

## 油菜机械化生产中农艺与农机相结合的探索与实践

汤楚宙<sup>1a,2</sup>, 官春云<sup>1b</sup>, 吴明亮<sup>1a,2</sup>, 罗海峰<sup>1a,2</sup>

(1.湖南农业大学 a.工学院; b.油料作物研究所, 湖南 长沙 410128; 2.湖南省现代农业装备工程技术研究中心, 湖南 长沙 410128)

**摘 要:** 针对油菜生产中农艺措施与农机操作脱节、用工量多、劳动强度大、生产率和经济效益低下等问题, 探索使农艺措施与农机操作紧密结合的油菜机械化生产模式, 经过 8 年的研究与实践, 提出“机播机收, 适度管理”的生产模式, 开发出 3 种符合农艺要求的农业机械, 选育出适应农业机械作业的油菜早熟品种, 研发了油菜催熟剂、油菜专用控释肥, 并制定农艺规程, 实施了“重点示范、连片推广、区域辐射”的应用推广模式。实践表明, 推行“机播机收, 适度管理”的油菜生产模式, 可以节省时间、减轻劳动强度、抢住农时和降低成本。仅机械直播环节, 成本为人工开沟直播的 20%, 为人工开沟移栽的 10%。采用机械化收获, 农户可减少支出 900~1 050 元/hm<sup>2</sup>。

**关 键 词:** 油菜; 机械化; 农艺; 农机; 结合

中图分类号: S565.048 文献标志码: B 文章编号: 1007-1032(2011)06-0674-04

## Exploration and application of the integration of agronomy and mechanization in rapeseed production

TANG Chu-zhou<sup>1a,2</sup>, GUAN Chun-yun<sup>1b</sup>, WU Ming-liang<sup>1a,2</sup>, LUO Hai-feng<sup>1a,2</sup>

(1.a.College of Engineering; b.Institute of Oil, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2.Hunan Provincial Engineering Technology Research Center for Modern Agricultural Equipment, Changsha 410128, China)

**Abstract:** In order to solve the problems of labor demanding, high work intensity, low productivity and less benefit in traditional rapeseed production, in which agronomy and mechanization were separated, we explored the production mode of combining agronomy with mechanization tightly. After 8 years of investigation the production mode of mechanization seeding and harvesting, moderation management were proposed. Three types of agronomy-adapted machines and the corresponding rapeseed varieties, ripening agents, special controlled-release fertilizers and agriculture procedures were developed and applied in a mode of key demonstration, zone popularization and area radiation. The results showed that the developed production mode could save time, lower work intensity and cost and the direct mechanical seeding showed that the cost was about 20% of direct seeding and was about 10% of transplantation by manpower. And the farmer could save 900 to 1 050 Yuan per hm<sup>2</sup>.

**Key words:** rapeseed; mechanization; agronomy; agricultural machine; combining

中国油菜种植面积约  $7 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>, 总产约  $1.1 \times 10^7$  t, 长江流域是油菜主产区, 面积和总产均占全国的 90%以上, 全部为冬油菜, 一年三熟或二熟制栽培<sup>[1]</sup>。

长期以来, 油菜生产一直沿用传统的生产作业方式, 用工量多, 劳动强度大, 生产效率低。据测算, 在油菜生产成本中, 劳动力成本占 60%~70%<sup>[2-3]</sup>。官春云 2002 年提出“积极组织大规模机械化

收稿时间: 2011-06-10

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2010BAD01B06); 湖南省政府重大专项(湘财农指[2009]84 号); 湖南省科学技术厅重大专项(2009FJ1006-2)  
作者简介: 汤楚宙(1949—), 男, 湖南益阳人, 教授, 主要从事农业机械设计研究, chzhtang2002@sina.com

栽培试验和推广,以提高油菜生产效率和使油菜产品达到一定质量标准”<sup>[4]</sup>;2004年进一步强调“充分利用机械操作,改变现有耕作方法,使产量维持现有水平,油菜生产的投入将降低一半,至少降低三分之一,其劳动生产率将得到提高,从而使农民收入增加,提高种植油菜的积极性”<sup>[5]</sup>;2006年提出了油菜生产推行“机播机收,适度管理”的生产模式<sup>[1,6]</sup>。

从2003年开始,湖南农业大学组成由油菜育种栽培、农业机械等学科专业人员参加的油菜机械化生产课题组,合作攻关,并联合2家农机生产企业,改变过去研究农业机械与制订农艺规程相互脱节的弊端,在官春云等农艺专家提出的“改变冬油菜栽培方式,实行机播机收,适度管理”新模式的指导下,选育出适应农业机械作业的油菜品种,研制出一次施用的控释肥和催熟剂,制订了适应农业机械作业的农艺规程,工程研究人员按农艺要求开发出免耕直播和浅耕直播2种播种机,并对1种联合收割机进行改进,现已使这项系统工程得以顺利实施。在油菜种植机械推广方面探索并实施了“重点示范、连片推广、区域辐射”的模式。

## 1 研制符合农艺要求的农业机械

### 1.1 研制稻板田免耕直播联合播种机

为了降低生产成本,根据官春云提出的稻板田免耕直播的油菜轻型种植方法,要求在中、晚稻收获后的稻茬田一次完成播种、施肥、开排水沟、覆土等4道工序(封二图1),课题组研制出适应免耕直播要求的2BYF-6型稻板田油菜免耕联合播种机(封二图2),该机主要技术参数为:种子播量 $1.5 \sim 4.5 \text{ kg/hm}^2$ ;肥料播量 $225 \sim 450 \text{ kg/hm}^2$ ;排水沟宽240 mm;排水沟深200 mm(可调);单边覆土宽1000 mm;播种行数6行;行距 $200 \sim 300 \text{ mm}$ (可调);播种过程种子破碎率0.5%;纯工作小时生产率 $0.1 \sim 0.15 \text{ hm}^2/\text{h}$ 。2007年3月,湖南省科学技术厅组织的鉴定认为:2BYF-6型油菜免耕直播联合播种机结构新颖、紧凑,能与手扶拖

拉机配套,既可用于油菜免耕播种,还可用于农田开沟,适应性强,工作效率高;播种和排肥均匀,伤种少,覆土均匀,并能监控播种情况。项目研究成果达到国内领先水平,其中偏心轮型孔轮式精密排种器达到国际先进水平。

### 1.2 研制浅耕直播联合播种机

南方水田油菜面积占油菜种植面积的80%<sup>[7]</sup>,中、晚稻收获大多采用全喂入联合收获机,留茬高度在30 cm(封二图3)以上,并伴有杂草。根据农艺学者提出的播种前浅耕灭茬的新方案,课题组开发出2BYD-6型油菜浅耕直播施肥联合播种机(封二图4)。该机与30 kW以上轮式拖拉机配套,与2BYF-6型相比,增加了浅耕松土和除草灭茬的功能,提高了工作效率。

### 1.3 改进油菜联合收获机

“机播机收,适度管理”的油菜生产模式中,需要配备一次性完成脱粒、清选和秸秆还田的收获机械。课题组与现代农装株洲联合收割机有限公司合作,对碧浪4LZ(Y)-1.8型油菜联合收获机进行了试验、理论分析和结构优化(封二图5)。针对油菜联合收获机脱粒和清选损失较大的问题进行了大量研究,并作重大改进。结构上,在脱粒滚筒与凹板筛上配合安装了动、定刀片,沿轴线方向采用间距不等的近似螺旋排列,实现茎秆、角果在脱粒滚筒内切碎,降低脱粒滚筒的功耗,提高了籽粒的脱净率。同时在脱粒滚筒杂物排出口增设离心风机,将切碎的脱出物均匀喷洒于田间,实现秸秆还田;将原有脱粒滚筒的刚性弓齿更换成柔性工程塑料条,实现柔性脱粒。降低机械化收获时刚性齿对油菜籽粒的打击破碎率,避免堵塞凹板筛筛孔,实现物料快速有效分离;采用风筛组合式清选机构,在传统的离心风机两端增设轴流叶片,使风机出风口风力更均匀,筛面采用特殊防粘技术,提高清选效果,降低清选损失;采用履带行走机构,实现差速转向。两条履带可实现同步和差速的正、反转,减小转弯半径,提高田间转弯性能,适应丘陵、山区小田块油

菜机械化作业<sup>[8]</sup>。

## 2 选育早熟油菜品种, 制订农艺规程

### 2.1 选育冬油菜早熟品种

当前种植的油菜品种为半冬性甘蓝型品种, 9月中下旬至10月上旬播种, 翌年5月上中旬成熟, 全生育期210 d左右; 南方直播早稻4月10日左右播种, 早稻抛秧4月15日左右开始, 早稻4月25日左右插秧, 双季晚稻在10月中下旬收割, 影响了油菜的适期播种, 导致双季稻与油菜生产季节矛盾十分突出。解决这一问题的根本途径是选育油菜早熟品种, 油菜早熟品种具有矮秆、抗倒伏, 分枝少等特点, 特别适于机械收获<sup>[8]</sup>。利用现有双低、高含油量、高油酸、抗病、抗倒的种质资源和优良品种, 采用系统选育、杂交育种、诱变育种、杂种优势利用、导入早花基因等多种途径, 育成一批早熟油菜杂种及品系, 杂1613、杂1062、07-402、07-1062、07-1472等。杂1613是利用湖南农业大学油料作物研究所育成的甘蓝型油菜核不育系15NA与选育的特早熟甘蓝型油菜恢复系1613杂交育成的特早熟甘蓝型油菜新组合, 10月10日左右播种, 2月底至3月初开花, 4月30日以前成熟, 株高160 cm, 折合产量2 250 kg/hm<sup>2</sup>左右, 种子

含油量44%以上, 硫苷含量22.6 μmol/g, 芥酸含量接近0。杂1062系07-1472 × 07-1062的杂交组合, 采用化学杀雄制种, 品质达到双低。10月上中旬播种, 4月25日左右成熟, 株高约160 cm, 折合产量约2 250 kg/hm<sup>2</sup>。07-402属黄籽双低油菜新品系, 10月上中旬播种, 3月初开花, 4月25日左右成熟, 株高约170 cm, 折合产量约2 250 kg/hm<sup>2</sup>。07-1062系来自湘油11 × 中油821杂交后代, 长期作为抗病材料筛选, 属双低品系。10月上中旬播种, 4月25日左右成熟, 株高约160 cm, 主茎20~23节, 折合产量达2 250 kg/hm<sup>2</sup><sup>[8]</sup>。

### 2.2 研制一次施用的控释肥

研制出一种肥料控释包衣剂, 该包衣剂由成膜剂、乳化剂、分散剂、消泡剂和溶剂经溶解乳化配制而成, 适用于各种普通颗粒肥料的包衣。在其表面形成具有致密膜孔道的包衣膜, 通过调节包衣膜的厚度、膜孔大小、膜孔密度等参数, 使肥料养分的释放与作物的需肥规律一致, 肥料利用率提高25%~45%<sup>[9]</sup>。用于油菜的控释肥是根据油菜对氮、磷、钾、硫、硼等养分的需要配制成的专用控释肥, 在苗期可陆续释放, 4个月后可在蕾薹期大量释放。湘杂油763的控释肥试验结果列于表1。

表1 湖南农业大学油菜控释肥试验结果(2007)

Table 1 The results of rapeseed controlled-release fertilizers by HNAU (2007)

肥料	施用量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	比对照增产/%	千粒重/g	籽粒含油量/%	蛋白质含量/%
48%普通复合肥	600	21 500	26.5	5.384 5	41.15	25.52
48%包膜控释肥	600	22 500	32.9	5.354 3	43.22	25.37
48%包膜控释肥	300	21 400	6.2	5.259 1	42.08	25.43
不施肥(CK)	0	17 000	0.0	4.752 1	41.11	23.76

### 2.3 研制油菜催熟剂

南方油菜收获的传统方法是两段收获法, 先将油菜割倒运至田外, 经摊晒或堆垛7~10 d后熟后再行脱粒。使用机械收获需要收割、脱粒一次完成, 而油菜适宜收获期植株含水量高达70%以上。由于种子含水量在30%以上就会给一次收获脱粒带来困难, 为此开展了油菜催熟剂的研究。油菜催熟剂一是可促进角果和植株脱水; 二是可促进体内的营

养物质向种子转运; 三是可促进籽粒成熟一致和适当提早成熟。研究表明, 油菜催熟剂在油菜油分积累的高峰期施用(封二图6), 不会导致种子含油量的降低, 但对种子的千粒重有一定的影响。施用催熟剂后, 采用机械收割, 损失较小, 能及时腾地给后茬作物播种和移栽<sup>[10]</sup>。2009年4月28日喷施催熟剂, 5月2日机械收割的试验结果见表2。

表 2 油菜喷施催熟剂后机械收获的产量(2009)

Table 2 The yield results by mechanical harvest after ripener sprad on rapeseed (2009)

催熟机收质量/kg	实收面积/hm <sup>2</sup>	含杂率/%	含水率/%	实收产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	损失率/%
120	0.07	15	11.5	1 500	7.3

#### 2.4 制订适应农业机械作业的农艺规程

坚持农机与农艺结合,根据冬油菜种植区的基本情况,结合多年的试验示范数据,制定了适应机械化种植油菜的作业规程。规范了选用种子品种的基本形状、机械装备操作工艺流程,播种时间及播种时间所对应播种量、田间单位面积基本苗数、催熟剂的施用时间、控释肥的施用量和病虫害防控措施等。规程明确规定:选用成熟期在 4 月底、矮秆、抗倒伏、抗病、抗逆的早熟品种;机械化播种最适合的土壤含水量为 20%~40%;机播油菜种子用量 3.75 kg/hm<sup>2</sup>,基本苗数控制在 45 万株/hm<sup>2</sup>左右;催熟剂为 80%的籽粒成熟后选择晴朗天气使用,做到喷施均匀,浓度一致;一次施用的控释肥用量为 600 kg/hm<sup>2</sup>。生产示范结果表明,该作业规程能够指导长江中下游地区冬油菜种植的机械化生产作业。

### 3 农机与农艺紧密结合,实施“重点示范、连片推广、区域辐射”的油菜生产推广模式

课题组先后在湖南、湖北、浙江和江西进行重点示范,各示范点均安排农艺和农机科技人员参加指导组,每个点 2~3 人,全程对油菜机械化种植方法、机具使用、种子、肥料和催熟剂的使用等进行指导。

从 2006 年起,连续 3 年在澧县、湘潭、安乡、南县、衡阳、浏阳等县(市、区)进行连片推广,连片机播面积 10~30 hm<sup>2</sup>;从 2009 年开始分别在宁乡回龙铺、衡阳县英陂镇、湘潭石潭镇等地建立基于“早熟品种、机械直播、机械收获、控释肥、催熟剂和作业规程”等配套技术连片核心示范推广点,3 年累计推广示范面积 2 000 hm<sup>2</sup>。

在重点示范和连片推广的基础上,农民逐步认识和认可了“机播机收,适度管理”的油菜生产模式,课题组加大宣传力度,先后到湖北潜江、江西九江、湖南常德、浏阳、衡阳等地进行宣传 and 现场

表演,加上国家农业机械购置补贴的政策优惠,已经形成了以湖南常德、长沙、衡阳为代表的“机播机收,适度管理”的油菜生产模式集中应用区域。

油菜生产机械化是一个系统工程,各地的气候、环境、品种、种植习惯决定了不同的生产模式。所实施的直播、管理方法和一次性联合收获只是南方冬油菜生产模式中的一种,有必要探索其他的生产模式。

几年来的探索和实践表明,推行“机播机收,适度管理”的油菜生产模式,可以节省时间、减轻劳动强度、抢抓农时和降低成本。计算结果显示,仅播种环节,机械直播成本为人工开沟直播的 20%、为人工开沟移栽的 10%;而采用机械化收获,农户可少支出 900~1 050 元/hm<sup>2</sup>[9]。

#### 参考文献:

- [1] 官春云. 改变冬油菜栽培方式,提高和发展油菜生产[J]. 中国油料作物学报, 2006(1): 83-85.
- [2] 吴崇友, 易中懿. 我国油菜全程机械化技术路线的选择[J]. 中国农机化, 2009(2): 3-6.
- [3] 宗锦耀. 我国油菜生产机械化的发展现状与对策[J]. 农业技术与装备, 2008(5): 8-9.
- [4] 官春云. 抓住机遇,发展优质油菜[J]. 作物研究, 2002(3): 105-106.
- [5] 官春云. 湖南发展油菜生产的措施[J]. 作物研究, 2004(2): 55-57.
- [6] 官春云. 冬油菜栽培新方法:机播机收适度管理[J]. 农业技术与装备, 2008(5): 12-13.
- [7] 傅廷栋. 油菜遗传改良与机械化[J]. 农业技术与装备, 2008(5): 10-11.
- [8] 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(2): 4-10.
- [9] 祝红福, 熊远福, 邹应斌, 等. 包膜型缓/控释肥的研究现状及应用前景[J]. 化肥设计, 2008(3): 61-64.
- [10] 官春云, 谭太龙, 陈社员. 油菜化学催熟研究初报[J]. 作物研究, 2008(3): 154-156, 159.

责任编辑: 罗慧敏