

水稻秸秆还田下油菜免耕生产力保持技术研究

何成芳¹, 朱鸿杰¹, 孔祥强¹, 何彩芬^{2*}

(1. 安徽省农业科学院农产品加工研究所, 安徽合肥 230031; 2. 宁波市镇海区气象局, 浙江宁波 315202)

摘要 [目的]研究江淮地区稻油二熟制水稻秸秆还田后的油菜免耕生产力保持技术。[方法]通过选择油菜种植品种, 调控播种密度、运筹肥料等栽培技术开展研究。[结果]水稻秸秆还田下油菜免耕直播, 选择分枝数少的品种便于油菜机械收割; 相同施肥条件下, 棉油 11 号 15.0 万棵/hm² 处理比 24.0 万棵/hm² 处理的有效分枝数多 38.96%, 播种密度为 24.0 万棵/hm² 时, 理论产量比 15.0 万棵/hm² 处理高 81.41%, 实际产量高 47.44%。在油菜播种密度为 24.0 万棵/hm² 情况下, 不同施氮量对油菜植株的单株角果数、每角粒数均有影响, 以施氮量 210 kg/hm² 理论产量最高, 达 3 671.70 kg/hm²。[结论]适当调控油菜直播密度和氮肥施用量有利于油菜生长, 适当密植能提高油菜产量, 同时便于油菜机械收割。

关键词 稻油轮作; 秸秆还田; 播种密度; 氮肥运筹

中图分类号 S634.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)32-0024-03

Productivity Retention Technology of No-tillage Rape with Rice Straw Returned to FieldHE Cheng-fang¹, ZHU Hong-jie¹, KONG Xiang-qiang¹, HE Cai-fen^{2*} (1. Institute of Agricultural Products Processing, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031; 2. Meteorological Bureau of Zhenhai District, Ningbo, Zhejiang 315202)

Abstract [Objective] To study the productivity retention technology of no-tillage rape with rice straw returned to field in Jianghuai area. [Method] The cultivation techniques were studied by selecting the cultivars of rape, regulating the sowing density and the dosage of fertilizer. [Result] The selection of fewer branches was convenient for the mechanical harvesting of rape under no-tillage and direct seeding cultivation with rice straw returned to field. Under the same fertilization conditions, the number of effective branches of treatment with 15×10^4 plants/hm² was 38.96% higher than that of 24.0×10^4 plants/hm² treatment. When the sowing density was increased by 24.0×10^4 plants/hm², the theoretical output was increased by 81.41% than that of 15×10^4 plants/hm² treatment, and the actual yield was 47.44%. In the case of rape sowing density of 24×10^4 plants/hm², the number of pods per plant and the number of grains per plant were affected by nitrogen amount. The theoretical yield of applying nitrogen 210 kg/hm² was the highest, reaching 3 671.70 kg/hm². [Conclusion] Proper regulation of sowing density and the dosage of fertilizer is beneficial to the growth of rape. Appropriate close planting can improve rape production, at the same time, it's convenient for the mechanical harvesting of rape.

Key words Rice-rape rotation; Rice straw returned to field; Sowing density; Nitrogen application

江淮平原区“稻—油”二熟制油菜、水稻收获后的秸秆, 大多在田间焚烧, 既造成资源浪费, 又污染环境。作物秸秆是农作物生产系统中重要的生物资源, 含有丰富的植物养分, 秸秆还田腐解后, 能释放出氮(N)、磷(P)、钾(K)和其他各种微量元素养分^[1-3]。对水稻秸秆粉碎还田下适宜的油菜品种、调控油菜直播密度和氮肥运筹等栽培技术进行研究, 以期对秸秆还田和油菜机械收割的田间实际操作提供技术支撑^[4-6]。

1 材料与方**1.1 供试材料** 油菜品种为沪油 16 号和棉油 11 号。

1.2 试验方法 试验分 2 年(2015、2016 年)在合肥市肥东县包公镇进行。2015 年 10 月 5 日用水稻半喂入联合收割机进行水稻收割, 同时将水稻秸秆切碎, 并均匀抛撒在田间, 覆盖在耕作层上。10 月 7 日采用免耕直播法种植油菜, 油菜品种为沪油 16 号和棉油 11 号。设置 3 个播种密度处理: 15.0 万、19.5 万、24.0 万棵/hm², 小区面积 80 m², 重复 3 次, 随机区组设计。总施肥量 N-P₂O₅-K₂O-B=225-90-90-15 kg/hm², 磷、钾、硼肥作基肥一次性施用, 氮肥施用比例为基肥 30%、苗肥 35%、腊肥 15%、薹肥 20%。

2016 年水稻秸秆还田方式与 2015 年相同, 10 月 1 日油

菜直播机械种植, 油菜品种为棉油 11 号, 油菜播种密度为 24.0 万棵/hm²。试验设 4 个氮肥处理, 分别为 0、150、210、270 kg/hm²。小区面积 80 m², 重复 3 次, 随机区组设计。

注意病虫害防治, 各小区独立灌排。秧苗 2 叶 1 心时田间苗, 间密补稀, 3~4 叶期定苗。

1.3 调查指标及方法

1.3.1 苗情考察。按对角线法每处理取 5 个样点, 每样点连续抽取 10 株油菜植株, 分别观察记载各处理的苗情。调查项目包括绿叶数、开盘度、茎下部直径、鲜重和叶面积等。

1.3.2 冻害考察。各处理田块随机调查 3 点, 每点调查 50 株, 计算冻害植株百分率。

1.3.3 产量及其构成因素调查。油菜成熟收获时, 按对角线法每处理取 5 个样点, 每样点连续取 10 株油菜植株, 进行油菜株高、一次分枝数、二次分枝数、无效分枝数的调查, 测定角果数、角粒数、千粒重等指标, 计算其平均值, 以此计算出各小区的油菜理论产量; 各小区单独收割, 测定实际产量。

2 结果与分析

2.1 水稻秸秆全量还田下油菜品种、播种密度试验结果 由表 1 可知, 在水稻秸秆全量还田且栽培措施相同的条件下, 沪油 16 号的一次分枝数平均比棉油 11 号多 42.06%, 其下部的无效分枝数平均比棉油 11 号多 127.82%, 说明油菜品种对分枝数有一定的影响; 但是播种密度与单株一、二次分枝数关系更为密切, 棉油 11 号播种密度为 15.0 万棵/hm² 比 24.0 万棵/hm² 的有效分枝数多 38.96%, 随播种密度增加, 平

基金项目 国家科技支撑计划项目(2007BAD89B10)。**作者简介** 何成芳(1973—), 女, 安徽无为, 人, 副研究员, 硕士, 从事生态农业环境研究。* 通讯作者, 副研究员, 硕士, 从事气候预测技术研究。**收稿日期** 2017-08-31

均一、二次有效分枝数呈下降趋势。说明适当增加油菜栽培密度,能有效减少分枝数量,便于油菜机械收割。

表 1 水稻秸秆全量还田下不同品种、播种密度的油菜植株性状比较

Table 1 Comparison of plant traits of oilseed rape under different variety and density with rice straw returned to field

品种 Variety	播种密度 Sowing density 万棵/hm ²	无效分枝数 Ineffective number of branch//个/株	有效分枝数 Effective number of branch	
			一次分枝数 Primary branch number//个/株	二次分枝数 Secondary branch number//个/株
沪油 16 号 Huyou 16	15.0	3.1	12.0	1.3
	19.5	3.0	9.0	1.7
	24.0	3.0	7.0	1.0
棉油 11 号 Mianyou 11	15.0	1.0	7.0	3.7
	19.5	1.0	6.0	3.0
	24.0	2.0	6.7	1.0

由表 2 可知,同品种油菜千粒重基本没差异,与播种密度关系不大。但平均每株角果数与播种密度有关,沪油 16 号平均每株角果数随播种密度增加而减少,在播种密度为 19.5 万棵/hm² 时,理论产量和实际产量比 24.0 万棵/hm² 处理高,这是因为沪油 16 号品种分枝数相对多,播种密度过

大,不利于其生长。沪油 16 号品种在播种密度为 19.5 万棵/hm² 时,能达到较高的理论产量和实际产量。

棉油 11 号每株角果数随播种密度增加有一个先增加后减少的趋势,当播种密度为 24.0 万棵/hm² 时,理论产量比 15.0 万棵/hm² 处理高 81.41%,实际产量高 47.44%。

表 2 水稻秸秆全量还田下不同品种、播种密度的油菜产量构成因素

Table 2 The yield structure of oilseed rape under different variety and density with rice straw returned to field

品种 Variety	播种密度 Sowing density 万棵/hm ²	单株角果数 Pod number of each plant 个	每角粒数 Number of pod	千粒重 1 000-grain weight g	理论产量 Theoretical yield kg/hm ²	实际产量 Actual yield kg/hm ²
沪油 16 号 Huyou 16	15.0	272	15.24	4.04	2 509.50	1 907.40 b
	19.5	234	15.47	4.27	3 011.40	2 642.10 a
	24.0	195	14.22	3.99	2 652.60	1 746.75 b
棉油 11 号 Mianyou 11	15.0	191	18.33	3.43	1 799.70	1 634.70 b
	19.5	215	19.12	3.36	2 693.40	1 708.65 ab
	24.0	208	19.23	3.40	3 264.75	2 410.20 a

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P < 0.05$)

方差分析表明,沪油 16 号不同播种密度处理间实际产量差异显著,以 19.5 万棵/hm² 处理产量最高,与 15.0 万棵、24.0 万棵/hm² 处理差异达显著水平。棉油 11 号不同播种密度处理间实际产量差异显著,以 24.0 万棵/hm² 处理产量最高,与 15.0 万棵/hm² 处理差异达显著水平。

综上所述,沪油 16 号在播种密度为 19.5 万棵/hm² 时,棉油 11 号在播种密度为 24.0 万棵/hm² 时,实际产量都较高,因此适当密植能提高油菜产量。

2.2 水稻秸秆全量还田下油菜种植氮肥运筹

2.2.1 氮肥运筹对油菜生物学特性的影响。由表 3 可知,

水稻秸秆粉碎全量还田和相同播种密度下,播种后 100 d 的油菜各处理长势良好。绿叶数以 270 kg/hm² 氮肥处理最多;由于油菜是机械直播,每株种子间相对分散,所以苗期开盘直径与播种密度没有明显相关;单株鲜重、叶面积也是以 270 kg/hm² 氮肥处理最高,而且叶面积直接影响叶片叶绿素含量及光合速率。施氮条件下的各处理绿叶数、单株鲜重、叶面积等性状均高于对照;施氮量为 270 kg/hm² 处理的油菜绿叶数、单株鲜重、叶面积等性状指标均高于施氮量为 210、150 kg/hm² 的油菜植株。这表明在生长期,不同施氮量对油菜植株的绿叶数、单株鲜重、叶面积等性状指标均有显著影响。

表 3 播种后 100 d 的油菜生长状况

Table 3 The growth state of oilseed rape in 100 days after sowing

氮肥处理 Nitrogen treatment kg/hm ²	绿叶数 Number of green leaves//片	开盘度 Expansion of leaves//cm	单株茎下部直径 Diameter of lower stems//cm	单株鲜重 Stem-leaf natural weight//g	单株叶面积 Leaf area per plant//cm ²
CK	7.70	27.00	1.25	46.31	533.75
150	8.62	32.74	1.40	56.49	626.50
210	9.06	36.98	1.65	72.12	644.55
270	9.68	36.06	1.95	90.14	860.66

2.2.2 氮肥运筹对油菜植株受冻害的影响。冬天气温变化幅度大,特别是气温骤然下降会影响油菜植株生长。由于氮肥施用量大,油菜前期生长旺盛,叶片受冻害比例大,其中270 kg/hm²氮肥处理受冻害比例达85%。说明过量施氮肥对于个体来说生长发育良好,单株鲜重、叶面积大,但是受冻害比例大,不利于群体生长。

2.2.3 氮肥运筹对油菜产量构成因素的影响。由表4可知,在水稻秸秆还田和相同播种密度下,同品种油菜平均株

高、一次分枝数和千粒重各处理间差异不显著;每株角果数以270 kg/hm²氮肥处理最高,而每角粒数和理论产量以施氮量210 kg/hm²优于其他各处理,以210、270 kg/hm²氮肥处理与对照处理相比实际产量差异显著。对照组与其他施氮肥处理差异主要在于单株角果数决定其产量水平。这表明,在油菜播种密度为24.0万棵/hm²情况下,不同施氮量对油菜植株的单株角果数、每角粒数均有影响,以施氮量210 kg/hm²处理理论产量最高,达3 671.70 kg/hm²。

表4 氮肥运筹对油菜产量构成因素的影响

Table 4 Effects of different nitrogen application on the yield structure of oilseed rape

氮肥处理 Nitrogen treatment kg/hm ²	株高 Plant height cm	一次分枝数 Primary branch number//个/株	单株角果数 Pod number of each plant//个	每角粒数 Number of pod	千粒重 1 000-grain weight g	理论产量 Theoretical yield kg/hm ²	实际产量 Actual yield kg/hm ²
CK	162.8	8.4	181.83	19.61	3.43	2 935.20	3 112.20 b
150	155.8	8.9	213.86	18.38	3.52	3 320.85	3 306.15 ab
210	163.3	9.2	201.88	20.76	3.65	3 671.70	3 505.20 a
270	166.0	9.6	220.72	17.52	3.65	3 387.45	3 561.90 a

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P < 0.05$)

3 结论

水稻秸秆还田下,油菜栽培技术要做适当调整,以保持作物产量,该试验通过选择适当的油菜种植品种,调控播种密度、肥料运筹等栽培技术开展研究,结果表明,水稻秸秆全量还田下油菜免耕直播,油菜品种对分枝数有一定的影响;播种密度与单株一、二次分枝数关系更为密切,适当增加油菜播种密度,有效减少分枝数量,便于油菜机械收割,同时适当密植能提高油菜产量^[7]。

该试验结果表明,在相同施氮水平下,免耕直播油菜随播种密度增加,平均一、二次有效分枝数呈下降趋势,而产量随播种密度增加先增后减;在相同播种密度下,以施氮量210 kg/hm²处理的油菜生长性状最好,氮肥过少或氮肥过多,对油菜生长均不利。该研究结果为稻油轮作制度下秸秆

还田后的作物栽培提供研究依据。

参考文献

- [1] 杨振权,陈永星. 水田机械秸秆深施的养分释放及增产效果研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2000,26(3):329-331.
- [2] 江永红,宇振荣,马永良,等. 秸秆还田对农田生态系统及作物生长的影响[J]. 土壤通报,2001,10(5):209-213.
- [3] 金海洋,姚政,徐四新,等. 秸秆还田对土壤生物特性的影响研究[J]. 上海农业学报,2006,22(1):39-41.
- [4] 张军. 浅谈肥东县油菜机收及油菜秸秆还田[J]. 农业装备技术,2009,35(4):55.
- [5] 王允青,郭熙盛,武际,等. 油菜秸秆还田及肥料运筹对水稻生长的影响[J]. 安徽农业科学,2009,37(11):4923-4924.
- [6] 王月星,陈叶平,高松林,等. 不同油菜秸秆还田量对免耕直播单季晚稻产量的影响[J]. 作物研究,2007,21(4):438-439.
- [7] 吴永成,刘东伟,王海鑫,等. 不同密度与施氮量对油研1707油菜农艺性状及产量的影响[J]. 湖北农业科学,2010,49(4):813-815.

(上接第23页)

和各产量级统计特征都说明了颖花数的重要性,农艺性状与产量性状也是高度相关;而不同产量级下各产量相关性状与产量性状的相关性未达显著水平,可能是试验的样本采集量偏小,不能全面说明武运粳30在苏州地区种植产量相关的所有问题,需要后续进一步研究。

参考文献

- [1] 吴桂成,张洪程,钱银飞,等. 粳型超级稻产量构成因素协同规律及超高产特征的研究[J]. 中国农业科学,2010,43(2):266-276.
- [2] 徐晓杰,张庆,朱邦辉,等. 优质高产新品种武运粳30号机插高产栽培技术研究[J]. 安徽农业科学,2014,42(29):10107-10108.
- [3] 施积文. 水稻武运粳30号机插秧高产攻关技术集成研究[J]. 农业装

备技术,2015,41(6):24-27.

- [4] 赵海燕. 气候变化对长江中下游地区水稻生产的影响及适应性研究[D]. 北京:中国农业科学院,2006.
- [5] 朱邦辉,徐晓杰,徐玉峰,等. 施氮量对早熟晚粳武运粳30号产量及氮肥吸收利用的影响[J]. 浙江农业科学,2015,56(3):321-324.
- [6] 于林惠. 机插秧群体特征及定量栽培技术研究[D]. 南京:南京农业大学,2011.
- [7] 徐富贤,熊洪,张林,等. 南方稻区杂交中籼稻高产品种的库源结构及其优化调控规律研究进展[J]. 中国生态农业学报,2016,24(10):1285-1299.
- [8] 李旭毅. 两种生态条件下氮肥调控和栽培方式对水稻库源构建和光合生产及产量的影响[D]. 雅安:四川农业大学,2011.
- [9] 王惠芝. 氮素穗肥调控水稻颖花数形成的生理机制研究[D]. 南京:南京农业大学,2007.