

主要栽培因素对甘蓝型油菜产油量的影响

赵继献, 杜才富, 任廷波, 程国平, 王仙萍 (贵州省油菜研究所, 贵州思南 565109)

摘要 [目的] 研究播期、密度、施氮量、施磷量、施钾量、施硼量 6 个主要栽培因素对甘蓝型油菜产油量的影响。[方法] 利用已有的研究资料和笔者的试验研究资料进行统计分析。[结果] 产油量与播期呈负相关、与密度多呈一元二次抛物线关系, 与氮肥施用量呈一元二次抛物线关系、与磷、钾肥呈直线相关关系, 与硼肥施用量呈一元二次抛物线关系, 关于磷、钾、硼肥对油菜产油量的影响有待进一步研究。高油份品种 ($\geq 44.00\%$) 获得最高产油量的施氮量平均为 185.18 kg/hm^2 , 产油量平均为 1442.60 kg/hm^2 。含油率较低品种 ($< 42.00\%$) 获得最高产油量时的施氮量平均为 286.28 kg/hm^2 , 产油量平均为 1350.57 kg/hm^2 , 高含油率品种产油量比含油率较低品种的产油量平均高 6.81% ; 当施纯氮 185.18 kg/hm^2 时, 含油率较低品种的产油量平均为 1247.84 kg/hm^2 , 高含油率品种产油量比含油率较低品种的产油量平均高 15.61% 。油菜品种含油量与获得最高产油量的施氮间呈极显著负相关 (-0.9800^{**})。甘蓝型优质杂交油菜高油份品种高产保优栽培措施中氮、磷、钾、硼肥施用量分别为 $187.5 \sim 195$ 、 $105 \sim 120$ 、 $135 \sim 150$ 、 22.5 kg/hm^2 。密度和播期根据各地栽培习惯而定, 贵州油菜移栽播期 9 月 10 ~ 16 日, 密度 $6 \sim 10.5$ 万株/ hm^2 。[结论] 明确了播期、密度、施氮量对甘蓝型油菜产油量的影响, 提出高油份品种高产保优栽培措施。

关键词 甘蓝型油菜; 栽培因素; 产油量; 影响; 保优栽培

中图分类号 S634.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)34-13174-04

Effects of Main Cultivation Factors on Rapeseed Oil Yield

ZHAO Ji-xian et al (Guizhou Institute of Oil Crop, Sinan, Guizhou 565109)

Abstract [Objective] This study aimed to analyze the influence of six cultivation factors: sowing date, plant density, nitrogen fertilizer amount, phosphate fertilizer amount, potash fertilizer amount and boron fertilizer amount on seed oil yield of Brassica napus. [Method] Statistical analysis was carried out based on the data from previous studies and our work. [Result] Oil yield shared a negative correlation with sowing date, a parabolic relationship with plant density mostly, parabolic relationships with amount of applied nitrogen fertilizer and amount of applied boron fertilizer, straight-line relationships with amount of applied phosphate fertilizer and amount of applied potash fertilizer. The average amount of applied nitrogen fertilizer required to obtain the highest oil yield was 185.18 kg/hm^2 for high-oil rape varieties (with oil content above 44.00%), and under this condition, the average oil yield of low-oil rape varieties (with oil content below 42.00%) was 1247.84 kg/hm^2 , while that of high-oil rape varieties was 1442.60 kg/hm^2 , which was 15.61% more than the former. The average amount of applied nitrogen fertilizer required to obtain the highest oil yield for lower-oil rape varieties was 286.28 kg/hm^2 , and under this condition, the average oil yield of the low-oil rape varieties was 1350.57 kg/hm^2 , while that of the high-oil varieties was 6.81% higher than it. There was a significant negative correlation between rapeseed oil yield and the amount of applied nitrogen fertilizer to obtain the highest oil yield (0.9800^{**}). The optimum amount of applied nitrogen, phosphate, potash and boron fertilizer were $187.5 \sim 195$, $105 \sim 120$, $135 \sim 150$ and $15 \sim 22.5 \text{ kg/hm}^2$ for high-oil B. napus varieties. [Conclusion] This study determined the influence of sowing date, plant density and amount of applied nitrogen fertilizer on oil yield of B. napus, and proposed an optimum cultivation pattern for high-oil varieties.

Key words *Brassica napus* L.; Cultivation factor; Oil yield; Influence; Cultivation measures to keep high quality

油菜种子脂肪中脂肪酸主要有棕榈酸(16:0)、硬脂酸(18:0)、油酸(18:1)、亚油酸(18:2)、亚麻酸(18:3)、二十碳烯酸(20:1)、芥酸(22:1)^[1]。棕榈酸(16:0)通过碳链延长生成硬脂酸(18:0), 硬脂酸通过减饱和和作用形成油酸(18:1), 油酸减饱和和作用形成亚油酸(18:2), 亚油酸减饱和和作用形成亚麻酸(18:3)。油酸通过碳链延长形成二十碳烯酸(20:1), 二十碳烯酸通过碳链延长形成芥酸(22:1)^[1]。关于主要栽培因素(播期、密度、氮、磷、钾肥)对甘蓝型杂交油菜多个品质性状的影响已有研究报道^[2]。自产油量作为油菜品种审定标准以来, 我国油菜品种的含油率得到较快的提高, 出现

了不少含油率较高的品种(中双 11 号含油率 49.04% , 沪油杂 7 号含油率 47.76% 等)。高含油率油菜品种的栽培是否有别于含油率较低品种的栽培, 是油菜栽培需要探索的问题。该文利用已有的试验研究资料结合笔者的试验研究进行统计分析, 研究主要栽培因素(播期、密度、氮、磷、钾肥、硼肥)对甘蓝型油菜产油量的影响, 以期从试验数据上提出甘蓝型优质杂交油菜高油份品种高产保优栽培措施。

1 主要栽培因素对含油率的影响

研究表明^[2], 含油率与播期呈不显著的负相关($n=19, r=-0.1343$); 含油率与密度呈不显著的正相关($n=64, r=0.0467$); 含油率与施氮量呈极显著负相关($n=102, r=-0.5984^{**}$); 含油率与施磷量呈不显著的正相关($n=22, r=0.1814$); 含油率与施钾量呈不显著的正相关($n=41, r=0.2273$)。含油率与播期呈负相关, 提早播种移栽, 可一定程度提高品种的含油率, 但是每个品种都有适宜的播种期, 并不是越早越好, 播期对提高含油率是有限的。含油率与密度呈正相关, 密度越高, 群体主花序比例得到提高, 含油率相应地得到提高, 移栽油菜密度的增加是有限的, 因此依靠移栽油菜密度提高来增加含油率是有限的。但是直播油菜高密度是可实施的。含油率与施磷量、施钾量呈不显著的正相

基金项目 国家油菜现代产业技术体系建设项目(nycyt-00563); 贵州省农业科学院“甘蓝型杂交油菜高油份品种配套高产保优栽培技术研究”[院 ZX(2007)015 号]; 贵州省农业厅“杂交油菜新品种油研 599 高产配套技术研究及推广应用”[黔农育专字(2009)007 号]; 贵州省农业科学院“杂交油菜油研 599 大面积中间试验及推广应用”[黔农科专项(2009)030 号]; 贵州省科技厅“高油分杂交油菜新品种三北 98 制种技术集成创新及大面积示范推广”[黔科合 NY 字(2010)3087 号]; 贵州省油菜现代产业技术体系建设项目(GZ-CYTX2013-0802)。

作者简介 赵继献(1968-), 男, 仡佬族, 贵州石阡人, 研究员, 硕士, 从事甘蓝型杂交油菜的品种选育及配套栽培技术研究。

收稿日期 2013-11-02

关,增施磷肥、钾肥对含油率的增加幅度很小,但是磷钾肥配施对提高油菜产量效果很明显。含油率与施氮量呈极显著负相关,增施氮肥可显著提高油菜产量,却显著地降低了含油率。

2 主要栽培因素对油菜产油量的影响

2.1 播期对油菜产油量的影响

播期对含油率影响的研究报道较少,在适宜播期范围内,随着播期的推迟,油菜产量逐渐降低。油研9号的直播播期试验资料统计分析表明^[3],产油量与播期呈极显著负相关($n=6, r=-0.9228^{**}$)。在三北98和油研599的多因素旋转试验中^[4],产油量与播期呈负相关($n=5$,油研599, $r=-0.8391$;三北98, $r=-0.8783^*$)。其他试验资料由于播期设计水平少,无法作

相关分析。

2.2 密度对油菜产油量的影响

密度对油菜产量影响的研究报道较多,但是在研究密度对油菜产量影响时,分析含油率的试验资料并不多。有的试验密度处理较少(3个密度),无法找规律。在多因素旋转试验中,由于受其他因素的影响,含油率的变化规律性不强,导致产油量无规律性。由表1可知,不同品种、不同栽培方式获得最高产油量的密度相差较大。5个油菜品种移栽时获得最高产油量的平均密度为13.298万株/hm²,平均最高产油量1247.91 kg/hm²。获得最高产量的平均密度为13.2万株/hm²(表2),略低于获得最高产油量时的平均密度。平均产油93.90 kg/万株。

表1 密度对产油量的影响

品种	密度水平	密度范围 万株/hm ²	栽培方式	回归方程	r	方程显著 水平	最高产油量密度 10 ⁴ 株/hm ²	最高产油量 kg/hm ²
油研9号 ^[5]	6	9~36	直播	$y=622.302+21.8794x-0.4006x^2$	0.9396 ^{**}	0.05	27.31	921.05
皖油29 ^[11]	10	12~79.5	直播	$y=566.3865+20.3439x-0.1914x^2$	0.9232 ^{**}	0.01	53.14	1107.00
黔黄油21号 ^[9]	5	3~15	移栽	$y=-81.15+333.1764x-17.6179x^2$	0.9777 ^{**}	0.05	9.46	1494.00
苏油4号 ^[10]	6	4.5~19.5	移栽	$y=113.616+209.1500x-7.7292x^2$	0.9545 ^{**}	0.05	13.53	1528.50
史力丰 ^[7]	4	6~19.5	移栽	$y=371.2995+57.4728x-1.78704x^2$	0.9960 [*]	0.09	15.00	839.70
湘油13号 ^[6]	5	6~18	移栽	$y=135.09+131.9985x-5.2929x^2$	0.8052	0.35	15.00	1028.40
宁油12号 ^[8]	6	9~16.5	移栽	$y=-604.458+309.4215x-12.5477x^2$	0.8667 [*]	0.12	13.50	1348.95

注: $n=5, r_{0.05}=0.8783, r_{0.01}=0.9587$; $n=4, r_{0.05}=0.9500, r_{0.01}=0.9900$; $n=6, r_{0.05}=0.8114, r_{0.01}=0.9172$; $n=10, r_{0.05}=0.6319, r_{0.01}=0.7646$ 。

表2 密度对产量的影响

品种	密度水平	密度范围 万株/hm ²	栽培方式	回归方程	r	方程显著 水平	最高产量 kg/hm ²	最高产量密度 10 ⁴ 株/hm ²
油研9号	6	9~36	直播	$y=1362.261+48.2434x-0.8366x^2$	0.9480 ^{**}	0.05	2057.76	28.83
皖油29	10	12~79.5	直播	$y=1488.555+43.8997x-0.4218x^2$	0.9312 ^{**}	0.01	2630.79	52.04
黔黄油21号	5	3~15	移栽	$y=-162.09+755.7843x-40.8286x^2$	0.9812 ^{**}	0.05	3335.52	9.26
苏油4号	6	4.5~19.5	移栽	$y=27.5664+457.5386x-17.2822x^2$	0.9352 ^{**}	0.05	3055.85	13.24
史力丰	4	6~19.5	移栽	$y=1107.7155+159.9234x-4.8333x^2$	0.9912 ^{**}	0.13	2456.55	15.0
湘油13号	5	6~18	移栽	$y=379.83+338.7921x-13.8107x^2$	0.8141	0.34	2610.00	15.0
宁油12号	6	9~16.5	移栽	$y=-961.329+693.4750x-28.8691x^2$	0.8637 [*]	0.13	3279.00	13.5

注:史力丰、湘油13号、宁油12号3个品种由于密度与产量间的回归方程未达到显著水平,密度为实际最高产量密度和最高产油量密度。

2.3 氮肥对油菜产油量的影响

产油量包括油菜品种的产量和含油率,现阶段种植油菜主要用来榨取食用油,提高单

位面积产油量,就能提高种植油菜的经济效益。不同品种施氮量与产油量的关系如表3。

表3 氮肥与油菜产油量的关系

品种	氮肥水平	回归方程	r	回归方程 显著水平	获得最高产油量的 施氮量//kg/hm ²	获得最高产量的 施氮量//kg/hm ²	高产油量 kg/hm ²
苏油4号 ^[10]	6	$y=722.043+4.4885x-8.3067\times 10^{-3}x^2$	0.9956 ^{**}	0.01	270.17	313.97	1328.40
宁油12号 ^[8]	5	$y=331.9485+6.2262x-9.82\times 10^{-3}x^2$	0.9770 ^{**}	0.05	317.02	323.11	1318.90
川农油3号 ^[14]	5	$y=640.431+5.6247x-1.0353\times 10^{-2}x^2$	0.9934 ^{**}	0.05	271.65	294.00	1404.40
油研9号 ^[12]	6	$y=894.348+5.1283x-1.3113\times 10^{-2}x^2$	0.9994 ^{**}	0.01	195.54	208.88	1395.75
油研10号 ^[12]	6	$y=1103.454+3.6836x-9.84\times 10^{-3}x^2$	0.9809 ^{**}	0.01	187.2	205.08	1448.19
黔黄油21号 ^[13]	7	$y=781.5105+8.1271x-2.351\times 10^{-2}x^2$	0.9622 ^{**}	0.01	172.8	181.20	1483.87

注: $n=5, r_{0.05}=0.8783, r_{0.01}=0.9587$; $n=6, r_{0.05}=0.8114, r_{0.01}=0.9172$; $n=7, r_{0.05}=0.7545, r_{0.01}=0.8745$ 。

3个高油份品种(油研9号、油研10号、黔黄油21号,含油率 $\geq 44\%$)获得最高产油量的施氮量平均为185.18 kg/hm²(表3),产油量平均为每公顷1442.60 kg。3个含油率较低品种(含油率 $\leq 42\%$)的最高产油量平均为1350.57 kg/hm²,高含油率品种产油量比含油率较低品种的产油量平均高6.81%,3个含油率较低品种获得最高产油量时的平均

施氮量为286.28 kg/hm²,比高油份品种获得最高产油量时的施氮量多101.1 kg/hm²,平均高54.60%。经相关分析表明,油菜品种含油量与获得最高产油量的施氮间呈极显著负相关($r=-0.9800^{**}$;直线方程 $y=1574.9775-2.0481x$,达极显著水平)。6个品种获得最高产油量的施氮量平均为235.73 kg/hm²,获得最高产量的施氮量平均为254.37

kg/hm²(表4),两者相差18.64 kg/hm²。当施纯氮185.18 kg/hm²时,3个低含油率品种的产油量平均为1 247.84 kg/hm²,高含油率品种产油量比含油率较低品种的产油量平均高15.61%。6个品种中有4个品种氮肥试验有0水平,即

不施氮肥时,4个品种平均产油量为845.25 kg/hm²。施氮试验平均施氮量为224.89 kg/hm²,平均产油量为1 241.51 kg/hm²,平均每千克纯N产油5.52 kg。

2.4 磷肥对油菜产油量的影响

研究磷肥对油菜产量影响

表4 氮肥对油菜产量的影响

品种	氮肥水平	回归方程	r	显著水平	获得最高产量的施氮量//kg/hm ²
苏油4号	6	$y = 1\ 812.361\ 5 + 8.012\ 4x - 1.276 \times 10^{-2}x^2$	0.994 6**	0.01	313.97
宁油12号	5	$y = 622.762\ 5 + 16.112\ 0x - 2.493\ 3 \times 10^{-2}x^2$	0.978 1**	0.05	323.11
川农油3号	5	$y = 1\ 454.656\ 5 + 13.522\ 6x - 2.3 \times 10^{-2}x^2$	0.995 3**	0.01	294.00
油研9号	6	$y = 1\ 823.635\ 5 + 12.599\ 6x - 3.016 \times 10^{-2}x^2$	0.996 7**	0.01	208.88
油研10号	6	$y = 2\ 286.636 + 9.504\ 6x - 2.317\ 3 \times 10^{-2}x^2$	0.987 0**	0.01	205.08
黔黄油21号	7	$y = 1\ 576.693\ 5 + 18.547\ 0x - 5.117\ 3 \times 10^{-2}x^2$	0.966 7**	0.01	181.20

时,单一研究磷肥对油菜产量影响的研究报道比较少,磷钾肥配施和多因素试验设计研究较多。同时在这些研究中,分析含油率的试验资料更少。已有的研究资料统计分析表明(表5),磷肥对产油量的影响呈直线相关和一元二次抛物线关系,多因素试验中磷肥与产油量间无法建立回归方程。如将6个品种不同施磷水平与对应的产油量一一进行分析,可得出施磷量与产油量间呈直线相关,直线方程为 $y = 976.710\ 0$

+1.013 0x(n=30,r=0.507 1**,方程达极显著水平)。施磷量越高,产油量越高显然不符合生产的实际。6个品种中有4个品种磷肥试验有0水平,即不施磷肥时,4个品种平均产油量为896.06 kg/hm²。施磷试验平均施磷量为110.59 kg/hm²,平均产油量为1 101.14 kg/hm²,平均每千克P₂O₅产油9.96 kg。磷肥对油菜产量影响与土壤的含磷量(P₂O₅)有关。6个品种获得最高产油量时的施磷量平均为147 kg/hm²。

表5 磷肥对油菜产油量的影响

品种	磷肥水平	回归方程	r	显著水平	获得最高产油量的施磷量//kg/hm ²
黔油29号 ^[15] (钙镁磷肥)	5	$y = 859.29 + 2.034\ 22x$	0.960 6**	0.01	180
黔油29号 ^[15] (过磷酸钙)	5	$y = 821.747\ 6 + 1.813\ 41x$	0.985 7**	0.01	180
黔黄油21号 ^[16]	5	$y = 937.611 + 3.610\ 0x - 1.503\ 4 \times 10^{-2}x^2$	0.983 5**	0.05	120
渝黄1号 ^[17]	5	--	--	--	90
油研10号 ^[19]	5	--	--	--	180
青油46 ^[18]	5	--	--	--	135

注:表中"--"表示无法建立回归方程,下同。n=5,r_{0.05}=0.878 3,r_{0.01}=0.958 7。

2.5 钾肥对产油量的影响 研究钾肥对油菜产量影响时,单一研究钾肥对油菜产量影响的研究报道比较少,多以磷钾肥配施和多因素试验设计研究较多。已有的研究资料统计分析表明(表6),钾肥对产油量的影响呈直线相关和以自然常数e为底的指数函数关系(该函数无极值)、或无法建立方程。如将6个品种(将7801低芥酸油菜剔除,产量太低,导致产油量太低)不同施钾水平与对应的产油量一并进行分析,可得出施钾量与产油量间呈直线相关,直线方程为 $y = 1\ 002.740\ 6 + 0.668\ 636x$ (n=30,r=0.663 9,方程达极显著

水平)。钾肥对油菜产量影响与土壤的含钾量(K₂O)有关。6个品种中有4个品种钾肥试验有0水平,即不施钾肥,4个品种平均产油量为967.09 kg/hm²。施钾试验平均施钾量为176.46 kg/hm²,平均产油量为1 126.21 kg/hm²。平均每千克K₂O产油6.38 kg。7个品种获得最高产油量时的施钾量平均为228.45 kg/hm²。

2.6 硼肥对油菜产油量的影响 研究硼肥对油菜产量影响时,分析硼肥对油菜含油率影响的研究报道很少。硼肥主要是影响油菜结实,严重缺硼时导致油菜植株矮化萎缩。施硼

表6 钾肥对产油量的影响

品种	钾肥水平	回归方程	r	显著水平	获得最高产油量的施钾量//kg/hm ²
黔油29号 ^[15] (氯化钾)	5	$y = 917.305\ 8 + 1.104\ 21x$	0.994 4**	0.01	360.0
黔油29号 ^[15] (硫酸钾)	5	$y = 888.956\ 0 + 1.241\ 46x$	0.982 0**	0.01	360.0
7801 ^[20] (低芥酸油菜)	4	$y = 232.404 + 0.371\ 888x$	0.973 1*	0.05	262.5
黔黄油21号 ^[16]	5	$y = 1\ 132.594\ 1 / (1 + \exp(-1.581\ 0 - 0.039\ 952x))$	0.995 8**	0.01	360.0
渝黄1号 ^[17]	5	--	--	--	112.5
油研10号 ^[19]	5	--	--	--	60.0
青油46 ^[18]	5	--	--	--	90.0

注:n=5,r_{0.05}=0.878 3,r_{0.01}=0.958 7。n=4,r_{0.05}=0.950 0,r_{0.01}=0.990 0。

对油菜产量的影响效果取决于土壤有效硼的含量。在油菜的高产栽培中,注重硼肥的施用,每公顷施硼 15~22.5 kg。3 个品种获得最高产油量时的施硼量平均为 21.45 kg/hm²(表 7)。3 个品种合并后,硼肥与产油量的关系为 $y = 984.4654$

$+ 18.2212x - 0.4172x^2$ ($n = 15, r = 0.6424^{**}$, 方程达显著水平), 通过对方程求极植, 获得最高产油量的施硼量为 21.84 kg/hm²。

表 7 硼肥对产油量的影响

品种	硼肥水平	回归方程	r	显著水平	获得最高产油量的施硼量//kg/hm ²
青油 14 ^[22]	5	$y = 1087.3545 + 26.4846x - 0.6818x^2$	0.9900 ^{**}	0.01	19.35
黔黄油 21 号 ^[16]	5	$y = 1/(8.79 \times 10^{-4} + 1.22 \times 10^{-4} \exp(-x))$	0.9413 [*]	0.05	30 [*]
渝黄 1 号 ^[17]	5	--			15

注:回归方程无极值,以试验的最大施硼量为最佳施用量。此时产油量最高。 $n = 5, r_{0.05} = 0.8783, r_{0.01} = 0.9587$ 。

2.7 降低氮肥施用量对甘蓝型优质杂交油菜高油份品种菌核病和产量损失率的影响 通过对文献[21]中氮肥施用量对甘蓝型优质杂交油菜高油份品种菌核病和产量损失率影响(表 8)的统计分析研究表明,施氮量与菌核病发病株率间的关系为 $y = 5.9288 + 0.022482x$, 直线方程达极显著水平, 相关系数 $r = 0.8929^{**}$ ($n = 10$); 施氮量与病情指数的关系 $y = 3.2033 + 0.024227x$, 直线方程达极显著水平, 相关系数 $r = 0.9268^{**}$ ($n = 10$); 施氮量与产量损失率的关系 $y = 2.5848 + 0.029099x$, 直线方程达极显著水平, 相关系数 $r = 0.9651^{**}$ ($n = 10$)。上述研究表明,高油份品种获得最高产油量时施氮量平均为 185.18 kg/hm², 含油率较低品种获得最高产油量时的平均施氮量为 286.28 kg/hm²。当高油份品种施以含油率较低品种获得最高产油量时的施氮量时,高油份品种的菌核病病株率、病情指、产量损失率的变化如下。当 $x = 185.18$ 时(施氮量), $y = 10.09$ (发病株率); 当 $x = 286.28$ 时, $y = 12.36$ 。施纯氮 286.28 kg/hm² 与施纯氮 185.18 kg/hm² 的相比,发病株率增加 2.27 个百分点,增加 22.50%; 当 $x = 185.18$ 时(施氮量), $y = 7.69$ (病情指数); 当 $x = 286.28$ 时, $y = 10.14$ 。施纯氮 286.28 kg/hm² 与施纯氮 185.18 kg/hm² 的相比,病情指数增加 2.45 个百分点,增加 31.86%; 当 $x = 185.18$ 时(施氮量), $y = 7.97$ (产量损失率); 当 $x = 286.28$ 时, $y = 10.92$ 。施纯氮 286.28 kg/hm² 与施纯氮 185.18 kg/hm² 的相比,产量损失率增加 2.95 个百分点,增加 37.01%。因此高油份品种与含油率较低品种相比,不但获得最高产油量的施氮量降低 35.32%, 发病株率降低 18.37%, 病情指数降低 24.16%, 产量损失率降低 27.01%。

2.8 氮肥试验中磷钾肥施用情况 对上述氮肥试验中磷钾肥施用情况进行统计,了解磷钾肥的配施情况,结果表明(表 9),5 个氮肥试验中 P₂O₅ 和 K₂O 分别平均为 104.4, 142.5 kg/hm²。

3 结论与讨论

3.1 产油量与播期呈负相关 因此各地播期除了根据油菜品种的特征特性(即生育期长短)、栽培方式(直播或移栽)来确定外,还应考虑到作物茬口安排。贵州油菜移栽播期 9 月 10 日至 9 月 18 日,直播 9 月 25 日至 10 月 15 日。适期范围内,尽可能的提早播种移栽,可提高产量和含油率,进而提高产油量。

表 8 氮肥施用量对甘蓝型优质杂交油菜高油份品种菌核病和产量损失率的影响

品种	施氮量 kg/hm ²	菌核病病株率 %	病情指数	产量损失率 %
油研 9 号 ^[22]	0	7.76	4.65	3.66
	75	8.30	4.67	3.99
	150	9.68	5.97	7.78
	225	10.64	6.50	8.12
	300	14.46	11.86	11.09
油研 10 号 ^[22]	375	16.61	13.54	15.59
	0	6.31	4.59	3.46
	75	6.54	4.91	4.59
	150	7.43	5.73	6.11
	225	8.29	6.64	7.50
	300	11.95	11.02	10.92
	375	13.76	12.87	13.68

表 9 5 个氮肥试验磷钾肥施用情况

品种	P ₂ O ₅ //kg/hm ²	K ₂ O //kg/hm ²
宁油 12 号	60	67.5
川农油 3 号	90	90
黔黄油 21 号	72	135
油研 9 号	150	210
油研 10 号	150	210
平均	104.4	142.5

注:苏油 4 号的氮肥试验未说明磷钾肥施用情况。

3.2 密度与产油量间多数呈一元二次抛物线关系 不同品种、不同栽培方式密度相差较大,获得最高产油量的直播密度为 27.31~53.14 株/hm², 移栽密度 9.26~15 万株/hm²。移栽油菜平均产油 93.90 kg/万株。我国油菜的移栽密度,长江中、下游油菜移栽密度较大(12~15 万株/hm²), 长江上游油菜移栽密度较小(6~10.5 万株/hm²)。不同密度下,含油率的变化差异较小。因此密度的确定应以各地栽培习惯和品种特性来确定。

3.3 氮肥与产油量间呈一元二次抛物线关系 高油份品种(44.00% 以上)获得最高产油量的施氮量平均为 185.18 kg/hm², 产油量平均为 1442.60 kg/hm²。含油率较低品种(42.00% 以下)获得最高产油量的施氮量平均为 286.28 kg/hm²; 产油量平均为 1350.57 kg/hm², 高含油率品种产油量比含油率较低品种的产油量平均高 6.81%。当施纯氮为

(下转第 13213 页)

- [17] CRAIGIE J S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture [J]. *Journal of Applied Phycology*, 2011, 23(3): 371–393.
- [18] RAYORATH P, KHAN W, PALANISAMY R, et al. Extracts of the Brown Seaweed *Ascophyllum nodosum* Induce Gibberellic Acid (GA3)-independent Amylase Activity in Barley [J]. *Journal of Plant Growth Regulation*, 2008, 27(4): 370–379.
- [19] 郭艳玲, 乔振杰, 郭昌春. 海藻肥对蔬菜种子萌发的影响 [J]. *安徽农学通报*, 2008, 14(14): 68–70.
- [20] 崔瑾, 马志虎, 徐志刚. 不同光质补光对黄瓜、辣椒和番茄幼苗生长及生理特性的影响 [J]. *园艺学报*, 2009, 36(5): 663–670.

- [21] 亢福仁, 朱铭强, 冯光慧. 生物活性水对番茄种子萌发及幼苗生长的影响 [J]. *北方园艺*, 2010(14): 49–50.
- [22] 陈婧, 龙友华. 生长调节剂浸种对玉米种子萌发及幼苗生长的影响 [J]. *贵州农业科学*, 2011, 39(2): 57–59.
- [23] 张振贤, 程智慧. 高级蔬菜生理学 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2008.
- [24] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [25] 吕家龙. 蔬菜栽培学各论(南方本) [M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.

(上接第 13177 页)

185.18 kg/hm², 3 个低含油率品种的产油量平均为 1 247.84 kg/hm², 高含油率品种产油量比含油率较低品种的产油量平均高 15.61%。油菜品种含油量与获得最高产油量的施氮间呈极显著负相关。

3.4 磷肥与产油量间呈直线相关关系 6 个品种获得最高产油量时的平均施磷量为 147 kg/hm²。平均每千克 P₂O₅ 产油 9.96 kg。钾肥与产油量间呈直线相关关系, 7 个品种获得最高产油量时的平均施钾量为 228.45 kg/hm², 平均每千克 K₂O 产油 6.38 kg。磷肥、钾肥对油菜产量的影响与土壤的含磷量(P₂O₅)、含钾量(K₂O)有关。关于磷肥、钾肥对产油量的影响有待进一步的研究。

3.6 硼肥与产油量间呈一元二次抛物线关系 3 个品种获得最高产油量时的施硼量平均为 21.84 kg/hm²。关于硼肥对产油量的影响有待进一步的研究。

3.7 甘蓝型优质杂交油菜高油份品种高产保优栽培措施 高油份品种获得最高产油量的施氮量为 185.18 kg/hm²。该研究统计资料表明(磷、钾肥试验), 获得最高产油量的施磷、钾量平均分别为 147、228.45 kg/hm²。5 个氮肥试验中, 磷、钾肥平均施用量分别为 104.4、142.5 kg/hm²。根据文献[23]和[24], 氮: 磷: 钾肥的比例分别为 1: 0.35: 0.95 和 1: 0.42: 1.21, 即氮、磷、钾肥的施用量分别为 185、64.75、175.75 kg/hm² 和 185、77.7、223.85 kg/hm², 钾肥用量都偏高, 增施钾肥, 成本高。如按平衡施肥原则施肥, 可增施磷肥, 降低钾肥用量, 氮: 磷: 钾^[23] 分别为 1: 0.64: 0.8, 氮、磷、钾肥施用量分别为 185、118.4、148 kg/hm²。结合本文中的 5 个氮肥试验得出, 甘蓝型优质杂交油菜高油份品种高产保优栽培措施的氮、磷、钾、硼肥施用量分别为 187.5~195、105~120、135~150、15~22.5 kg/hm²。

3.8 降低氮肥施用量对甘蓝型优质杂交油菜高油份品种菌核病和产量损失率的影响 研究表明, 高油份品种获得最高产油量时施氮量平均为 185.18 kg/hm², 含油率较低品种获得最高产油量时的平均施氮量为 286.28 kg。当高油份品种施以含油率较低品种获得最高产油量时的施氮量时, 高油份品种的菌核病病株率增加 22.50%、病情指增加 31.86%、产量损失率增加 37.01%。因此高油份品种与含油率较低品种

相比, 不但获得最高产油量的施氮量降低, 而且发病株率、病情指数、产量损失率均降低。

参考文献

- [1] 官春云. 油菜品质改良和分析方法 [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1985: 110–130.
- [2] 赵继献, 王仙平, 高志宏. 主要栽培因素对甘蓝型优质杂交油菜品质性状的影响 [J]. *农业科学与技术(英文版)*, 2013(5): 738–749, 753.
- [3] 赵继献, 任廷波, 郑治洪. 黄籽双低杂交油菜油研 9 号保优栽培技术研究 [J]. *安徽农业科学*, 2004, 32(1): 17–19, 21.
- [4] 赵继献, 任廷波, 程国平. 栽培因素对甘蓝型优质杂交油菜品质性状的影响 [J]. *中国农学通报*, 2012, 28(21): 140–149.
- [5] 任廷波, 赵继献, 郑治洪. 不同直播密度和施氮量对油研 9 号产量及品质的影响 [J]. *贵州农业科学*, 2004, 32(4): 23–26.
- [6] 唐湘如, 官春云. 油菜栽培密度与几种酶活性及产量和品质的关系 [J]. *湖南农业大学学报: 自然科学版*, 2001, 27(4): 264–267.
- [7] 黄秀芳, 孙敬东, 孙旭明. 不同密度、施氮量对史力丰油菜产量及品质的影响 [J]. *安徽农业科学*, 2003, 31(1): 19–21.
- [8] 高建芹, 戚存扣, 浦惠明, 等. 施氮量和栽培密度对宁油 12 号产量及品质的影响 [J]. *江苏农业科学*, 2005(6): 40–41.
- [9] 魏忠芬, 骆书川, 黄春利, 等. 种植密度对黔黄油 21 号产量及品质性状的影响 [J]. *贵州农业科学*, 2010(11): 127–129, 132.
- [10] 许才康, 孙华, 陈培锋, 等. 苏油 4 号油菜优质高产栽培技术研究及应用 [J]. *上海农业学报*, 2010, 26(3): 44–47.
- [11] 郝睿, 荣维国, 刘道敏, 等. 不同密度对皖油 29 油菜产量及品质的影响 [J]. *安徽农学通报*, 2012, 18(13): 72–72, 84.
- [12] 赵继献, 程国平, 任廷波, 等. 不同氮水平对优质甘蓝型黄籽杂交油菜产量和品质性状的影响 [J]. *植物营养与肥料学报*, 2007, 13(5): 882–889.
- [13] 魏忠芬, 钟永先, 王军, 等. 不同氮肥施用水水平对黔黄油 21 号产量及品质性状的影响 [J]. *贵州农业科学*, 2010(11): 117–120.
- [14] 吴永成, 陈天才, 彭海浪, 等. 施氮量和种植密度对迟直播油菜产量、品质及氮肥利用率的影响 [J]. *西南农业学报*, 2012, 25(4): 1320–1325.
- [15] 罗莉势, 陈德珍, 周应友, 等. 不同磷钾肥对黔油 29 号品质及产量的影响 [J]. *贵州农业科学*, 2012, 40(9): 72–75.
- [16] 李德文, 魏忠芬, 王军, 等. 杂交油菜黔黄油 21 号优质高产栽培技术研究 [J]. *贵州农业科学*, 2012, 40(9): 79–82, 86.
- [17] 李宝珍, 王正银, 李加纳, 等. 氮磷钾硼对甘蓝型黄籽油菜产量和品质的影响 [J]. *土壤学报*, 2005, 42(3): 479–487.
- [18] 李得苗, 张胜, 张润生, 等. 不同施肥水平对双低油菜产量和含油率的影响 [J]. *内蒙古农业大学学报: 自然科学版*, 2005, 26(1): 24–26.
- [19] 高志宏, 赵继献, 任廷波. 氮、磷、钾对油研 10 号油菜产量和品质的影响 [J]. *山地农业生物学报*, 2006, 25(5): 382–389.
- [20] 徐光壁, 高国文, 卞月华. 钾肥对低芥酸油菜产量和品质的影响 [J]. *土壤肥料*, 1994(4): 28–30.
- [21] 任廷波, 赵继献. 氮肥对黄籽双低杂交油菜菌核病的影响 [J]. *贵州农业科学*, 2005, 33(6): 43–45.
- [22] 龙飞, 张胜, 张润生, 等. 硼对甘蓝型双低春油菜产量和品质的影响 [J]. *华北农学报*, 2008, 23(1): 176–180.
- [23] 刘后利. 实用油菜栽培学 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987: 235–274.
- [24] 官春云. 优质油菜生理生态和现代栽培技术 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2013: 74–107, 178–211.