

不同种植密度和施肥水平对油菜养分吸收和产量的影响

杨勇^{1,2,3}, 刘强^{1,2,3}, 宋海星^{1,2,3}, 官春云^{4*}, 荣湘民^{1,2,3}, 彭建伟^{1,2,3}

(1.湖南农业大学 资源环境学院,湖南 长沙 410128;2.农田污染控制与农业资源利用湖南省重点实验室,湖南长沙 410128;3.植物营养湖南省普通高等学校重点实验室,湖南 长沙 410128;4.国家油料改良中心 湖南分中心,湖南 长沙 410128)

摘要:采用田间小区试验,研究了种植密度和施肥水平对湘杂油 763 氮磷钾养分吸收和籽粒产量的影响。结果表明:在相同种植密度条件下,高施肥处理的产量明显高于低施肥处理,且 4 个施肥水平间产量的差异达到显著或极显著水平;高施肥而种植密度小和低施肥而种植密度大的处理产量相对较高。所设的 24 个处理中,产量最高为 2 696.15 kg/hm²(施 N 肥 180 kg/hm²、施 P 肥 90 kg/hm²、施 K 肥 158 kg/hm²、种植密度为 7.5×10⁴ 株/hm²)。施肥量高的处理氮磷钾积累量相对较高,其变化趋势和产量的变化趋势基本一致,而且氮磷钾积累量与产量的相关性达到极显著水平;在盛花期和收获期氮素和磷素含量呈先增后减的趋势,且差异不明显,但远大于越冬期,而钾素含量的变化却很小。

关键词:油菜;种植密度;施肥水平;养分吸收;产量

中图分类号:S565 文献标志码:A 文章编号:1007-1032(2011)06-0586-06

Effects of different planting densities and fertilizer application levels on nutrients absorption and yield of oilseed rapeseed

YANG Yong^{1,2,3}, LIU Qiang^{1,2,3}, SONG Hai-xing^{1,2,3}, GUAN Chun-yun^{4*}, RONG Xiang-min^{1,2,3}, PENG Jian-wei^{1,2,3}

(1.College of Resources and Environment, Hunan Agricultural University, Changsha 410128,China; 2.Hunan Provincial Key Laboratory of Farmland Pollution Control and Agricultural Resources Use, Changsha 410128,China; 3.Hunan Provincial Key Laboratory of Plant Nutrition in Common University, Changsha 410128, China; 4. National Center of Oilseed Crops Improvement, Hunan Branch, Changsha 410128, China)

Abstract: Field experiments were conducted to investigate effects of different planting densities and fertilizer application levels on N, P, K (nitrogen, phosphorus, potassium) uptake and seed yield of rapeseed variety Xiangzayou 763. The results showed that, yield of high fertilizer application treatment were significantly higher than that in the low fertilizer application treatment under the same planting density, and there were significant or highly significant differences in seed yield among the 4 fertilizer application treatments. Seed yield in 2 treatments (higher fertilizer application level with lower planting density treatment, lower fertilizer application level with higher planting density treatment) were relatively higher. The highest yield (N was 180 kg/hm², P was 90 kg/hm², K was 158 kg/hm² and the planting density was 75 000 plants /hm²) was 2 696.15 kg/hm² among the 24 treatments. Higher fertilizer application treatments had higher NPK accumulation, which was consistent to the seed yield, and there was highly significant correlation between yield and NPK accumulation. The contents of N and P during flowering and harvesting stages, which were much higher than those during the wintering stage, increased first and then decreased, but the change was not obvious. The K content showed less change.

Key words: rapeseed; planting density; fertilizer application level; nutrients absorption; yield

大量研究^[1-6]表明,种植密度和施肥量是影响油菜产量和品质的重要因素。艾复清等^[7]研究表明,

收稿日期:2011-04-12

基金项目:国家油菜产业技术体系建设项目(nyctx-00509);国家“863”计划项目(2006BAD21B03);湖南省重大专项(2009FJ1006-1, 2009FJ1006-3);湖南省高校创新平台开放基金项目(09K049)

作者简介:杨勇(1987—),男,湖南益阳人,硕士研究生,主要从事植物营养与施肥原理研究, btight168168@126.com; *通信作者, guancy2000@yahoo.com.cn

施肥量和种植密度对油菜单株有效角果数和产量均有显著影响，种植密度对单株有效角果数的影响大于施肥量的影响，施肥量对产量的影响大于种植密度的影响；赵乃轩等^[8]研究表明，油菜在种植密度为 1.2×10^5 株/hm²、施氮量为150 kg/hm²的条件下可获得较高产量。笔者采用田间小区试验，研究了不同种植密度和施肥水平对湘杂油763养分吸收及产量的影响，旨在为油菜的合理施肥和高产优质栽培提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试油菜品种为湘杂油 763，由国家油料改良中心湖南分中心提供。供试土壤为第四纪红土发育的红黄泥，土壤有机质、全氮、全磷、全钾、全硫含量分别为 31.73、0.85、0.86、14.36、0.49 g/kg，碱解氮、速效磷、速效钾、速效硫、速效硼含量分别为 111.80、5.86、52.29、43.15、0.26 mg/kg。供试肥料为尿素(含 N 46%)、钙镁磷肥(含 P₂O₅ 12%)、氯化钾(含 K₂O 60%)、硼砂。

1.2 试验设计

田间试验于 2009 年 10 月至 2010 年 5 月在湖南省浏阳市永安镇红旗村进行。根据湖南省农业厅研究结果^[9]和试验区土壤肥力状况，设 4 个施肥水平(表 1)和(7.5、15.0、22.5、30.0、37.5、45.0)×10⁴株/hm² 6 个种植密度(分别用 A、B、C、D、E、F 表示)，完全方案设 24 个处理，3 次重复，共 72 个小区，随机区组排列。小区面积为 20 m²(其中 5 m²为采样区，15 m²为测产区)。油菜于 2009 年 10 月 12 日直播，出苗后通过 2 次间苗调整不同处理的密度。田间管理同一般油菜田。

表 1 肥料施用量

Table 1 The amount of fertilizer applied in the different treatments

施肥水平	施肥量/(kg·hm ⁻²)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	B
I	180.00	90.00	158.00	0.90
II	120.00	60.00	105.00	0.60
III	60.00	30.00	53.00	0.30
IV	0.00	90.00	158.00	0.90

1.3 测定项目与方法

分别于油菜越冬期(2010 年 1 月 7 日)、盛花期(2010 年 3 月 11 日)和收获期(2010 年 5 月 25 日)全株样(每小区 5 株，根系挖掘深度为 20 cm)，洗净、烘干、粉碎、过筛后用 H₂SO₄-H₂O₂ 进行消煮，测定油菜植株氮、磷、钾含量。全氮测定采用凯氏定氮法；全磷测定采用钒钼黄比色法；全钾测定采用火焰光度计法^[10]。养分积累量=养分含量×植株干重。收获期每小区单打单晒测定产量。

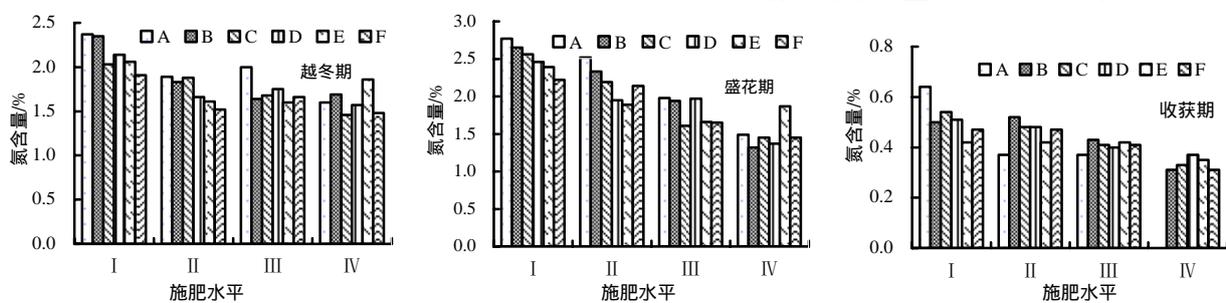
1.4 数据处理

采用 Excel 2003 和 SPSS 17.0 统计分析软件进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 种植密度和施肥水平对油菜吸收氮素的影响

由图 1 可知，盛花期的氮素含量较高，越冬期次之，而收获期最低，表明油菜盛花期生长旺盛，植株对氮素吸收量增加，而到收获期，氮素已向籽粒中转移，导致植株氮素含量急剧降低。各生育期高施肥处理的氮素含量均高于低施肥处理。相同施肥水平下，种植密度对各生育期植株氮素含量的影响不一致，越冬期和盛花期的趋势相似，即大多数低密度处理的氮素含量要高于高密度处理，而收获期不同密度对氮素含量的影响不明显。



A、B、C、D、E、F 代表 6 个种植密度，下同。

图 1 不同处理、不同时期植株的氮含量

Fig.1 Nitrogen content in plant from different treatments during different growth stages

2.2 种植密度和施肥水平对油菜吸收磷素的影响

由图2可知,不同生育期植株磷素含量的变化趋势与氮素的相似,磷素含量盛花期最高,收获期较低。不同生育期施肥量对磷素含量的影响小于氮素,只有盛花期高施肥处理的磷素含量略高于低施肥处理,而越冬期和收获期各处理植株磷素含量基

本一致,这是由于磷素容易被土壤固定,在土壤中的移动性小,并且土壤的磷素水平较高导致。相同施肥水平下,只有在施肥水平I,低密度处理植株磷素含量稍高于高密度处理,其他施肥水平种植密度对植株磷素含量的影响没有明显规律。

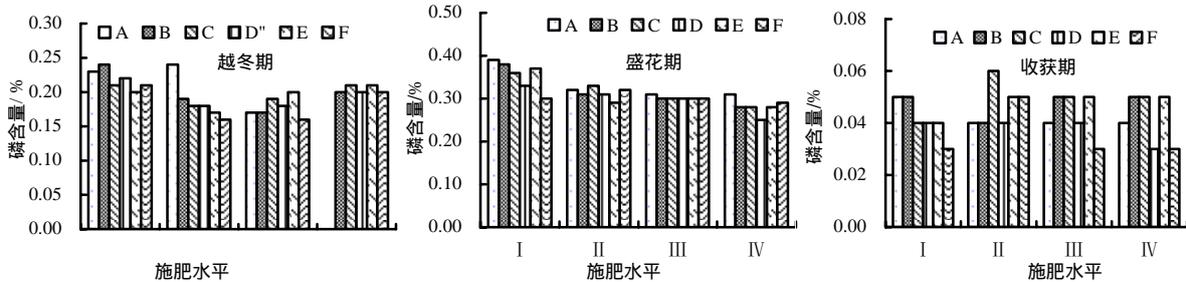


图2 不同处理、不同时期植株的磷含量

Fig.2 Phosphorus content in plant from different treatments during different growth stages

2.3 种植密度和施肥水平对油菜吸收钾素的影响

由图3可知,3个生育期钾素含量差距不大,越冬期和盛花期稍高,收获期的含量较低。各生育期施肥水平对钾素含量的影响一致,都为高施肥量处理植株钾素含量高于低施肥量处理,但越冬期和

盛花期的趋势比收获期更明显。相同施肥水平下,越冬期和盛花期低密度处理钾素含量比高密度处理高,并且在高施肥水平更为明显,而收获期种植密度对植株钾素含量的影响很小。

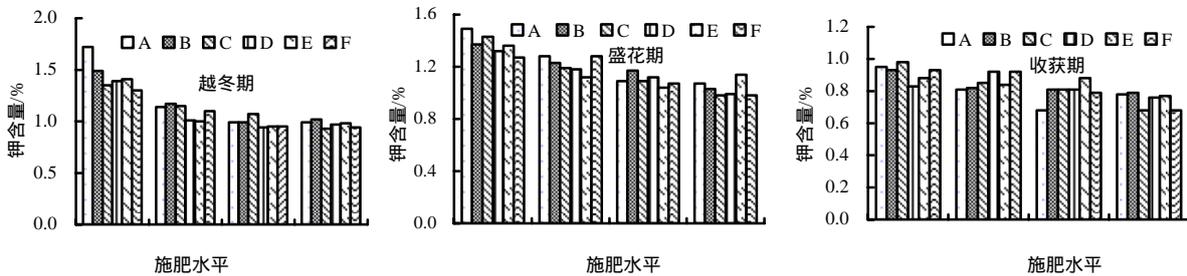


图3 不同处理、不同时期植株的钾含量

Fig.3 Potassium content of in plant from different treatments during different growth stages

2.4 种植密度和施肥水平对油菜植株养分积累量的影响

由表2可知,各生育时期氮磷钾积累量的变化各不相同。氮素的积累量呈先升后降的趋势;磷素积累量在盛花期和收获期相差不大,但远大于越冬期的积累量;而钾素积累量却呈一直增加的趋势,但收获期的增幅较小。在相同种植密度下,不同施肥水平的氮磷钾积累量的差异都很大,且变化的趋势一致,各处理间差异都达到显著水平。在相同施肥水平下,不同种植密度处理氮磷钾积累量都没有达到显著水平,而且变化趋势都不同。在越冬期,随着种植密度的增加,氮磷钾的养分积累量不断减少,但施肥水平越低的处理减少的幅度越小,甚至

出现了种植密度最大氮磷钾积累量也最大的情况(施肥水平III);在盛花期,氮磷钾养分积累量的变化趋势和越冬期相似,氮磷钾都出现了积累量增加的情况。虽然3种元素在相同施肥水平下随种植密度的变化趋势一致,但是减少的幅度不一样。以施肥水平I为例,氮磷钾的减少幅度分别为40%、34%和30%;而在收获期,氮磷钾含量的变化趋势没有前两个时期明显,只有施肥水平I的变化较大,但是变化规律与前2个时期不一致,呈“V”字型变化,其原因有待进一步研究。而其他施肥水平氮磷钾3种元素在不同种植密度下的含量都维持在一个相当稳定的水平。

表 2 不同处理的养分积累量
Table 2 Nutrients accumulation in different treatments

生育期	养分元素	种植密度 ($\times 10^4$ 株·hm ⁻²)	养分积累量/(kg·hm ⁻²)			
			施肥水平	施肥水平 II	施肥水平 III	施肥水平 IV
越冬期	N	7.5	87.92a(aA)	46.63a(bB)	13.40a(cB)	8.14a(cB)
		15.0	69.03a(aA)	48.88a(aA)	12.72a(bB)	7.12a(bB)
		22.5	60.67a(aA)	47.84a(aAB)	16.95a(bBC)	6.85a(bC)
		30.0	46.43a(abA)	36.95a(abcA)	12.73a(bcA)	6.00a(cA)
		37.5	40.89a(aA)	38.32a(abA)	11.60a(abB)	7.27a(bB)
		45.0	49.74a(aA)	26.96a(abA)	17.54a(abA)	5.12a(bA)
	P	7.5	8.53a(aA)	6.28a(abA)	1.40a(bAB)	0.86a(bB)
		15.0	7.45a(aA)	5.07a(abA)	1.38a(bA)	0.78a(bA)
		22.5	6.34a(aA)	4.40a(abAB)	1.44a(bcB)	0.84a(cB)
		30.0	4.40a(aA)	3.47a(aAB)	1.22a(bB)	0.77a(bB)
		37.5	3.60a(aA)	3.51a(aA)	0.99a(bB)	0.83a(bB)
		45.0	5.87a(aA)	3.06a(aA)	1.54a(aA)	0.61a(aA)
	K	7.5	62.48a(aA)	27.56a(abAB)	7.52a(bB)	4.94a(bB)
		15.0	45.20a(aA)	31.57a(abAB)	7.74a(bcB)	4.17a(cB)
		22.5	40.30a(aA)	28.57a(abAB)	10.38a(bcAB)	4.42a(cB)
		30.0	28.82a(aA)	20.16a(abAB)	6.62 a(bcB)	3.81a(cB)
		37.5	26.55a(aA)	22.77a(abAB)	6.37a(cB)	3.99a(cB)
		45.0	49.74a(aA)	26.96a(abA)	17.54a(abA)	5.12a(bA)
盛花期	N	7.5	215.07a(aA)	112.70a(bAB)	34.95a(bcBC)	15.51a(cC)
		15.0	168.05a(aA)	147.83a(aA)	40.40a(bB)	10.70a(bB)
		22.5	157.78a(aA)	129.59a(aA)	30.31a(bAB)	13.14a(bB)
		30.0	95.92a(abA)	136.04a(aA)	42.68a(abA)	10.95a(bA)
		37.5	124.71a(aA)	125.02a(aA)	35.28a(aA)	16.51a(bA)
		45.0	128.68a(aA)	92.99a(abAB)	33.99a(bcAB)	14.18a(cB)
	P	7.5	29.48a(aA)	12.94a(bB)	5.43a(cB)	3.11a(cB)
		15.0	25.14a(aA)	19.64a(aAB)	6.79a(bBC)	2.13a(bC)
		22.5	22.54a(aA)	18.80a(abA)	4.97a(bcA)	2.42a(cA)
		30.0	11.95a(aA)	16.20a(aA)	5.61a(cBC)	1.95a(cC)
		37.5	18.89a(aA)	15.45a(aAB)	5.25a(bAB)	2.42a(bB)
		45.0	19.38a(aA)	15.38a(aA)	5.38a(aA)	2.74a(aA)
	K	7.5	112.93a(aA)	54.24a(bB)	19.09a(cB)	11.20a(cB)
		15.0	89.53a(aA)	76.81a(aA)	25.87a(bB)	8.64a(bB)
		22.5	88.31a(aA)	68.81a(abAB)	19.48a(bcAB)	9.02a(cB)
		30.0	48.12a(aA)	71.57a(aA)	22.81a(bcAB)	8.02a(cB)
		37.5	66.36a(aA)	63.80a(aA)	18.27a(bA)	10.02a(bA)
		45.0	76.74a(aA)	58.83a(abA)	21.25a(abA)	9.83a(bA)
收获期	N	7.5	150.60a(aA)	77.70a(bB)	53.83a(cB)	14.59a(dC)
		15.0	132.14a(aA)	109.86a(aAB)	43.86a(bBC)	13.45a(bC)
		22.5	132.41a(aA)	93.98a(abAB)	54.83a(bcBC)	13.11a(cC)
		30.0	108.45a(aA)	88.63a(bB)	51.16a(cC)	18.84a(dD)
		37.5	106.15a(aA)	82.80a(abAB)	50.85a(cBC)	23.66a(dC)
		45.0	126.01a(aA)	91.46a(abA)	56.59a(bcAB)	17.73a(cB)
	P	7.5	24.16a(aA)	13.35a(bB)	11.06a(bcBC)	3.23a(cC)
		15.0	21.37a(aA)	18.10a(aA)	9.30a(bAB)	3.18a(bB)
		22.5	22.35a(aA)	16.77a(abA)	10.51a(bcAB)	2.90a(cB)
		30.0	19.10a(aA)	15.52a(abA)	9.88a(bcAB)	3.81a(cB)
		37.5	20.17a(aA)	15.48a(abAB)	9.74a(bcAB)	5.71a(cB)
		45.0	20.21a(aA)	17.04a(abAB)	10.68a(bcAB)	4.31a(cB)
	K	7.5	128.22a(aA)	80.04a(bAB)	30.52a(cB)	14.03a(cB)
		15.0	129.44a(aA)	86.20a(abAB)	34.23a(bcAB)	12.14a(cB)
		22.5	140.58a(aA)	91.33a(abAB)	37.43a(bcAB)	12.54a(cB)
		30.0	76.10a(aA)	74.90a(aA)	33.32a(bB)	15.13a(bB)
		37.5	86.71a(aA)	66.07a(abAB)	32.06a(bcAB)	17.92a(cB)
		45.0	117.69a(aA)	76.06a(abA)	36.04a(bA)	13.71a(bA)

数值后同一行(列)小写字母不同者,表示差异达5%水平;数值后同一行(列)大写字母不同者,表示差异达1%水平;括号内字母表示相同种植密度水平下不同施肥处理籽粒产量的多重比较结果。下表同。

2.5 种植密度和施肥水平对油菜籽粒产量的影响

由表3可知,在同一种植密度时,高施肥处理的产量明显高于低施肥处理的产量,籽粒产量随施肥量的增加而增加,施肥水平I的产量都在2369 kg/hm²以上,且各施肥水平间的差异都达到显著或极显著水平。不同种植密度产量增加的幅度不同,以施肥水平II到施肥水平I为例,6个不同种植密度处理籽粒产量增加幅度最大为66%(密度为7.5×10⁴株/hm²)增加幅度最小为8%(密度为15×10⁴株/hm²)。同一施肥水平下,种植密度对籽粒产量的影响没有施肥水平明显,施肥水平I处理的种植密

度越大其产量越高,但各处理的差异都没有达到显著水平;低施肥量(施肥水平III)种植密度较小或较大的处理产量相对较高,但处理间的差异不显著;中量施肥处理(施肥水平II)的趋势和低量施肥处理的趋势相似,但最小种植密度的产量最低,且处理间的差异达到显著水平;高量和低量施肥处理的产量变化趋势相同,随着种植密度的增加产量先减后增,最大和最小种植密度处理的产量相近,并且产量最高处理与产量最低处理间差异达到显著水平。所有处理中最高产量(施肥水平I,密度为7.5×10⁴株/hm²)为2696.15 kg/hm²。

表3 不同种植密度和施肥水平下的籽粒产量

Table 3 Grain yield of rapeseed under different planting density and fertilizer level

种植密度/(×10 ⁴ 株·hm ⁻²)	产量/(kg·hm ⁻²)			
	施肥水平	施肥水平	施肥水平	施肥水平
7.5	2 696.15a(aA)	1 617.95b(bB)	1 514.10a(bB)	385.90a(cC)
15.0	2 471.79ab(aA)	2 273.08a(aA)	1 087.18a(bB)	388.97a(cC)
22.5	2 369.23b(aA)	1 720.51b(bAB)	1 407.69a(bBC)	317.18a(cD)
30.0	2 501.28ab(aA)	2 122.31ab(bA)	1 398.72a(cB)	469.23a(dC)
37.5	2 542.31ab(aA)	1 946.15ab(bB)	1 394.87a(cC)	653.85a(dD)
45.0	2 683.33a(aA)	2 016.67ab(bB)	1 535.90a(cC)	514.10a(dD)

2.4 植株养分含量和积累量与产量的相关性分析

植株养分含量和积累量与产量的相关性分析结果(表4)表明,植株氮磷钾养分积累量与产量的相关性在各时期都达到极显著的水平,而且随生育时期的推进*t*值都呈增加的趋势。越冬期和盛花期氮磷钾的*t*值比较接近,但是在收获期却是磷的*t*值最大,而钾的*t*值最小,植株氮磷钾含量与产量的相关性没

有养分积累量的好,盛花期氮磷钾的*t*值都达到最高,而且氮素和钾素在各时期都达到极显著的水平,而磷素只有在盛花期达到极显著水平,而在收获期出现了负相关,原因可能是实验误差所致。

3 结论与讨论

本试验结果表明,在相同种植密度下,高施肥处理的产量明显高于低施肥处理,而且各施肥水平间的差异基本都达到极显著水平。高施肥而种植密度小和低施肥而种植密度大的处理产量相对较高,产量最高为2696.15 kg/hm²(施肥水平I,种植密度为7.5×10⁴株/hm²)为最佳种植方案,其次为2683.33 kg/hm²(施肥水平I,种植密度为45.0×10⁴株/hm²)。这主要是由于施肥量是制约油菜产量形成的主要因素,肥料供应不足,油菜就不能获得生长所需的养分,最终不能形成产量。在施肥量高的情况下,种植密度大和种植密度小的处理产量都比较高,主要是因为密度小的处理,单株油菜养分供应充足,营养生长和生殖生长都很好,最终单株产量增加而使

表4 养分含量和养分积累量与产量的关系

Table 4 Relationship between yield and nutrients content and accumulation

项目	养分元素	相关系数		
		越冬期	盛花期	收获期
养分含量	N	4.46**	7.97**	7.70**
	P	0.54	5.12**	-0.02
	K	5.56**	7.46**	5.71**
养分积累量	N	7.85**	8.77**	18.21**
	P	6.81**	8.82**	22.74**
	K	7.44**	8.98**	9.52**

“*”示达到5%显著水平;“**”示达到1%显著水平($t_{0.05}=2.069$, $t_{0.01}=2.807$)。

油菜总产增加,而高密度的处理虽然单株产量不高,但是由于肥料供应充足,生长没有收到很大的影响,生物群体产量大,最终产量增加。而在肥料供应不足的情况下,油菜生长受到抑制,单株产量都很小,种植密度大的处理反而由于生物产量高而最终产量较高。

目前,关于不同种植密度和施肥量对油菜影响的研究^[11-13]主要集中在产量、品质和经济性状方面,有关养分积累和养分含量方面的研究的报道少见。本试验对养分积累和养分含量进行了初步的探讨,结果表明,氮磷钾的积累量都是盛花期最大,收获期较小,氮磷钾积累量的变化趋势和产量的变化趋势基本一致,其与产量的相关性在各时期都达到极显著的水平。氮素含量呈先增后减的趋势;磷素含量在盛花期和越冬期相近,但远大于收获期;钾素 3 个生育期均差异不大,越冬期和盛花期稍高,收获期稍低,且氮素和钾素与产量的相关性都达到极显著水平,而磷素只有在盛花期达到极显著水平。在相同种植密度下,氮、磷、钾积累量变化的趋势一致。在相同施肥水平下,处理间的氮磷钾积累量的差异不明显。以上结论表明,氮、磷、钾都是决定产量的重要因素,氮磷钾的积累量越大,越有利于产量的形成,而在生育后期的氮磷钾积累量与产量的相关性更大。施肥量对油菜产量的影响要大于密度对产量的影响。杨斌等^[14]研究结果表明,油菜在生长发育过程中,各生育阶段对氮、磷、钾等营养物质的吸收量与植株干物质积累量的趋势相一致,本试验结果与其相似。田昌等^[15]研究也得到了相似的结果。氮磷钾的积累量与产量呈正相关的趋势,而种植密度与产量却没有明显的规律,说明施肥量是影响产量的主导因素,而种植密度只是通过影响植株个体的生长和生物群体的大小影响产量。

参考文献:

- [1] 邹娟,鲁剑巍,刘锐林,等. 4个双低甘蓝型油菜品种干物质积累及养分吸收动态[J]. 华中农业大学报, 2008, 27(2): 229-234.
- [2] 王继玥,宋海星,官春云,等. 不同种植密度和施肥量对湘杂油763产量及养分吸收的影响[J]. 西北农业学报, 2010, 19(4): 62-65.
- [3] 陆家环,王仕玥,王佳琴. 不同分带、密度及施肥对油菜产量的影响试验[J]. 现代农业科技, 2010 (14): 40-41.
- [4] 宋小林,刘强,宋海星,等. 不同处理条件下油菜茎叶可溶性糖和游离氨基酸总量及其对籽粒产量的影响[J]. 西北农业学报, 2010, 19(6): 187-191.
- [5] 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.
- [6] 周玉刚. 不同密度、氮肥对绵油11制种产量的影响[J]. 种子世界, 2008(3): 22-23.
- [7] 艾复清,李改珍. 密度与施肥量对油菜产量及经济性状的影响[J]. 浙江农业科学, 2005 (2): 131-134.
- [8] 赵乃轩,李必钦. 施氮量和种植密度对中油杂11产量的影响[J]. 湖北农业科学, 2006, 45(6): 724-726.
- [9] 湖南省农业厅. 粮食油料作物[M]. 长沙:湖南人民出版社, 2005: 12-44.
- [10] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京:中国农业出版社, 2000.
- [11] 韩梅,陈占全,郭石生,等. 氮磷钾配比及密度对油菜产量及经济效益的影响[J]. 河北农业科学, 2009, 13(8): 31-33.
- [12] 马天祥. 芥蓝一号油菜不同密度及施肥量试验报告[J]. 农业科技与信息, 2010(9): 14-15.
- [13] 金秀华,蒋其根,钱非凡,等. 油菜“核杂7号”种植密度和施肥量研究[J]. 河北农业科学, 2009, 25(4): 157-160.
- [14] 杨斌,肖华贵,李超,等. 菜需肥特性及施肥方法探讨[J]. 现代农业科技, 2008(15): 187-188.
- [15] 田昌,彭建伟,宋海星,等. 氮磷钾配比对湘杂油763产量和养分吸收的影响[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版, 2010, 36(3): 263-266.

责任编辑: 刘目前