文章编号:1000-7601(2020)01-0043-07 **doi**:10.7606/j.issn.1000-7601.2020.01.06

青海省低海拔地区春油菜施肥现状与减肥空间

袁久东[1],付　蓉[1],胥婷婷[2],宋　佳[1],徐　倩[1],
张　洋[2],张　荣[2],田　汇[1],高亚军[1,3]

(1.西北农林科技大学资源环境学院,陕西 杨凌 712100;2.青海大学农林科学院土壤肥料研究所,青海 西宁 810016;
3.农业部西北植物营养与农业环境重点实验室,陕西 杨凌 712100)

摘　要:为明确青海省春油菜的施肥现状和减肥潜力,在该省低海拔春油菜典型种植区(海拔 2 600 m 以下)选取了 451 户农民进行实地调研。结果表明:调研区有 47.7%的农户种植的春油菜产量都超过 2005—2017 年青海平均产量(1 674~2 158 kg·hm^{-2}),有 44.6%的农户低于平均产量;20.4%的农户氮肥投入适中(120~160 kg·hm^{-2}),35.9%的农户偏高和很高,43.7%的农户偏低和很低;17.5%的农户磷肥投入适中(90~120 kg·hm^{-2}),69.0%的农户偏高和很高,13.5%的农户偏低和很低;钾肥、微量元素肥料投入基本为空白;20.8%的农户施用有机肥,但有机肥用量低,极少有农户种植翻压绿肥。总之,青海春油菜氮肥投入过量与不足现象并存,且都比较严重;磷肥施用量普遍偏高;其它化肥与有机肥等施用很少。1/3 春油菜田有氮肥减量空间,2/3 春油菜田有磷肥减量空间,至少有 20%的春油菜田氮磷化肥可同时减量。同时,施氮量偏低的春油菜田应该加强培肥,有效硼等微量元素含量偏低的油菜田应适时施用微肥,保证春油菜的高产高效生产。

关键词:春油菜;施肥现状;减肥空间;青海省低海拔地区

中图分类号:S565.4　　**文献标志码**:A

Fertilization status and fertilizers reducing potential of spring rapeseed in low-altitude areas of Qinghai Province

YUAN Jiudong[1], FU Rong[1], XU Tingting[2], SONG Jia[1], XU Qian[1],
ZHANG Yang[2], ZHANG Rong[2], TIAN Hui[1], GAO Yajun[1,3]

(1. *College of Natural Resource and Environment*, *Northwest A&F University*, *Yangling*, *Shaanxi* 712100, *China*;
2.*Soil and Fertilizer Institute*, *Academy of Agriculture and Forestry Sciences*, *Qinghai University*, *Xining*, *Qinhai* 810016, *China*;
3.*Key Laboratory of Plant Nutrition and Agri-environment in Northwest China*,
Ministry of Agriculture, *Yangling*, *Shaanxi* 712100, *China*)

Abstract: In order to clarify the production, fertilization status and fertilizer rate reducing potential of spring rapeseed in Qinghai Province, 451 farmer households were selected for door-to-door survey. Results showed that 47.7% of the households had more rapeseed yield than the average of 2005-2017 (1 674~2 158 kg·hm^{-2}) while 44.6% of them had less yield than the average. About 20.4% of the households applied optimum dose of nitrogen fertilizer, 35.9% of them applied more than 160 kg·hm^{-2} N, while 43.7% of themused less than 120 kg·hm^{-2} N. About 17.5% of the farmer households applied moderate dose of phosphate fertilizer, 69.0% of themused more than 120 kg·hm^{-2} P, while 13.5% of them applied less than 90 kg·hm^{-2} P fertilizer. No potassium and micro-nutrients fertilizers were applied in this area. 20.8% of the households applied organic fertilizer which was found to be at low dose. Few farmer households cultivated green manure. In short, both of excessive application and insufficient application of N fertilizer for spring rapeseed were found in the low-altitude areas of Qinghai Province. Over dose of phosphate fertilizer

收稿日期:2019-04-10　　**修回日期**:2019-05-14

基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFD0200907);公益性行业(农业)科研专项(201503124);农业科研杰出人才及其创新团队培养计划项目

作者简介:袁久东(1993-),男,山东临沂人,硕士研究生,主要研究方向为植物营养与肥料。E-mail:m18363975708@163.com

通信作者:高亚军(1968-),男,陕西岐山人,教授,主要从事植物营养与肥料方面的研究工作。E-mail:yajungao@nwsuaf.edu.cn

was used by most farmer households. Other synthetic fertilizers and organic fertilizers were rarely applied. It can be seen that one-third of the households could reduce N fertilizer rateand two-thirds of the households could reduce P fertilizer rate for spring rapeseed. At least 20% of the households could decrease both of N and P fertilizer rate for spring rapeseed. In the meantime, soil fertility improvement of fields with low N fertilizer rate application for spring rapeseed should be concerned. Farmer household with low soil trace elements content are reminded to apply trace elements fertilizer.

Keywords: spring rapeseed; fertilization status; potential of fertilizer rate reducing; low altitude area of Qinghai Province

油菜是世界四大油料作物(大豆、油菜、花生、向日葵)之一,是我国主要种植的油料作物,种植面积仅次于水稻、小麦和玉米,位居全国第四,同时油菜是一种非常重要的饲用蛋白质来源[1-2]。资料表明,我国油菜种植面积约为 733 万 hm^2,其中春油菜种植面积常年在 71 万 hm^2 左右,占油菜总种植面积的 10%,主要分布在纬度较高和海拔较高、气候冷凉的中国西北部高原地区、长城以北和东北部分地区,比较集中分布在青海、西藏、新疆、甘肃、内蒙古等省(区)[3]。青海地区海拔高、气候冷凉,属高原大陆性气候,夏季日照时间长、雨热集中、昼夜温差大,适合春油菜生长,对春油菜籽粒发育和油分积累非常有利,是我国生产高含油量商品菜籽的优势区域[4]。2017 年青海省春油菜种植面积为 14.0 万 hm^2,占全国春油菜总种植面积的 20%,是青海省第一大作物[5]。春油菜生育期短、发育进程快,是一种需肥量较多的作物,满足油菜对养分的需求是实现油菜高产和优质的基础[6-8],合理施肥是提高油菜产量和品质的有效保证[9-10]。合理施用氮磷钾肥会提高油菜的产量和品质[10-12],过量施肥不仅会影响油菜的产量和品质,导致种植成本增加,还会降低肥料利用率和造成严重的环境污染[13-14]。了解农民的施肥现状是指导合理施肥的前提。在青海省东部互助、大通、湟中三县(海拔高于 2 600 m)进行入户调查发现[15-17],东部地区春油菜产量较高且比较稳定,氮、磷肥投入过量与投入不足现象并存,氮肥施用过量现象比较严重,磷肥投入偏低现象在过去几年明显得到改善,钾肥以及微量元素投入基本为空白。但是,低海拔春油菜种植区目前没有类似研究,本研究通过大范围的入户调查,掌握青海低海拔区域春油菜的生产与施肥状况,分析其养分管理存在的疏漏与问题,为青海省春油菜制定科学施肥方案和减肥增产提质提供依据。

1 材料与方法

1.1 调研区概况

本次春油菜养分管理状况调研主要集中在青海省春油菜主产区的海南藏族自治州、海东市以及黄南藏族自治州的部分地区,主要包括贵德、尖扎、化隆、循化、乐都和平安 6 县(区),属于低海拔地区,同时这些县(区)位于干旱与半干旱地区,降雨量少。其中化隆、平安、乐都、循化 4 县(区)隶属海东市,贵德县隶属海南藏族自治州,尖扎县隶属黄南藏族自治州。这些县(区)有长期种植春油菜的传统且种植面积大。贵德县位于海南州东北部,地处东经 100°58′~101°47′,北纬 35°29′~36°23′,海拔 2 170~5 100 m,属高原大陆性气候,年均气温 9.5℃,年均降水量 375 mm,2016 年油菜播种面积为 2 073 hm^2。尖扎县位于青海省南部,地处东经 101°37′~102°08′,北纬 35°49′~36°10′,海拔 1 960~4 614 m,年均气温 7.8℃,年均降水量 375 mm。尖扎属于农牧交错地带,草场多,耕地相对较少,2016 年油菜种植面积为 400 hm^2。化隆县位于青海省东部黄土高原与青藏高原过渡地带,地处东径 101°39′~102°42′,北纬35°48′~36°17′,海拔 1 884~4 484 m,属高原大陆性气候,年均气温 2.2℃,年均降水量 470 mm,2016 年优质油菜种植面积 1 000 hm^2。循化撒拉族自治县位于青海省东部,地处东经 102°~102°49′,北纬 35°25′~35°56′,海拔 1 780~4 636 m,属高原大陆性气候,年均气温 8.7℃,年均降雨量 265 mm,2016 年油菜播种面积为 3 867 hm^2。乐都区位于青海省东部湟水河中下游,地处东经 102°09′~102°47′,北纬 36°16′~36°40′,海拔 1 850~4 480 m,年均温度为7.3℃,年均降雨量 335 mm,2016 年油菜种植面积2 067 hm^2。平安区位于青海省东部,地处东经 101°49′~102°10′,北纬 36°15′~36°34′,海拔 2 066~3 100 m,年均温度 7.6 ℃,年均降雨量 310 mm,2016 年油菜种面积为 4 867 hm^2。调研 6 县(区)的基本情况见表 1。

1.2 调查方法

2017 年 10 月分别在 6 县(区)选择春油菜种植面积大的乡镇,每个乡镇选择 4~7 个油菜种植面积较大的村,在每个村随机选择 3~5 个春油菜种植户作为调查对象。逐户调查春油菜的品种、产量、肥料种类、施肥量、施肥方式、是否种植豆科作物、豆科作物的利用方式等。调查总户数为 451 户,在调研区域共采集油菜地土壤样品 120 个,并记录样点的经纬度(图 1)。

表 1　调研各县(区)基本情况

Table 1　Basic information of each county (district)

县(区) County (district)	县(区)海拔/m County (district) elevation	油菜海拔/m Rapeseed planting altitude	年均气温/℃ Average annual temperature	降雨量/mm Rainfall	油菜种植面积/hm^2 Rapeseed planting area
贵德县 Guide county	2170~5100	2226~2862	9.5	375	2073
尖扎县 Jianzha county	1960~4614	2025~2667	7.8	375	400
化隆回族自治县 Hui autonomous county of hualong	1884~4484	2210~2986	2.2	470	1000
循化撒拉族自治县 Salar autonomous county of xunhua	1780~4636	2275~2789	8.7	265	3867
乐都区 Ledu district	1850~4480	2000~2670	7.3	335	2067
平安区 Ping'an district	2066~3100	2100~2682	7.6	310	4867

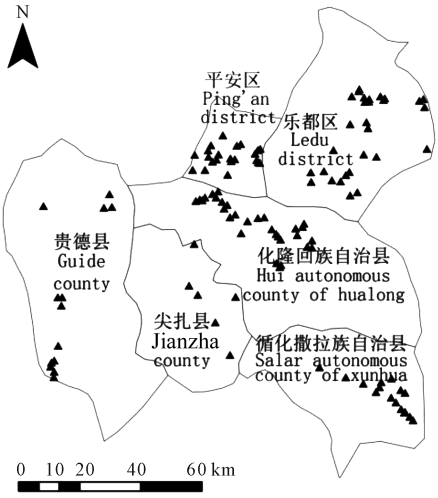

图 1　青海春油菜生产状况调研采样点分布

Fig.1　Investigation on distribution situation of spring rape production in Qinghai Province

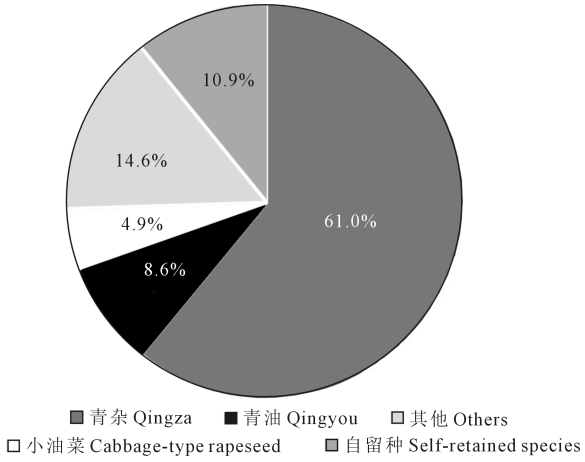

图 2　调研区域春油菜种植品种及比例

Fig.2　Varieties and proportion of spring rapeseed in survey area

1.3　数据处理

调研数据通过 Excel 2007 进行统计筛选处理。氮磷肥用量采用 ArcGIS 10.1 中的空间 IDV 反距离权重法差值转换成栅格图,通过地统计模块将栅格属性赋值到评价单元,按照分级标准划分并绘制成氮磷肥投入空间分布图。

2　结果与分析

2.1　调研区域春油菜种植品种及产量

由图 2 可知,青海省低海拔地区春油菜的主要种植品种是青杂系列,种植户数约占总户数的 61.0%,其他春油菜品种包括门油、甘油、黑油等总共约占14.6%。10.9%的农户种植的是自留种,这部分农户无法统计具体品种,8.6%的农户种植的是青油系列,小油菜生长期短,适应冷凉气候,由于气候、降水、地形等限制,种植小油菜的农户约占 4.9%。在种植比例最大的青杂系列油菜中,青杂 2 号、青杂 5 号、青杂 7 号种植的最多,占 77%。

依据青海统计年鉴[5],2005—2017 年油菜产量和种植面积计算得出青海省春油菜平均产量在 1 671~2 158 kg·hm^{-2}。以 1 700~2 200 kg·hm^{-2} 为油菜产量中等水平、500 kg·hm^{-2} 为间距划分 5 个产量等级。由表 2 可知,调查区域产量低于 1 200 kg·hm^{-2}的极低区组的农户占 18.6%,产量处于1 200~1 700 kg·hm^{-2}的偏低区组的占 26.0%,产量属中等水平的仅占 7.8%,产量较高(2 200~2 700 kg·hm^{-2})和很高(>2 700 kg·hm^{-2})的农户分别占 26.0% 和 21.7%。综合来看,产量分布低于中等水平的占 44.6%,高于中等水平的占 47.7%,平均产量约为1 970 kg·hm^{-2},产量分布呈中间少两端多的“哑铃型”。

不同春油菜品种产量有明显差异(表 3),其中青杂系列春油菜的平均产量最高,达到 2 225 kg·hm^{-2};其次是青油系列,产量达到 1 869 kg·hm^{-2};其他品种的平均产量为 1 655 kg·hm^{-2};自留种和小油菜的产量极低,仅为 1 461 kg·hm^{-2}和 1 452 kg·hm^{-2}。青杂系列在低海拔区域产量表现最好,适应该地区的环境。青杂系列是青海省农林科学院油菜所采用三系杂交法培育的适应青海省不同地

域环境的甘蓝型杂交春油菜,与传统油菜相比,青杂品种在产量、品质、生育期、抗病性等方面有不同程度提高[18-19]。品种是影响春油菜产量的重要因素之一。当地农技推广部门应集中推广适应性好、高产的青杂系列,尤其是种植面积相对较大的青杂 2 号、青杂 5 号和青杂 7 号。减少小油菜、自留种的种植面积,统一油菜主栽品种,提高该地区春油菜平均产量,同时为该地区统一推荐施肥做好准备。

2.2 调研区域春油菜氮肥投入状况分析

结合海东地区当地农技部门的推荐施氮量以及其他研究者的调研数据[15-17],以 120~160 kg·hm^{-2}施氮量为中等水平、40 kg·hm^{-2}为间距,将当地氮肥投入划分 5 个等级。由表 4 以及图 3(A)可知,在青海东部地区只有 20.4%的种植户氮肥投入处于中等水平(120~160 kg·hm^{-2}),主要分布在乐都、平安、贵德、化隆南部以及尖扎、循化、化隆的北部;氮肥投入量很低(<80 kg·hm^{-2})的占 16.6%,还有27.1%的农户氮肥投入偏低,氮肥投入低的区域主要是化隆的中部、循化和尖扎的南部;氮肥投入量在 160~200 kg·hm^{-2}较高水平的占 12.0%,氮肥投入量高于 200 kg·hm^{-2}的占 23.9%,主要分布在贵德县北部和乐都东部,还有平安和尖扎部分区域。有79.6%的农户施氮量不适宜,43.7 % 的农户施氮量过少,35.9%的农户施氮量过多。在这一地区的氮肥投入从高到低均有分布,施氮量过多和过少的比例都比较大。

2.3 调研区域春油菜磷肥投入状况分析

根据青海海东地区当地农技部门的推荐施磷量以及其他研究者的调研数据[15-16],以施磷量(P_2O_5)90~120 kg·hm^{-2}为适中水平、30 kg·hm^{-2}为间距将施磷量划分成 5 个等级。由图 4 和图 3(B)得出在调研区域磷肥投入适中(90~120 kg·hm^{-2})的农户占 17.5%,主要分布在尖扎的南部,尖扎、化隆、循化三县的交界地区以及循化的东北部;施磷量小于 60 kg·hm^{-2}的农户占 4.4%,施磷量偏低(60~90 kg·hm^{-2})的农户占 9.1%,施磷量低于适中水平的主要是尖扎县中部、南部,循化的部分地区;施磷量偏高(120~150 kg·hm^{-2})的农户占19.5%,施磷量高于 150 kg·hm^{-2}的农户占 49.5%,贵德、平安以及乐都全部、化隆和循化大部分、尖扎北部的农户施磷量高。6 县(区)中,施磷量过高的农户合计占 69.0%,需要引导这部分农户降低磷肥施用量。

表 2 调研区域春油菜产量分布

Table 2 Yield distribution of spring rapeseed in survey area

分级 Grading	产量/(kg·hm^{-2}) Yield	农户数 Household	农户总数 Total number	比例/% Ratio
很低 Lowest	<1200	83	447	18.6
偏低 Lower	1200~1700	116	447	26.0
中等 Moderate	1700~2200	35	447	7.8
较高 Higher	2200~2700	116	447	26.0
很高 Highest	> 2700	97	447	21.7

表 3 调研区域不同系列品种油菜产量分布

Table 3 Yield distribution of rapeseed of different varieties in survey area

项目 Item	青杂系列 Qingza	青油系列 Qingyou	其他 Others	小油菜 Cabbage-type rapeseed	自留种 Self-retained species
农户数 Household	275	39	66	22	49
平均产量 Average yield /(kg·hm^{-2})	2225	1869	1655	1452	1461

表 4 调研区域春油菜氮肥投入分布

Table 4 Input distribution of nitrogen fertilizer for spring rape in survey area

分级 Grading	N 投入 Nitrogen input /(kg·hm^{-2})	农户数 Household	农户总数 Total number	比例 Ratio/%
很低 Lowest	<80	75	451	16.6
偏低 Lower	80~120	122	451	27.1
中等 Moderate	120~160	92	451	20.4
较高 Higher	160~200	54	451	12.0
很高 Highest	>200	108	451	23.9

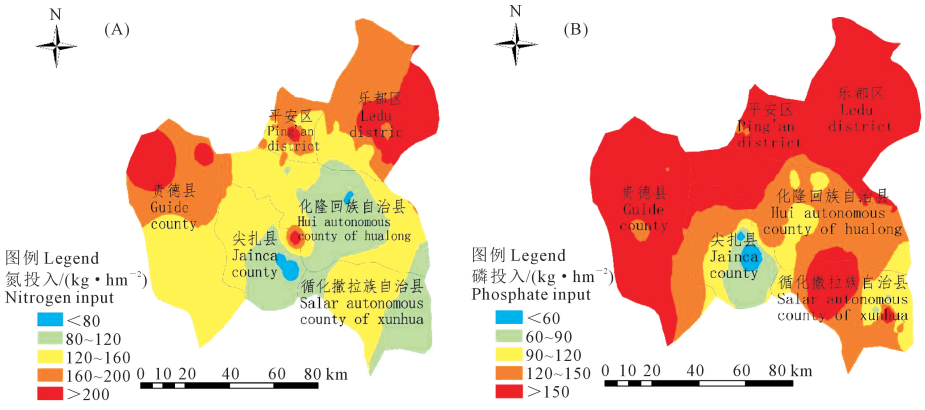

图 3 春油菜氮肥(A)、磷肥(B)投入空间分布

Fig.3 Spatial input distribution of nitrogen fertilizer(A) and phosphate fertilizer (B) for spring rapeseed

由于调研数据中磷肥施用量与油菜产量关系(图 5)可知,磷肥施用量与油菜产量没有显著相关性,说明降低磷肥的施用量可能不会导致油菜的产量下降,进一步说明该地区春油菜生产中磷肥减施有很大潜力。磷肥对产量没有显著影响,可能与调研区域的土壤速效磷含量较高有关。由于长期施用磷酸二铵,该地区土壤速效磷平均含量可以达到 59 mg · kg^{-1}(本课题组未发表数据)。

2.4　调研区域春油菜基、追肥养分投入

调查发现(表 5),该地区有 67.8%的农户在春油菜生长期间追施氮肥。基施氮肥平均用量为 89.1 kg · hm^{-2},追施量为 53.3 kg · hm^{-2},氮肥基追比约为 6∶4,追施以尿素为主。追施时期基本都在苗期,薹期追肥较少,花期没有追肥。其中尖扎县和循化县的追肥比例较高,分别为 55.6%和 46.8%,乐都区和贵德县的追肥比例较低,只有不到 40%氮肥追施,平安县和化隆县的追施比例最低,不到 30%的氮肥追施。5%的农户追施磷肥,追施的磷肥以磷酸二铵为主,磷肥的平均基施量 145.3 kg · hm^{-2},基施比例为 97.5%,平均追磷量 4.0 kg · hm^{-2},追施比例为 2.5%。

2.5　调研区域其它肥料投入状况

4.8%的农户种植油菜时施用钾肥,平均钾肥(K_2O)施用量为 39.4 kg · hm^{-2}。调查中没有发现农户施用硼肥、硫肥等微量元素肥料,后期也不会配施微量元素肥料,微量元素肥料投入为零。

调研地区有 20.8%的农户施用有机肥,有机肥以自家牛羊粪为主,少部分农户施用草木灰和油渣(表 6)。尖扎和循化县施用有机肥的比例最高,达到 61.5%和 55.4%,远高于其他县。这是因为当地是半农半牧区,牲畜养殖量较多,其他 4 县施用有机肥的农户比例相对较小,施用比例不足 25%,其中化隆县的比例最低,只有 7.3%施用有机肥。有机肥平均施用量只有 1 420 kg · hm^{-2},施用量也相对较小。

调查发现只有尖扎县、贵德县的部分农户(7.3%)在春油菜收获(一般 7—8 月收获)之后的空闲时期种植箭筈豌豆、毛叶苕子等豆科作物。箭阔豌豆和毛叶苕子用来饲养牲畜,牲畜粪便还田,直接作绿肥翻压还田极少。主要是这部分地区的牲畜饲养量相对较高,农户种植箭筈豌豆、毛叶苕子可以当作自家牲畜的饲料或者卖给养殖场,与直接翻压还田相比,饲养牲畜农户获得的效益更高。

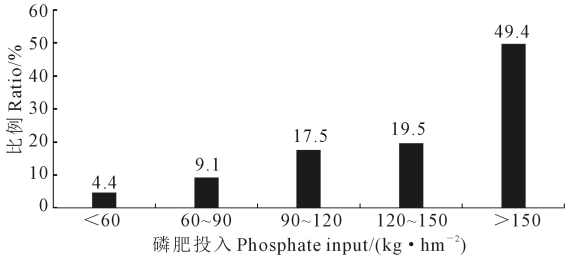

图 4　调研区域春油菜磷肥投入分布

Fig.4　Input distribution of phosphate fertilizer for spring rapeseed in survey area

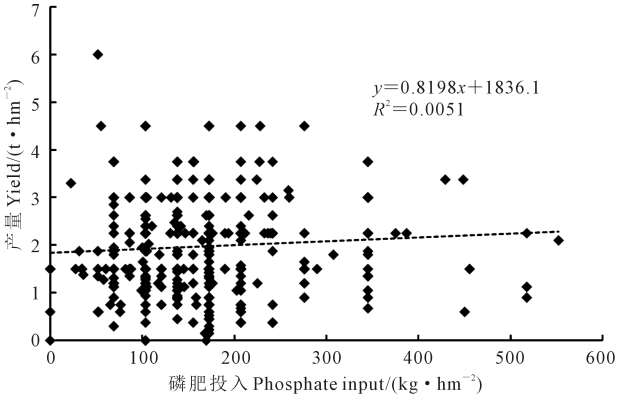

图 5　施磷量与油菜产量的关系

Fig.5　Relationship between the rates of phosphate fertilizer and the yield of rapeseed

表 5　调研区域春油菜不同时期养分投入数量及比例

Table 5　Dosages and ratios of basal and additional fertilizers of nitrogen and phosphorus for spring rapeseed in survey area

地点 Site	施氮量 Nitrogen application rate/(kg · hm^{-2})				施磷量 Phosphate application rate/(kg · hm^{-2})			
	基肥 Basal	比例/% Ratio	追肥 Topdressing	比例/% Ratio	基肥 Basal	比例/% Ratio	追肥 Topdressing	比例/% Ratio
尖扎 Jianzha	46.6	44.4	58.4	55.6	90.0	100.0	0	0.0
循化 Xunhua	49.7	53.2	43.8	46.8	127.1	96.3	4.9	3.7
化隆 Hualong	126.9	73.3	46.2	26.7	173.1	96.7	5.9	3.3
平安 Ping'an	85.7	70.2	36.4	29.8	144.0	97.3	4.0	2.7
乐都 Ledu	117.3	62.1	71.7	38.0	175.7	97.6	4.4	2.4
贵德 Guide	108.7	63.2	63.4	36.8	162.2	97.1	4.8	2.9
全部 Total	89.1	61.1	53.3	38.9	145.3	97.5	4.0	2.5

表6 调研区域春油菜有机肥投入情况

Table 6 Input status of organic fertilizer for spring rape in survey area

地点 Site	施有机肥 Organic fertilizer		不施有机肥 Inorganic fertilizer	
	农户数 Household	比例/% Ratio	农户数 Household	比例/% Ratio
尖扎 Jianzha	8	61.5	5	38.5
循化 Xunhua	31	55.4	25	44.6
化隆 Hualong	20	14.8	115	85.2
平安 Ping'an	7	7.3	89	92.7
乐都 Ledu	19	16.5	96	83.5
贵德 Guide	9	25.0	27	75.0
全部 Total	94	20.8	357	79.2

3 讨 论

本次春油菜养分管理调查涉及海南藏族自治州、黄南藏族自治州以及海东地区,主要包括尖扎、化隆、循化、乐都、贵德和平安六县(区),该地区油菜种植面积大,是春油菜的主产区之一,具有代表性。春油菜产量水平分布呈两端大、中间小的"哑铃型",高产的农户与低产的农户比例均较高,平均产量约为1 970 kg·hm^{-2},略低于青海省2016年春油菜的平均产量,远低于互助、大通等地[15-16]的产量。其差异原因可能包括以下几个方面:第一,可能是品种的问题,在青海产量表现好的品种主要是青杂系列,尤其是青杂2号、5号和7号。但是由于各种原因,该地区仍有39.0%的农户种植的是产量较低的品种,这些品种产量远低于青杂系列品种(表2)。第二,可能与降雨有关,干旱会抑制油菜生长发育和产量形成[20-21]。本次调查的地区降雨量(250~400 mm)低于互助、大通等地(550 mm)[17]、气候干旱,春油菜的生长发育受水分限制导致产量偏低。在调研区中灌溉地占总调研户数的36.5%,其平均产量为2 431 kg·hm^{-2},显著高于旱地的平均产量1 724 kg·hm^{-2}($P<0.01$)。第三,可能与油菜覆膜率低有关。与互助、大通县推广油菜覆膜种植技术不同,本区域油菜种植基本没有覆膜(覆膜率2%),旱地地膜覆盖具有增温、保墒、抑草、促进生长、增强抗逆性等效果,能显著提高油菜产量[22-23],不覆地膜导致土壤保水性能差,干旱进一步加剧,产量随之受到影响。第四,可能与氮肥施用量偏低有关,氮肥可以显著增加产量[12],该地区43.7%的农户施氮量低于120 kg·hm^{-2}(表3),这可能是44.6%农户产量偏低的原因之一(表1)。此外,还有部分田地位于陡峭的坡地上,农户随意种植,粗放管理,产量较低。

养分投入调查结果表明,青海省低海拔地区春油菜肥料施用不合理。以氮肥为例,施氮量从0到500 kg·hm^{-2}均有分布,表现出极大的变异性,43.8%的农户施氮量过低,还有35.9%的农户施氮量过高。这说明当地农户对氮肥增产作用比较清楚,但是氮肥施用没有统一标准,全凭经验确定施氮量。氮肥是影响油菜产量的主要肥料[24],氮素是油菜体内很多功能化合物的重要构成成分,参与诸多代谢过程,氮肥供应不足会抑制油菜生物量形成,导致早衰、光合作用减弱,最终降低产量[25-27];而氮肥施用过量不能增加产量,但却增加生产成本,降低氮肥利用率,最终带来一系列环境风险[28-29]。因此,需要引导施氮量过低的农户以当地最低推荐施氮量(120 kg·hm^{-2})为目标,增加氮肥用量,充分发挥油菜的产量潜力;而引导施氮量过高的这部分农户以当地最高推荐施氮量(160 kg·hm^{-2})为目标,降低施氮量。与互助、大通等地相比[17],磷肥投入过高现象非常普遍,有69.0%的农户施磷量高于120 kg·hm^{-2}。这可能与当地的磷肥种类以及施肥特点有关:当地农户偏爱施用磷酸二铵,其既可作氮肥又可作磷肥,过磷酸钙基本不施用。磷酸二铵是一种氮磷复合肥,含磷量高,含氮量比较低。农户以磷酸二铵中的含氮量为标准施用氮肥,往往导致磷肥投入偏高。然而,同时有13.5%的农户磷肥施用量较低,需要引导他们增加磷肥用量。氮磷养分投入结果表明该地区有很大的减肥空间,1/3春油菜田有氮肥减量空间,2/3春油菜田有磷肥减量空间,至少有20%的春油菜田的氮磷化肥可同时减量。针对尖扎南部、化隆中部等施肥量少、土壤贫瘠的农户,当地农技部门应制定施肥标准引导农户提高肥料用量,有条件的农户可以通过施用有机肥或者种植翻压绿肥培肥土壤,增加地力满足春油菜养分需求。

该地区春油菜追施氮肥的农户较多,达到67.8%;氮肥的基追比例约为6∶4,但一般只在苗期追施一次。研究发现[30-31]追施氮肥可以显著提高油菜产量和氮肥利用率,从而减少氮肥损失。张家路等[32-33]研究发现,油菜产量随着追肥的比例增加呈先增加后减少的趋势,在基追比为6∶4时,产量、氮效率等综合效益最好。在保证施用足量基肥的基础上,适当增加追肥次数,提高生育中后期的氮肥施用比例,既可促进幼苗的健壮发育,又可有效避免高产、高肥条件下养分释放速率与油菜生长发育和养分吸收不匹配,造成养分流失、肥料利用率下降等问题[34]。在保证氮肥基追比的情况下增加追肥次数更有利于产量的形成。

4 结　论

青海省低海拔地区春油菜种植品种杂乱,产量偏低;氮肥施用不合理,氮肥基追比合适、追肥时期选择合适、追肥次数偏少;磷肥投入偏高;钾肥及微量元素肥料基本没有投入;有机肥施用量低。为此提出以下几条建议:(1)根据土壤养分、灌溉条件、品种、目标产量等合理施用化肥:施氮量较低的用户提高氮肥用量,过量施氮用户降低施氮量;降低磷肥施用量;增加钾肥以及硼肥等微量元素肥料的施用,满足油菜生长发育需求。(2)灌区春油菜种植要合理追施氮肥,有条件时分苗肥、苔肥和花肥分别进行追施;旱区推广覆膜种植,保证油菜生育期水分需求。(3)统一主栽品种,推广高产春油菜品种青杂 2 号、5 号、7 号等,降低小油菜、自留种等油菜种植面积。(4)合理利用油菜收获后雨热资源种植绿肥,直接还田或者过腹还田,保证土壤持续的良好结构,从而用有机绿肥替代部分化肥。

参 考 文 献:

[1] 张玲. 不同施肥量与施肥时期对冬油菜产量与养分吸收的影响[D]. 长沙:湖南农业大学, 2010.

[2] 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.

[3] 中国国家统计局,国家统计局调查总队.2017 年中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社,2017.

[4] 殷艳,廖星,王汉中,等.我国油菜生产区域布局演变和成因分析[J].中国油料作物学报, 2010, 32(1): 147-151.

[5] 青海省统计局,国家统计局调查总队青海分队.2017 年青海统计年鉴[M].西宁: 青海统计出版社,2018.

[6] Rathke G W, Christen O, Diepenbrock W. Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations[J]. Field Crops Research, 2005,(94):103-113.

[7] 田正科.油菜在我国西部农业中的地位和发展前景[J].青海大学学报, 2002, 20(6): 42-46.

[8] 任军荣,李殿荣.春油菜生产中的几个问题[J].种子世界, 2007(9): 56-57.

[9] 李志玉,胡琼,秦亚平, 等.优质油菜中油杂 8 号施用氮磷硼肥的产量和品质效应[J].中国油料作物学报, 2005,27(4): 59-63.

[10] 李志玉, 郭庆元, 廖星,等.不同氮水平对双低油菜中双 9 号产量和品质的影响[J].中国油料作物学报, 2007, 29(2): 78-82.

[11] 邹小云,陈伦林,宋来强, 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.

[12] 李慧,马常宝, 鲁剑巍, 等.中国不同区域油菜氮磷钾肥增产效果[J].中国农学,2013,46(9):1837-1847.

[13] 朱春来.覆膜种植的春油菜在不同肥料用量下的肥料效应研究[J].安徽农业科学, 2009, 37(28): 13545-13546.

[14] 陈正刚,鲁剑巍,李剑,等.施肥及氮肥用量对杂交油菜氮磷钾吸收量及产量的影响[J].中国农学通报,2011,27(22):253-257.

[15] 张洋,张荣,孙小凤, 等.青海省东部地区春油菜养分管理研究[J]. 广东农业科学,2011,38(23):59-60.

[16] 朱春来,张荣,韩燕, 等.青海东部春油菜养分管理技术研究[J].安徽农业科学, 2010, 38(30): 1681.

[17] 宋佳,徐倩,高亚军, 等.青海春油菜养分管理现状调查与分析[J]. 土壤,2018,50(5):888-893.

[18] 雷良兰,鲁宝成. 青海省春油菜主要推广品种及栽培技术[J].青海农林科技, 2008,(3): 97-98.

[19] 徐亮,星晓蓉,姚艳梅, 等. 特早熟春油菜品种青杂 7 号的选育[J].中国种业, 2011,(8): 66-67.

[20] 熊洁,陈伦林,宋来强, 等. 初花期干旱对甘蓝型油菜生理和农艺性状的影响[J]. 中国油料作物学报, 2015, 37(2): 173-178.

[21] 余华胜,张冬青,丁厚栋, 等. 不同肥料对苗期干旱胁迫油菜产量及经济性状的影响[J].江苏农业科学, 2012, 40(8): 82-83.

[22] 刘秀珍, 邓玉华, 陈俊才. 旱地春油菜覆膜制种技术[J]. 农村技术, 2012, (12): 9-10.

[23] Ma, D D, Chen, L, Qu, H C, et al. Impacts of plastic film mulching on crop yields, soil water, nitrate, and organic carbon in Northwestern China: A meta-analysis[J].Agricultural Water Management, 2018,202:166-173.

[24] 王寅, 鲁剑巍, 李小坤, 等. 江浙油菜主产区冬油菜的区域适宜施氮量研究[J].土壤学报,2013, 50(6): 1117-1128.

[25] 巨晓棠, 谷保静. 我国农田氮肥施用现状、问题及趋势[J].植物营养与肥料学报, 2014, 20(4): 783-795.

[26] 刘宝林,邹小云,宋来强,等. 氮肥用量对迟直播早熟油菜产量及氮素利用效率的影响[J].中国油料作物学报,2015,37(6): 852-861.

[27] 冷锁虎,单玉华,周宝梅.氮素营养对油菜成熟期生物产量的调控[J].中国油料作物学报,2000,22(2):56-59.

[28] 沈明星,王海侯,施林林,等.施氮量对苏油 4 号油菜籽产量与品质的调控作用[J].江苏农业科学,2009(6):135-137.

[29] 陈正刚,鲁剑巍,李剑,等.施肥及氮肥用量对杂交油菜氮碳钾吸收量及产量的影响[J]. 中国农学通报,2011,27(22):253-257.

[30] 高峰.不同时期追施氮、钾肥对油菜产量及品质的影响研究[D]. 武汉:华中农业大学, 2009.

[31] 杨晓东, 刘燕, 李文西, 等. 油菜氮肥总量控制及最佳施肥量研究[J].现代农业科技, 2016,16(23):16-17.

[32] 张加路.不同氮肥基追比例对油菜产量和品质的影响[D]. 武汉: 华中农业大学, 2009.

[33] Liu B L, Zou X Y, Song L Q, et al. Effects of nitrogen fertilizer reduction and application of nitrogen fertilizer as base fertilizer on rapeseed yield and nitrogen absorption [J]. Agricultural Science and Technology,2013,14(1):116-121,126.

[34] 杨光,左青松,冷锁虎, 等. 不同甘蓝型油菜品种磷素籽粒生产效率的配合力及遗传参数分析[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(3): 681-686.