mechanical harvesting of rapeseed. In addition, the earlier the sowing of early maturing rapeseed, the higher the yield. In this study, at the same amount of fertilizer, the rape yield when sowed in October 20th decreased with the increase of density. The rape yield sowed at October 30th and in November 9th, increased with the increase of density. The best cultivation pattern, which suitable for agricultural machinery and agronomic best combination of cultivation measures, was proposed for the early maturity rapeseed, its sowing date is in late October to early Novem-

收稿日期:2017-03-20

作者简介:徐江林(1990-),男,硕士研究生,Email:404199408@qq.com; *王强:与第一作者同等贡献。

基金项目:国家科技支撑计划(2014BAD11B03)。

ber, sowing density is 90 000 plants/hm², and fertilization should be compound fertilizer (available component 48% ,N,P, K content is 16) 900 kg.

Keywords: early maturity rapeseed; mechanization harvest; sowing date; density; fertilizer

油菜作为我国重要的油料作物之一,种植面积和产量高居世界第一^[1]。长江流域及其以南地区是我国最大的油菜种植区,对我国冬闲田的利用以及粮油安全和稳定起了非常关键的作用^[2]。长江流域地区种植模式以稻—油和稻—稻—油多熟制为主,油菜与水稻的季节矛盾突出。虽然油菜早熟品种的主要特性和鉴定选育方法方面取得了一定的进展^[3],育成了特早熟油菜品种,而且为了实现油菜的高产优质栽培,目前国内研究主要集中在栽培因子如播期、肥料和密度单因素或两两互作对早熟油菜农艺性状和产量及产量构成的影响^[4-9],但针对油菜种植费时费工、经济效应低下的问题研究较少。即使前人提出了早熟油菜“机播机收、适度管理”栽培模式^[10,11],但国内对不同栽培措施对于油菜机械化作业影响的研究依然较少。已有的研究大多数集中在密度^[12]、施氮量和密度^[13,14]以及播期和密度^[15]等单因素或两因素对油菜机械化收割的影响,一般认为播期越早,产量越高,密度45万~75万

株/hm²,施氮量因品种不同有较大差异。而播期、密度和施肥水平三因子互作对早熟油菜机械收获的影响尚未见报道。本研究结合适合油菜全程机械化作业的育种新概念^[16],以特早熟甘蓝型油菜品种(系)‘1358’为材料,探讨不同栽培措施对早熟油菜机械收获的影响,使油菜性状达到株型紧凑,株高适中,花期集中,成熟期一致,筛选出与最佳早熟油菜机械收获匹配的栽培措施,为长江流域多熟制油菜的机械轻简化高效栽培提供科学依据和实践指导。

1 材料与方法

1.1 试验地和材料

2013~2015年连续2个生长季在长沙市湖南农业大学耘园油菜基地进行田间试验。供试品种为特早熟甘蓝型油菜品种(系)‘1358’,由国家油料改良中心湖南分中心选育。供试土壤的基本性状如表1。

表1 供试土壤的基本性状

Table 1 Basic properties of the experimental soil

年份	pH值	有机质(g/kg)	全氮(g/kg)	碱解N(mg/kg)	有效P(mg/kg)	速效K(mg/kg)
2013-2014	5.8	31.7	1.18	132.9	45.9	172
2014-2015	5.7	28.5	1.04	126.2	43.5	175

1.2 试验设计

本试验设置3个播期:T1.10月20日,T2.10月30日,T3.11月9日;3个密度:D1.30万株/hm²,D2.60万株/hm²,D3.90万株/hm²;2个施肥水平(复合肥,有效成分48%,N、P、K含量均为16%):

F1.450 kg/hm²,F2.900 kg/hm²。共18个处理。采用直播的方式,随机区组排列,4次重复。小区面积2.0 m×10.0 m。前茬为水稻,水稻收获后翻耕土壤,肥料全部作基肥施用。

表2 18个处理组合详情

Table 2 Details of the 18 treatment combinations

序号	处理组合	处理内容
1	T1D1F1	10-20播种,密度为30万株/hm ² ,施肥水平为450 kg/hm ²
2	T1D1F2	10-20播种,密度为60万株/hm ² ,施肥水平为900 kg/hm ²
3	T1D2F1	10-20播种,密度为90万株/hm ² ,施肥水平为450 kg/hm ²
4	T1D2F2	10-20播种,密度为30万株/hm ² ,施肥水平为900 kg/hm ²
5	T1D3F1	10-20播种,密度为60万株/hm ² ,施肥水平为450 kg/hm ²
6	T1D3F2	10-20播种,密度为90万株/hm ² ,施肥水平为900 kg/hm ²
7	T2D1F1	10-30播种,密度为30万株/hm ² ,施肥水平为450 kg/hm ²

(续表 2)

序号	处理组合	处理内容
8	T2D1F2	10-30 播种, 密度为 60 万株/hm ² , 施肥水平为 900 kg/hm ²
9	T2D2F1	10-30 播种, 密度为 90 万株/hm ² , 施肥水平为 450 kg/hm ²
10	T2D2F2	10-30 播种, 密度为 30 万株/hm ² , 施肥水平为 900 kg/hm ²
11	T2D3F1	10-30 播种, 密度为 60 万株/hm ² , 施肥水平为 450 kg/hm ²
12	T2D3F2	10-30 播种, 密度为 90 万株/hm ² , 施肥水平为 900 kg/hm ²
13	T3D1F1	11-09 播种, 密度为 30 万株/hm ² , 施肥水平为 450 kg/hm ²
14	T3D1F2	11-09 播种, 密度为 60 万株/hm ² , 施肥水平为 900 kg/hm ²
15	T3D2F1	11-09 播种, 密度为 90 万株/hm ² , 施肥水平为 450 kg/hm ²
16	T3D2F2	11-09 播种, 密度为 30 万株/hm ² , 施肥水平为 900 kg/hm ²
17	T3D3F1	11-09 播种, 密度为 60 万株/hm ² , 施肥水平为 450 kg/hm ²
18	T3D3F2	11-09 播种, 密度为 90 万株/hm ² , 施肥水平为 900 kg/hm ²

1.3 测定内容和方法

1.3.1 生育进程记载

按照油菜品种区域试验品种考察项目统一调查记载标准进行观测记载不同生育阶段, 包括出苗期、抽薹期、现蕾期、初花期、盛花期、终花期、成熟期、收获期。全生育期天数: 从出苗到成熟的天数。

1.3.2 成熟期植株性状考察及测产

油菜成熟后采用 5 点取样法, 各处理取样 10 株考种, 包括株高、分枝数、分枝位、每株角果数、主花序长、主花序角果数、角果粒数、千粒质量、单株产量、分枝位(即第一个一次有效分枝距离地面高度)、分枝层(即第一个一次有效分枝到最后一次有效分枝之间的高度)。以实收小区产量测产。

1.4 数据处理与分析

试验数据采用 Excel 处理, 并用 SPSS17.0 对数

据进行方差分析和差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同处理对油菜生育期的影响

由表 2 可以看出, 10 月 20 日播种的油菜全生育期为 189~190 d, 比 10 月 30 日播种的长 6~7 d, 10 月 30 日播种的油菜比 11 月 9 日播种的生育期长 9 d。同一播期内, 不同肥料用量、密度对油菜全生育期没有影响。在油菜的各生育阶段, 苗期、现蕾期和角果期的天数随着播期的推迟而减少, 11 月 9 日播种的油菜苗期天数比 10 月 20 日、10 月 30 日播种的短 7 d 和 5 d, 现蕾期短 10 d 和 4 d, 角果期短 5 d 和 3 d。由于 T3 播种时温度较低, 苗前期时间比另外两个播期长 2 d, 抽薹时间比 T1 长 4~6 d, 比 T2 短 2~4 d, 而在花期方面, 3 个播期处理都在 23 d 左右, 时间较短。

表 3 不同处理下油菜生育进程(d)

Table 3 Growth process of rapeseed under different treatments (Days)

处理	苗前期	苗期	抽薹期	现蕾期	花期	角果期	全生育期
T1D1F1	5	64	22	40	24	35	190
T1D1F2	5	64	22	40	24	35	190
T1D2F1	5	64	21	41	24	35	190
T1D2F2	5	64	22	40	24	35	190
T1D3F1	5	63	22	41	23	35	189
T1D3F2	5	63	21	42	23	35	189
T2D1F1	5	61	29	34	22	32	183
T2D1F2	5	61	29	34	22	32	183
T2D2F1	5	61	29	34	22	32	183
T2D2F2	5	61	29	34	22	32	183
T2D3F1	5	60	30	34	22	32	183
T2D3F2	5	60	29	35	22	32	183
T3D1F1	7	57	26	30	23	30	173

(续表3)

处理	苗前期	苗期	抽薹期	现蕾期	花期	角果期	全生育期
T3D1F2	7	57	27	30	23	30	174
T3D2F1	7	57	27	30	23	30	174
T3D2F2	7	57	27	30	23	30	174
T3D3F1	7	57	27	30	23	30	174
T3D3F2	7	56	27	30	24	30	174

2.2 不同处理对油菜农艺性状的影响

2.2.1 株高

由表4可以看出,相同肥料、密度处理下,随着播期的推迟,株高总体呈现降低趋势,其中T1D1F1和T2D1F1两个处理株高基本一致;3个播期的平均株高分别为150、140和130 cm。同一播期内随着栽培密度的增加,油菜的株高则呈现降低的趋势,除了11月9日播种的油菜之外,同一播期内随着施肥量的增加,油菜的株高均呈现升高的趋势。

2.2.2 分枝数

从表4可以明显看出,同一播期和相同的施肥条件下,密度对油菜一次分枝数的影响随着密度的增加分枝数显著减少,而对于其它条件相同时,除了T1D3、T2D1和T3D3三个处理外,增大施肥量其一

次分枝数都有不同程度的增加。

2.2.3 分枝位和分枝层

从表4可以看出,不同播期、密度、肥料处理对分枝位的影响并没有明显规律,但T1D2F2和T1D3F1两个处理的一次分枝位均大于80 cm,10月20日播种的不同肥料和密度处理的一次分枝位均在70 cm以上(T1D2F1为68.23 cm),10月30日播种的油菜除了前两个处理T2D1F1和T2D1F2外,其余处理也是在70 cm以上,而在11月9日播种则只有T3D2F2的一次分枝位高于70 cm。而播期、密度和肥料对分枝层的影响没有明显规律,除了T3D3F2的分枝层大于40 cm,其余所有处理分枝层均在15~40 cm之间,T1D3F2、T2D2F1、T2D3F1、T2D3F2、T3D2F2处理的分枝层较小,分枝紧凑。

表4 不同播期、密度、肥料处理的农艺性状

Table 4 Effect of different sowing date, density and fertilizer on agronomic traits

处理	株高(cm)	一次分枝数	分枝位(cm)	分枝层厚度(cm)
T1D1F1	148.26	4.10	76.33	24.80
T1D1F2	159.00	5.10	73.80	30.20
T1D2F1	147.37	3.78	68.23	28.37
T1D2F2	152.33	3.90	82.93	20.40
T1D3F1	142.40	3.90	81.40	24.67
T1D3F2	146.60	3.60	76.60	19.87
T2D1F1	149.53	4.15	57.53	31.33
T2D1F2	149.40	3.90	58.87	30.00
T2D2F1	136.07	3.15	77.80	18.40
T2D2F2	141.07	3.60	76.57	20.30
T2D3F1	130.33	2.15	74.37	17.70
T2D3F2	135.33	3.05	70.53	19.67
T3D1F1	136.80	4.53	53.40	33.27
T3D1F2	135.93	4.93	58.60	24.00
T3D2F1	131.40	3.73	68.60	22.47
T3D2F2	133.93	3.50	75.97	19.80
T3D3F1	117.27	3.67	68.00	25.27
T3D3F2	116.47	3.20	51.77	41.53

2.2.4 栽培措施与油菜一次分枝的相关性

分枝位即是指子叶节到一次有效分枝的高度,

分枝层是指第一个有效分枝到最后一个有效分枝之间的高度。由表5可以看出,早熟油菜的播种时间

与油菜的分枝位有极显著关系,随着播期的推迟,分枝位高度显著增加。播期、密度对油菜分枝数的影响均达到显著水平,其中密度对分枝数的影响达到极显著水平,密度的增加能显著减少一次有效分枝

数;而播期、密度与分枝层的相关性不显著,播期、密度、施肥水平两两交互作用以及三个因素的交互作用对油菜一次分枝的分枝位、分枝数和分枝层相关性均不显著。

表5 不同处理的一次分枝性状 F 值

Table 5 F values of primary branches under different treatments

分枝性状	T	D	F	T×D	T×F	D×F	T×D×F
分枝位	5.70**	4.31*	0	1.31	0.14	1.77	0.56
分枝数	5.29*	28.55***	3.82	0.48	0.03	0.12	0.81
分枝层	0.86	1.94	0	1.21	0.16	0.57	1.09

注:F 值后 * 表示 $p < 0.05$, ** 表示 $p < 0.01$, *** 表示 $p < 0.001$ 。

2.3 不同处理对产量及产量构成的影响

由表6可以看出,在相同密度和施肥量水平下,不同播期间小区产量均表现为 $T1 > T2 > T3$ ($T2D3F1 > T1D3F1$ 、 $T2D3F2 > T1D3F2$ 除外)。而在同一播期条件下,相同密度处理中肥料施用量的增加均会增加油菜的小区产量;对于同一施肥量条件下,10月20日播种,随着密度的增加,小区产量不变或者减少,而且随着密度不断增加减产幅度增大;10月30日和11月9日播种的油菜随着密度的增加,小区产量呈现单峰趋势,即先增加而后减少。在所有18个处理中, $T2D2F2$ 小区产量最高, $T1D1F1$ 、 $T1D1F2$ 、 $T1D2F2$ 、 $T2D3F2$ 、 $T3D2F2$ 的小区

产量处于较高水平。

在产量构成因素方面, $T1D1F2$ 、 $T3D1F1$ 、 $T3D1F2$ 这三个处理的单株角果数最多,分别高达150.33、147.80和153.60,比最低的 $T2D2F1$ (58.60)分别高156.5%、152.2%和162.1%;每角果粒数除 $T3D2F1$ 达到24.60外,其余处理之间差异并不显著,都介于18~22粒之间;千粒质量与播期间有显著性相关,随着播期推迟,千粒质量有不断减小的趋势,在18个处理中, $T2D3F1$ 千粒质量最高,达到5.40g, $T1D1F1$ 、 $T1D2F1$ 、 $T1D2F2$ 和 $T1D3F2$ 也均大于5g,其余处理千粒质量在4.50g左右。

表6 不同播期、密度、肥料处理的产量及产量构成比较

Table 6 Effect of different sowing date, density and fertilizer on yield and yield components

处理	小区产量(g)	单株角果数	每角果粒数	千粒质量(g)
T1D1F1	1679.37 a	101.93 abc	19.07 ab	5.18 ab
T1D1F2	1654.10 ab	150.33 a	18.67 b	4.55 abc
T1D2F1	1515.93 abc	97.767 bc	19.13 ab	5.14 ab
T1D2F2	1700.83 a	105.67 abc	18.97 ab	5.09 ab
T1D3F1	1210.50 cd	102.73 abc	18.47 b	4.90 abc
T1D3F2	1373.58 bcd	87.53 bc	18.97 ab	5.09 ab
T2D1F1	1247.67 cd	103.47 abc	20.07 ab	4.84 abc
T2D1F2	1617.27 ab	102.87 abc	21.83 ab	4.67 abc
T2D2F1	1362.93 bcd	58.60 c	18.93 ab	4.33 bc
T2D2F2	1642.50 ab	79.73 abc	18.17 b	5.10 ab
T2D3F1	1396.10 bcd	55.33 c	18.90 ab	5.40 a
T2D3F2	1609.00 ab	74.067 bc	20.47 ab	4.83 abc
T3D1F1	1073.67 d	147.80 ab	20.17 ab	4.64 abc
T3D1F2	1189.67 cd	153.60 a	21.97 ab	4.41 bc
T3D2F1	1212.17 cd	99.60 abc	24.60 a	4.63 abc
T3D2F2	1459.667 abc	105.97 abc	21.13 ab	4.13 c
T3D3F1	1085.43 d	108.00 abc	18.40 b	4.10 c
T3D3F2	1279.50 cd	86.53 bc	20.73 ab	4.42 bc

3 讨论

3.1 不同栽培措施与油菜生育期的关系

在长江流域稻—稻—油三熟制地区,晚稻的收获时间为10月底,早稻的播种移栽时间一般在4月底、5月初,为解决季节矛盾,早熟油菜的播种时间一般在10月20日左右^[17]。康洋歌^[18]和王淑芬^[19]研究发现,不同油菜品种的生育期均随着播期的推迟而缩短,与本研究的结论一致,相比于10月20日播种而言,10月30日和11月9日播种的油菜生育期更短,都能在5月初收获,能更好地解决稻—稻—油三熟制的季节矛盾,而且3个播期的花期都在23 d左右,较为集中。同时曾宇等研究发现,提高施肥量能延长油菜全生育期,提高栽培密度则缩短全生育期^[20],而本研究发现不同密度和肥料水平对各个播期油菜的生育期影响不大。

3.2 不同栽培措施与油菜株高的关系

根据李爱民等^[16]提出的适合油菜机械化栽培的新概念,早熟油菜株高适中,株型紧凑,分枝数少且集中。前人研究认为,油菜栽培密度增加,可降低油菜的株高^[21,22],而侯剑^[23]发现田间栽培密度对株高影响不大,施肥量加大可以增加油菜的株高。本研究发现,株高随着播期的延迟不断降低,3个播期的株高分别为150、140和130 cm左右,均符合机械化收获的要求。而密度增加导致单株营养物质分配减少,使得植株株高降低,而增大施肥量,为油菜提供更多的营养,则会增加油菜株高。

3.3 不同栽培措施与油菜分枝的关系

中国油菜育种以高产和优质为主要目标,油菜的分枝数多、分枝位较低、分枝层厚,都不适宜机械化收获。施肥量增加可以显著增加油菜的分枝数^[20,23,24],推迟生育期^[20],而增加栽培密度会减少油菜的有效分枝数^[25],增加分枝高度^[22]。本研究结果表明,适当的播期、密度和施肥量能减少早熟油菜的分枝数、降低分枝位、缩短分枝层的高度。在这三个因素之间,密度对分枝数的影响最大,达到了极显著水平,播期也能显著影响分枝数。就单个处理而言,10月30日播种,90万株/hm²的两个施肥水平以及10月30日播种60万株/hm²同时施肥水平为900 kg/hm²时早熟油菜分枝数相对较少,最符合油菜机械化收获的要求。而分枝位方面,播期能极

显著影响分枝位,密度也可以显著影响分枝位,3个播期中,10月20日播种的油菜在不同密度和施肥量下,一次分枝位均在70 cm以上;10月30日播种的油菜,10月20日播种30万株/hm²的两个施肥水平的分枝位低于70 cm,其余处理均在70 cm以上;11月9日播种的油菜只有施肥水平在900 kg/hm²,密度为60万株/hm²时分枝位达到了70 cm以上。分枝层的厚度方面,并没有栽培因素对它有明显影响,针对单个栽培措施而言,分枝层厚度低于20 cm适合油菜的机械化收获要求,10月30日播种,种植密度为90万株/hm²,施肥水平为900 kg/hm²时分枝层厚度最低为17.70 cm。

3.4 不同栽培措施与早熟油菜产量及产量构成因子的关系

肥密耦合对油菜的产量影响很大。不同的研究发现油菜高产的肥密组合不同^[14,25~27]。本研究结果表明,早熟油菜播种时间越早,产量越高,随着播期的推迟,明显缩短油菜的营养生长期、减少角果期光合产物的积累量;肥料能显著影响早熟油菜的产量,同播期同密度处理下,高施肥量处理比低施肥量处理的产量要高,增加施肥量主要通过增加单株角果数来达到增产的目的;对于同一施肥量条件下,10月20日播种,随着密度的增加,小区产量不变或者减少,而且随着密度不断增加减产幅度增大;10月30日和11月9日播种的油菜随着密度的增加,小区产量呈现单峰趋势,即先增加而后减少。密度的增加,通过发挥群体优势,增加早熟油菜的产量。在低密度水平,油菜个体发育良好,单株产量、每角粒数以及千粒质量均能增加,而在高密度水平下,群体优势较大,植株变矮,分枝减少,有利于油菜的成熟期一致,适合机械化收获。

4 结论

油菜是我国重要的油料作物,大面积种植推广油菜对我国的粮油安全和稳定有着非常重要的意义,早熟油菜的选育和油菜机械化生产又是油菜发展的最重要的途径之一^[28]。本研究立足农机农艺结合的原则,探讨不同栽培措施对油菜机械化收获的影响,结果表明,在长江中下流区域机械化收获最适合的种植模式为:直播早熟油菜在10月底播种,每公顷密度90万株,施用复合肥(有效成分48%,N、P、K含量均为16%)900 kg。

参考文献:

- [1] 张永霞,赵峰,张红玲. 中国油菜产业发展现状、问题及对策分析[J]. 世界农业, 2015(4): 96-99.
- [2] 雷玲. 稻茬免耕直播油菜栽培模式的研究[D]. 武汉:华中农业大学硕士学位论文, 2012.
- [3] 王必庆,王国槐. 早熟油菜生理生化特性研究进展[J]. 作物研究, 2011, 25(3): 269-271.
- [4] 李凤阳. 不同肥密条件下早熟油菜光合特性研究[D]. 长沙:湖南农业大学硕士学位论文, 2012.
- [5] 张文文,杨兴柏,熊传刚,等. 早熟油菜品种圣光127播期与密度配合试验研究[J]. 农业科技通讯, 2016(5): 94-97.
- [6] 刘宁,袁卫红,邹乐萍,等. 双季稻区早熟油菜免耕直播高产栽培技术探讨[J]. 天津农业科学, 2011(4): 42-44.
- [7] 范连益,帅海洪,惠荣奎,等. 湘东地区三熟制油菜播期及适宜密度研究[J]. 作物研究, 2012, 26(5): 463-468.
- [8] 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[J]. 西南农业学报, 2015(2): 534-538.
- [9] 梅金安,梅少华,陈兴国,等. 播种期和密度对直播油菜产量及其构成因素的影响[J]. 湖北农业科学, 2011(21): 4337-4340.
- [10] 吴明亮,官春云,沈宇峰,等. 南方稻田油菜全程生产机械化的思考[A]. 中国作物学会. 作物多熟种植与国家粮油安全高峰论坛论文集[C]. 中国作物学会, 2015. 54-58.
- [11] 官春云,陈社员,吴明亮. 南方双季稻区冬油菜早熟品种选育和机械栽培研究进展[J]. 中国工程科学, 2010, 12(2): 4-10.
- [12] 董晓芳,田保民,姚永芳,等. 密度对油菜品种机械化收获特性的影响[J]. 中国农学通报, 2012(3): 71-74.
- [13] 张利艳,陈畅,张春雷,等. 长江中游种植密度与氮肥耦合对甘蓝型油菜产量和机械化收获农艺性状的影响[A]. 中国作物学会. 中国作物学会——2015年学术年会论文摘要集[C]. 中国作物学会, 2015.
- [14] 刘继民. 长江中游油菜种植密度与氮肥耦合对产量和机械化收获农艺性状的影响[D]. 北京:中国农业科学院硕士学位论文, 2014.
- [15] 浦惠明,龙卫华,高建芹. 油菜全程机械化生产配套农艺技术研究 I. 不同播期和密度对直播油菜产量和经济性状的影响[J]. 江苏农业科学, 2009(3): 48-51.
- [16] 李爱民,张永泰,惠飞虎. 适合全程机械化作业的油菜育种新概念[J]. 中国农学通报, 2005(11): 151-153, 303.
- [17] 官春云,靳芙蓉,董国云,等. 冬油菜早熟品种生长发育特性研究[J]. 中国工程科学, 2012, 14(11): 4-12.
- [18] 康洋歌. 早熟油菜生育特性、器官形成和内源激素变化对播期的响应[D]. 北京:中国农业科学院硕士学位论文, 2015.
- [19] 王淑芬. 播期和密度对甘蓝型双低油菜“油蔬两用”菜薹与菜籽产量的影响[J]. 安徽农业科学, 2015(23): 80-81.
- [20] 曾宇. 不同施肥量、种植密度对油菜生长及产量的影响[D]. 武汉:华中农业大学硕士学位论文, 2011.
- [21] 宋文喆. 栽培措施对阴山北麓旱作双低春油菜生理指标及产质量的影响[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学硕士学位论文, 2014.
- [22] 朱珊,李银水,余常兵,等. 密度和氮肥用量对油菜产量及氮肥利用率的影响[J]. 中国油料作物学报, 2013, 35(2): 179-184.
- [23] 侯剑. 油菜撒播轻型栽培技术研究 II. 不同密度和施肥量对撒播油菜产量与农艺性状的影响[J]. 贵州农业科学, 2008, 36(2): 25-27.
- [24] 杨万里,宋海星,杨勇,等. 不同施肥水平对冬油菜生长和产量的影响[J]. 湖南农业科学, 2011(17): 77-79.
- [25] 曾宇,雷雅丽,李京,等. 氮、磷、钾用量与种植密度对油菜产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18(1): 146-153.
- [26] 李改珍,艾复清,赵宇航. 不同密度及施氮量对油菜产量的影响[J]. 山地农业生物学报, 2004, 23(3): 198-201.
- [27] 汪新国,吴文革,孔令娟,等. 不同播种密度和施肥量对江淮稻田免耕直播油菜产量形成及农艺性状的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(27): 14901-14902.
- [28] 王汉中. 我国油菜产业形势分析及产业发展对策[J]. 中国油料作物学报, 2007, 29(1): 101-105.
- (上接第 407 页)
- [15] 高菊生,徐明岗,董春华,等. 长期稻—稻—绿肥轮作对水稻产量及土壤肥力的影响[J]. 作物学报, 2013, 39(2): 343-349.
- [16] 兰延,黄国勤,杨滨娟,等. 稻田绿肥轮作提高土壤养分增加有机碳库[J]. 农业工程学报, 2014, 30(13): 146-152.
- [17] 王璐,吴建富,潘晓华,等. 紫云英和稻草还田免耕抛栽对水稻产量和土壤肥力的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(20): 299-303.
- [18] 高菊生,曹卫东,董春华,等. 长期稻—稻—绿肥轮作对水稻产量的影响[J]. 中国水稻科学, 2010, 24(6): 672-676.