

Rapeseed Nitrogen Fertilizer Effect and Researches on the Change of Soil Nutrients

Hongyu Zeng¹, Wei Mao², Baoguo Tang¹, Ting Mo¹, Kaiwen Yao¹, Cuilian Liu¹

¹Jiangdu Agriculture Technology and Popularization Center, Yangzhou Jiangsu

²Yangzhou Quality of Cultivated Land Protection Station, Yangzhou Jiangsu

Email: 553510027@qq.com

Received: Oct. 7th, 2018; accepted: Oct. 19th, 2018; published: Oct. 26th, 2018

Abstract

In order to solve the problem of the application amount of N and Increase N fertilizer utilization in winter rapeseed in the region, based on the same dose of K, P and B fertilizers with N different dose in 2014-2016 years, the influence on rape seed yield, N fertilizer utilization and soil nutrition content was studied with N different. The results showed that the rational N fertilizers could increase the plant height, stem diameter, branch number, single plant kernels, per kernels number and 1000-grain weight of rapeseed, and increase obviously yield of rapeseed. The N fertilizer utilization and N partial factor productivity decreased with the increase of nitrogen fertilizer. The content of available phosphorus, total nitrogen and organic matter in soil can be increased by increasing the amount of nitrogen fertilizer applied. The optical recommendation of N fertilizers was determined to be 196.87 kg/hm².

Keywords

Rapeseed, N Fertilizer, Yield, N Fertilizer Utilization, Soil Nutrition Content

油菜氮肥效应及土壤养分变化的研究

曾洪玉¹, 毛伟², 唐宝国¹, 莫淳¹, 姚开文¹, 刘翠莲¹

¹扬州市江都区农业技术推广中心, 江苏 扬州

²扬州市耕地质量保护站, 江苏 扬州

Email: 553510027@qq.com

收稿日期: 2018年10月7日; 录用日期: 2018年10月19日; 发布日期: 2018年10月26日

摘要

为解决本地区油菜氮肥适宜用量及提高氮肥利用率的问题, 2014~2016年度连续3年在磷、钾和硼肥的

等量施肥下以氮肥不同用量为试验材料进行田间试验, 研究氮肥不同施用量对油菜籽产量、氮肥利用率及土壤养分的影响。结果表明, 合理施用氮肥对油菜株高、茎粗、分枝数、单株角果数、每角粒数和千粒重均有促进作用, 同时能显著提高油菜籽的产量; 油菜氮肥利用率和氮肥偏生产力随氮肥用量的增加而下降; 增加氮肥施用量, 可提高土壤有效磷、全氮、有机质含量; 初步确定了本区域种植冬油菜氮肥推荐量为 196.87 kg/hm^2 。

关键词

冬油菜, 氮肥, 产量, 氮肥利用率, 土壤养分

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

油菜是我国主要的油料作物之一, 具有需肥量大、耐肥性较强的特性[1] [2]。氮素是农作物最重要的营养元素, 与农作物的生长发育、产量及品质密切相关。油菜对氮肥的需求量较大, 但过量施用氮肥不仅会造成环境污染, 而且还会导致油菜对氮肥的利用率明显下降[3], 因此提高油菜氮肥利用率受到很大重视。油菜作为我国主要农作物之一, 国内科技工作者就氮肥对油菜产量、品质及氮肥合理施用量, 已做了许多研究。杨勇等研究表明, 氮、磷、钾肥合理配施可明显增加油菜有效角果数和每角果粒数, 显著提高籽粒产量[4]。李月梅[5]在春油菜上等通过不同氮磷钾肥配施发现, 氮肥和磷肥对春油菜(甘蓝型杂交油菜青杂2号)籽粒产量的提高有显著作用, 钾肥的影响相对较小。马良等[6]研究结果显示, 氮磷钾肥配合施用可以提高油菜植株株高和单株有效角果数, 显著提高油菜籽粒产量和经济效益。邹娟等[7]通过2004~2006年在长江流域10个省的73个油菜肥效田间试验, 研究发现在磷、钾及硼肥基础上施用氮肥, 能明显提高油菜籽产量, 氮肥偏生产力、农学效率、生理利用率及表观利用率分别为 $14.7 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、 $6.2 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、 $18.5 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和34.6%。在施磷、钾肥基础上施用氮肥能明显提高油菜的磷、钾肥偏生产力。氮素是影响油菜产量的主要营养元素之一, 氮肥利用率低在油菜生产中普遍存在[8]。影响肥料利用率的因素很多, 科研工作者已做过大量研究, 其中化肥的不合理施用是最主要原因[9], 本研究通过连续3年田间试验, 初步确定氮肥适宜施用量, 为本地区油菜高产高效生产提供一定参考依据。

2. 材料与方法

2.1. 试验区概况

本试验区小纪镇为我区里下河区域, 地势平坦, 河湖交织, 平均海拔2米左右, 气候属热带湿润气候区, 四季分明, 季风明显, 雨水充沛, 年平均气温 14.9°C , 降水量978.7毫米, 无霜期达220天。赵家村、宗村村和蒲塘村3个试验点的土种均为小粉浆土, 肥力较高。

2.2. 试验材料

2014~2016年连续3年分别在小纪镇赵家村、宗村村和蒲塘村进行了冬油菜的氮肥不同用量试验。各试验点具体位置和耕层土壤基本状况见表1。供试油菜品种为当地主推品种“宁杂21号”。田间试验采用育苗移栽方式种植, 移栽密度为 12.45 万株/hm^2 。各试验点于当年的10月中旬播种育苗, 11月下旬进行移栽, 次年5月下旬收获。各试验田前茬作物均为水稻。

Table 1. Locations and basic soil physical and chemical properties of the field trial sites
表 1. 试验点位置和土壤基本理化性状

年份	试验地点	北纬/°	东经/°	pH	有机质/ (g/kg)	全氮/ (g/kg)	有效磷/ (mg/kg)	速效钾/ (mg/kg)	有效硼/ (mg/kg)
2014 年	小纪镇赵家村	32.59156	119.73022	7.42	31.83	1.53	15.8	85	0.58
2015 年	小纪镇宗村村	32.60710	119.71768	6.8	30.65	1.42	17.6	91	0.62
2016 年	小纪镇蒲塘村	32.59819	119.72089	7.23	34.5	1.62	18.8	96	0.58

2.3. 试验设计

试验设 6 个处理, 处理 1 (N₁PK₁) 不施氮、处理 2 (N₂PK) 施氮肥 131.25 kg/hm²、处理 3 (N₃PK) 施氮肥 196.875 kg/hm²、处理 4 (N₄PK) 施氮肥 262.5 kg/hm²、处理 5 (N₅PK) 施氮肥 328.125 kg/hm²、处理 6 (N₆PK) 施氮肥 393.75 kg/hm²。各处理磷钾硼肥施用量分别为 P₂O₅ 63 kg/hm²、K₂O 90 kg/hm²、硼 7.5 kg/hm²。供试肥料中氮肥为尿素(含 N 46%)、磷肥为过磷酸钙(含 P₂O₅ 12%)、钾肥为氯化钾(含 K₂O 60%)。肥料运筹为氮肥基肥 40%, 苗肥 20%, 苔肥 40%; 磷肥全部基施; 钾肥基肥 60%, 苔肥 40%; 硼肥一次性基施。试验过程中, 不施用有机肥。

2.4. 测定项目与方法

分别油菜移栽进和薹期考察油菜株高、茎粗、绿叶数、开展度、分枝数、单株角果数、每角粒数、千粒重等主要农艺性状; 成熟期先测产后按小区实收。土壤理化性状测定采用常规分析方法测定[10]。

有关参数的计算方法如下[9]:

氮肥农学利用率(kg/kg N) = (施氮区产量 - 不施氮区产量) ÷ 氮肥用量;

氮肥偏生产力(kg/kg N) = 施氮区产量 ÷ 氮肥用量;

氮肥表观利用率(%) = (施氮区植株总吸氮量 - 不施氮区植株总吸氮量) ÷ 氮肥用量 × 100;

氮肥生理利用率(kg/kg N) = (施氮区产量 - 不施氮区产量) ÷ (施氮区植株总吸氮量 - 不施氮区植株总吸氮量);

试验数据用 SPSS17 和 Excel 2003 进行统计分析。

2.5. 氮肥适宜用量的确定

采用一元二次肥效模型[式(1)]对油菜产量与氮肥施肥量进行拟合[11], 确定最佳氮肥施肥量。

$$y = ax^2 + bx + c \quad (1)$$

式中, y 为油菜产量(kg/hm²), x 为氮肥施肥用量(kg/hm²), a 为二次回归系数, b 为一次回归系数, c 为截距。

3. 结果与分析

3.1. 施氮对油菜主要农艺性状的影响

从连续 3 年试验结果可以看出, 不同氮肥施用量对油菜的主要农艺性状具有不同程度的影响(见表 2)。与不施氮肥相比, 随着施氮量增加, 油菜株高、茎粗、分枝数、单株角果数、每角粒数和千粒重均有不同程度的提高; 株高、茎粗、分枝数、单株角果数、每角粒数和千粒重提高幅度分别为 3.2%~16.2%、10.7%~27.5%、14.8%~61.5%、4.2%~29.5%、0.96%~20.4%、2.81%~9.64%。经方差分析, 处理 N₂PK 与 N₃PK 之间, N₄PK、N₅PK、N₆P₂ 之间株高、茎粗、分枝数、单株角果数、每角粒数和千粒重差异不显著,

处理 $N_4P_2K_2$ 、 N_5PK 与 N_2PK 和 NPK 之间株高、茎粗和千粒重差异达到显著水平, 处理 N_4PK 、 N_5PK 与 N_2PK 之间单株角果数和每角粒数差异达到显著水平, 处理 N_6PK 与 N_2PK 之间茎粗、单株角果数差异达到显著水平, 与 N_2PK 和 N_3PK 之间千粒重差异达到显著水平。可见合理施用氮磷钾硼肥有利于提高油菜籽产量。

3.2. 施氮对油菜产量的影响

由表 3、图 1 可见, 2014~2016 年连续 3 年油菜籽产量水平均随着氮肥用量的增加呈先上升后下降趋势, 处理 $N_{1.5}P_2K_2$ 、 $N_2P_2K_2$ 、 $N_{2.5}P_2K_2$ 、 $N_3P_2K_2$ 与 $N_0P_2K_2$ 相比, 对油菜产量提高均达到显著水平。施氮 262.5 kg/hm^2 时平均产量最高, 与 $N_0P_2K_2$ 相比增幅达 39%~56%, 2014 和 2016 年差异达到极显著水平; 施氮量超过 328.125 kg/hm^2 后处理间差异不明显(图 1), 表明过量施用氮肥无明显正常效果。

Table 2. Agronomic characters of rape treated with different fertilization methods

表 2. 不同施肥处理下的油菜农艺性状

处理	株高/cm				茎粗/mm				分枝数			
	2014	2015	2016	平均	2014	2015	2016	平均	2014	2015	2016	平均
N_1PK	148.0cB	155.5bB	158.7bB	154cB	1.90bB	1.78bB	1.87cB	1.85dD	20.5bA	13.5cB	20.8bB	18.3b
N_2PK	159.5bAB	164.2aAB	167.3aAB	163.7bA	2.13abAB	2.1aAB	2.07bcAB	2.1cC	28.3aAB	15.5bcAB	25.8abAB	23.2ab
N_3PK	159.8bAB	162.8aAB	168.8aAB	163.8bA	2.19abAB	2.13aAB	2.1abAB	2.14bcBC	29.7aAB	20.8abAB	28.5aAB	26.3ab
N_4PK	171.7aA	169.8aA	171.5aA	171aA	2.31aA	2.22aA	2.32aA	2.28aA	31.7aA	21.8aA	30.7aA	28.1a
N_5PK	172.0aA	168.3aA	171.3aA	170.5aA	2.29aA	2.27aA	2.28aA	2.27aA	30.3aA	19.7abAB	29.0aAB	26.3ab
N_6PK	171.3aA	164.8aAB	169.3aAB	168.5abA	2.27aAB	2.15aAB	2.25abA	2.22abAB	30.5aA	20.5aAB	29.2aAB	26.7ab

处理	单株角果数				每角粒数				千粒重/g			
	2014	2015	2016	平均	2014	2015	2016	平均	2014	2015	2016	平均
N_1PK	400cC	362.3dB	408.7b	390.3cB	17.11c	16.65bC	17.12bB	16.96cB	2.82cB	2.8dC	2.85cB	2.82dD
N_2PK	448.5bBC	405.0cB	426b	426.5bcAB	17.8bc	16.81bBC	19.52aAB	18.04bcAB	2.92bcAB	2.92cBC	2.93bcAB	2.92cC
N_3PK	450.8bBC	418.2bcAB	479ab	449.abAB	17.92bc	18.28aABC	19.95aA	18.72abAB	2.93bAB	2.93bcBC	2.98abAB	2.95cBC
N_4PK	499.3aAB	469.2aA	519a	495.8aA	19.93ab	19.1aA	20.62aA	19.88aA	3.08aA	3.07aA	3.07aA	3.07aA
N_5PK	498.0aAB	452.7abAB	525.3a	492aA	19.38ab	18.78aAB	20.13aA	19.43aA	3.07aA	3.03abAB	3.02abA	3.04abA
N_6PK	505.3aAB	450.0abAB	496ab	483.8aA	19.57ab	18.55aABC	19.45aAB	19.19abAB	3.06aA	2.97abcAB	3.0abAB	3.01bAB

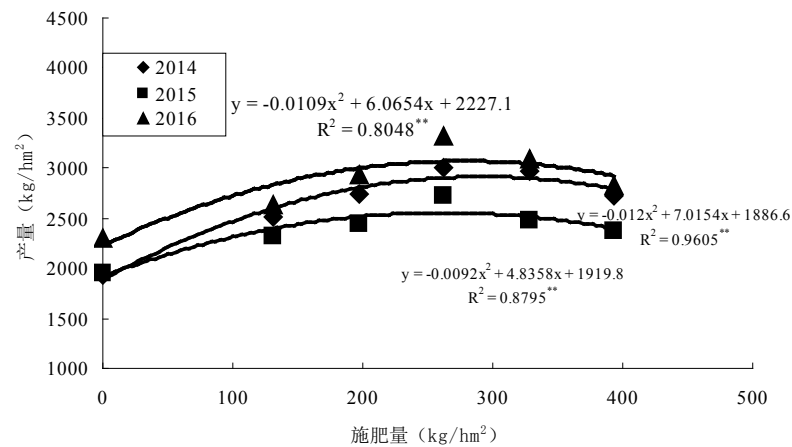
注: 同列不同小写、大写字母分别表示差异达 $P < 0.05$ 和 $P < 0.01$ 水平显著。下同。

Table 3. Responses of rape to different N treatments on yield

表 3. 不同施氮处理对产量的影响

处理	2014			2015			2016		
	变幅/(kg/hm^2)	平均/(kg/hm^2)	相对值/%	变幅/(kg/hm^2)	平均/(kg/hm^2)	相对值/%	变幅/(kg/hm^2)	平均/(kg/hm^2)	相对值/%
N_1PK	1823~1989	1924cB	100	1770~2190	1950bB	100	2010~2475	2303cB	100
N_2PK	2317~2739	2517bAB	131	2100~2475	2325abAB	119	2225~2875	2637bcAB	115
N_3PK	2478~2890	2749abA	143	2250~2700	2450aAB	126	2680~3075	2932abAB	127
N_4PK	2752~3380	3004aA	156	2300~3030	2717aAB	139	2975~3840	3313aA	144
N_5PK	2780~3230	2967aA	154	2125~2775	2483abAB	127	2675~3110	3085abAB	134
N_6PK	2438~2977	2723abA	142	1950~2700	2370abAB	122	2575~3011	2825abAB	123

注: 相对值是以处理 N_1PK 为基数, 与其他处理的比值。下同。



注: **表示 $P < 0.01$ 。

Figure 1. Relationship between different N treatments and rape yield
图 1. 不同施氮肥处理与油菜产量的关系

由图 1 分析, 根据 2014 年氮肥效应方程 $y = -0.012x^2 + 7.0154x + 1886.6$ ($R^2 = 0.9605^{**}$), 得出油菜适宜施氮量为 292 kg/hm²; 根据 2015 年氮肥效应方程 $y = -0.0092x^2 + 4.8358x + 1919.8$ ($R^2 = 0.8795^{**}$), 得出油菜适宜施氮量为 263 kg/hm²; 根据 2016 年氮肥效应方程 $y = -0.0109x^2 + 6.0654x + 2227.1$ ($R^2 = 0.8048^{**}$), 可以得出油菜适宜施氮量为 278 kg/hm²。根据连续 3 年不同地点氮肥效应方程拟合结果, 初步推荐本区域种植冬油菜氮肥施用量为 263~292 kg/hm², 可达到较高的产量水平。

3.3. 施氮对油菜氮素利用率的影响

由表 4 可见, 油菜氮肥表观利用率随氮肥用量的增加而下降, 各处理间差异显著处理, N₂PK、N₃PK、N₄PK 与 N₅PK、N₆PK 之间差异极显著。氮肥生理利用率各处理间差异不显著, 氮肥农学利用率各处理与处理 N₆PK 之间差异显著。氮肥偏生产力随氮肥用量的增加而下降, 各处理间差异显著。处理 N₃PK 和 N₄PK₃ 年平均产量分别为 2710 kg/hm²、3011 kg/hm², 氮肥利用率分别为 29.97%、26.77%, 两者之间产量水平差异不显著, 氮肥利用率之间差异达到显著水平。综合氮肥效应方程拟合结果、氮肥利用率及化肥减量增效, 初步确定本区域种植油菜氮肥适宜推荐量为 196.87 kg/hm²。

3.4. 施氮对土壤养分的影响

由表 5 可知, 随着施氮量的增加, 土壤养分均有所提高, 不施氮肥, 土壤养分均有所降低。处理 N₄PK、N₅PK、N₆PK 与试验前之间土壤有效磷、全氮和有机质差异达到显著水平; 但土壤速效钾和 pH 差异不显著; 处理 N₄PK、N₅PK、N₆PK 与 N₁PK 之间有效磷、全氮、有机质差异达到极显著水平; 处理 N₄PK、N₅PK、N₆PK 与 N₂PK 之间有效磷、有机质差异达到显著水平。可见在油菜生产中增加氮肥施用量, 可提高土壤有效磷、全氮、有机质含量, 在氮肥用量不足时, 土壤有效磷、速效钾、全氮、有机质含量降低, 土壤养分缺失。

4. 结论

1) 连续 3 年田间试验结果表明, 在磷钾硼肥配施下合理施用氮肥对油菜株高、茎粗、分枝数、单株角果数、每角粒数和千粒重等农艺性状有明显促进作用, 但氮肥用量过量后, 单株角果数、每角粒数和千粒重均有所下降, 从而降低产量; 根据氮肥效应方程分析初步确定本区域种植油菜氮肥适宜推荐量为 263~292 kg/hm², 能获得较高的油菜籽产量。

Table 4. Responses of rape to different N treatments in NUE**表 4.** 不同氮肥处理对油菜氮肥利用率的影响

处理	氮肥表观利用率%		氮肥生理利用率(%)		氮肥农学利用率 kg/kg		氮肥偏生产力 kg/kg	
	变幅	均值	变幅	均值	变幅	均值	变幅	均值
N ₂ PK	31.51~32.51	31.97aA	8.07~13.89	10.31a	2.54~4.52	3.31aAB	17.71~20.08	18.99aA
N ₃ PK	25.54~33.22	29.97abA	9.94~12.61	10.93a	2.54~4.19	3.31aAB	12.44~14.89	13.76bB
N ₄ PK	23.97~28.62	26.77bA	12.19~14.85	13.49a	2.92~4.11	3.63aA	10.35~12.62	11.47cBC
N ₅ PK	14.87~21.17	18.64cB	10.92~15.02	13.65a	1.62~3.18	2.39abAB	7.57~9.40	8.67dD
N ₆ PK	10.76~15.19	13.01dB	9.92~13.35	11.13a	1.07~2.03	1.48bB	6.02~7.17	6.70eD

Table 5. Effects of different N treatments on soil nutrients**表 5.** 不同施氮肥处理对土壤养分的影响

处理	pH	有效磷 mg/kg	速效钾 mg/kg	全氮 g/kg	有机质 g/kg
试验前	7.15a	17.73bcABC	90.67ab	1.56cdeCD	32.33abAB
N1PK	6.95a	16.43dC	82.33b	1.52eD	26.41cC
N2PK	7.07a	17.03cdBC	90.00ab	1.63bcdeBCD	30.18bBC
N3PK	6.86a	18.03abcABC	89.67ab	1.74abcABCD	32.46abAB
N4PK	7.04a	18.60abAB	93.33ab	1.83abABC	33.81aAB
N5PK	7.10a	19.13aA	94.67a	1.91aAB	34.33aA
N6PK	6.94a	19.267aA	92.33ab	1.93aA	33.32aAB

2) 油菜氮肥利用率和氮肥偏生产力随氮肥用量的增加而下降, 氮肥生理利用率各处理间差异不显著, 氮肥农学利用率各处理与 N₆PK 间差异显著。施氮量 196.87 kg/hm² 与施氮量 262.5 kg/hm² 相比, 两者之间产量水平差异不显著, 氮肥利用率之间差异达到显著水平。综合氮肥效应方程拟合结果、氮肥利用率及化肥减量增效, 初步确定本区域种植油菜氮肥适宜推荐量为 196.87 kg/hm², 即可提高油菜籽产量又可获得较高的氮肥利用率。

3) 在油菜生产中增加氮肥施用量, 可提高土壤有效磷、全氮、有机质含量, 在氮肥用量不足时, 土壤有效磷、速效钾、全氮、有机质含量降低, 土壤养分缺失。

5. 讨论

合理地配施氮磷钾肥是实现油菜高产高效生产的重要技术之一, 适宜的氮肥用量可明显提高油菜籽产量, 增加经济效益[1] [5] [6] [12]。本研究结果表明, 增施氮肥对油菜的主要农艺性状均有明显的促进作用, 但氮肥过量后, 油菜单株角果数、每角粒数和千粒重反而略有下降, 这与李银水等[13]研究结果相似。不同土壤肥力水平施氮量不同, 本研究通过 3 年田间试验, 初步确定了本地区种植油菜氮肥推荐量为 196.87 kg/hm², 与王寅等[14] [15] [16]研究结果基本一致。巨晓棠等[17]研究认为氮肥利用率受土壤性质、作物种类、生长时期、氮肥用量及其它肥料的种类和施用技术, 以及气象条件等因素的强烈影响, 因而具有很大的变幅。一般来说, 随着施氮量的增加, 作物产量增加, 而氮肥利用率显著降低[17]。本研究中油菜氮肥利用率和氮肥偏生产力均随氮肥用量的增加而下降, 与与李银水等[13]研究结果类似。科学施肥是农作物高产稳产和培肥土壤的重要保障, 合理的施用化肥可以较好的保持和提高土壤肥力[18], 张荣等[19]研究认为氮磷钾肥不同施用量对土壤总体养分都有所提高, 碱解氮、有效磷、速效钾的含量随着施肥量的增加而增高; 张国荣等[20]研究认为长期施用化肥可提高土壤有机质含量, 本研究也得到相似结果。

基金项目

全国测土配方施肥补贴项目(2012~2015年), 江苏省农业三新工程项目(sxgc[2017]158)。

参考文献

- [1] 李银水, 鲁剑巍, 邹娟, 等. 湖北省油菜钾肥效应及推荐用量研究[J]. 中国油料作物学报, 2008, 30(4): 469-475.
- [2] 邹小云, 陈伦林, 李书宇, 等. 氮、磷、钾、硼肥施用对甘蓝型杂交油菜产量及经济效益的影响[J]. 中国农业科学, 2011, 44(5): 917-924.
- [3] 易时来, 石孝均. 油菜生长季氮素在紫色土中的淋失[J]. 水土保持学报, 2006, 20(1): 83-86.
- [4] 杨勇, 刘强, 宋海星. 氮磷钾配比对油菜养分吸收、碳氮代谢产物和籽粒产量的影响[J]. 浙江农业学报, 2012, 24(1): 99-104.
- [5] 李月梅. 氮磷钾肥施用对甘蓝型春油菜产量及肥料利用效率的影响[J]. 中国油料作物学报, 2012, 34(2): 174-180.
- [6] 马良, 沈足金, 朱玉祥, 等. 氮磷钾肥对油菜浙油 50 产量、经济效益及养分吸收利用的影响[J]. 浙江农业科学, 2016, 57(3): 356-358.
- [7] 邹娟, 鲁剑巍, 陈防, 等. 冬油菜施氮的增产和养分吸收效应及氮肥利用率研究[J]. 中国农业科学, 2011, 44(4): 745-752.
- [8] Schjoerring, J.K., Bock, J.G.H., Gammelvind, L., et al. (1995) Nitro-Gen Incorporation and Remobilization in Different Shoot Components of Field-Grown Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) as Affected by Rate of Nitrogen Application and Irrigation. *Plant Soil*, **177**, 255-264. <https://doi.org/10.1007/BF00010132>
- [9] 张福锁, 王激清, 张卫峰, 等. 中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 915-924.
- [10] 鲍士旦. 土壤农化分析(3版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 263-271.
- [11] 孙义祥, 郭跃升, 于舜章, 等. 应用“3414”试验建立冬小麦测土配方施肥指标体系[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(1): 197-203.
- [12] 廖东海, 陈朝秀. 氮磷钾肥对油菜生长与土壤养分的影响初探[J]. 耕作与栽培, 2006(5): 45-46.
- [13] 李银水, 鲁剑巍, 廖星, 等. 氮肥用量对油菜产量及氮素利用效率的影响[J]. 中国油料作物学报, 2011, 33(4): 379-383.
- [14] 王寅, 鲁剑巍, 李小坤, 等. 江浙油菜主产区冬油菜的区域适宜氮肥用量研究[J]. 土壤学报, 2013, 50(6): 51-61.
- [15] 李银水, 鲁剑巍, 邹娟, 等. 湖北省油菜氮肥效应及推荐用量研究[J]. 中国油料作物学报, 2008, 30(2): 218-223.
- [16] 徐华丽, 鲁剑巍, 李小坤, 等. 江苏省油菜施肥状况调查[J]. 土壤, 2011, 43(5): 746-750.
- [17] 巨晓棠, 张福锁. 关于氮肥利用率的思考[J]. 生态环境, 2003, 12(2): 192-197.
- [18] 李文祥. 长期不同施肥对壤土肥力及作物产量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2007(2): 23-25.
- [19] 张荣, 孙小凤, 朱春来, 等. 氮磷钾肥对旱地春油菜生长和土壤养分状况的影响[J]. 青海科技, 2010(5): 45-48.
- [20] 张国荣, 李菊梅, 徐明岗, 等. 长期不同施肥对水稻产量及土壤肥力的影响[J]. 中国农业科学, 2009, 42(2): 543-551.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2164-5507，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：hjas@hanspub.org