

内蒙古阴山北麓地区马铃薯施肥模式研究

杜二小¹, 赵沛义^{1,2}, 韩云飞¹, 高日平¹, 张君^{1,2}, 李焕春^{3*} (1. 内蒙古自治区农牧业科学院, 内蒙古呼和浩特 010031; 2. 内蒙古旱作农业重点实验室, 内蒙古呼和浩特 010031; 3. 辽宁农业职业技术学院, 辽宁营口 115007)

摘要 为了解内蒙古马铃薯主产区马铃薯施肥现状及其主要影响因素, 2019 年在内蒙古阴山北麓典型旗县对 215 户的 1 090.20 hm² 马铃薯施肥情况进行了调查。结果表明, 该区域内单施化肥的农户占调查户数的 63.8%, 占调查面积的 20.60%; 有机无机肥料配合施用用户数占 20.9%, 面积占 53.9%。施肥模式主要受灌水条件和种植规模的影响, 旱作区域有机肥施用量(实物干基量)以 15.0~22.5 t/hm² 为主, 化肥用量(纯养分合计量)集中在 0~75 kg/hm²; 灌溉农田的农户有机肥施用量以 45~60 t/hm² 为主, 化肥用量均大于 750 kg/hm²。氮磷钾的配比相差较大, 旱地上 N:P₂O₅:K₂O=100.0:82.20:64.40 (kg/hm²); 灌溉条件下为 N:P₂O₅:K₂O=300.40:265.20:236.30 (kg/hm²)。总体上, 阴山北麓地区马铃薯施肥以单施化肥为主, 有机肥和化肥配合施用的模式多样化, 规范性较差, 普遍存在有机肥施入不足、氮磷钾配比与马铃薯养分需求匹配度较差的问题, 灌溉农田和种植大户还存在化肥施用量明显偏高的问题。

关键词 马铃薯; 施肥模式; 内蒙古阴山北麓

中图分类号 S 505 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2024)20-0118-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2024.20.030

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Fertilization Model Study of Potato in the North Foot of Yinshan Mountain, Inner Mongolia
DU Er-xiao¹, ZHAO Pei-yi^{1,2}, HAN Yun-fei¹ et al (1. Academy of Agriculture and Animal Husbandry of Inner Mongolia, Hohhot, Inner Mongolia 010031; 2. Inner Mongolia Key Laboratory of Dryland Agriculture, Hohhot, Inner Mongolia 010031)
Abstract In order to understand the current situation of potato fertilization and its main influencing factors in the main potato producing areas of Inner Mongolia, in 2019, a survey was conducted on the fertilization of 1 090.2 hm² potato in 215 households in a typical county at the northern foot of Yinshan Mountain, Inner Mongolia. The results showed that the farmers who applied chemical fertilizer alone accounted for 63.8% of the surveyed households and 20.6% of the surveyed area. Organic inorganic fertilizer with the number of users accounted for 20.9%, the area accounted for 53.9%. Fertilization mode was mainly affected by irrigation conditions and planting scale. The application amount of organic fertilizer (physical dry base) was mainly 15.0~22.5 t/hm² in dry farming area and small per capita planting area, and the amount of chemical fertilizer (total amount of pure nutrients) was concentrated in the range of 0~75 kg/hm². The amount of organic fertilizer applied by farmers in irrigated farmland and large-scale operation was mainly 45~60 t/hm², and the amount of chemical fertilizer was greater than 750 kg/hm². The N:P₂O₅:K₂O ratio in dry land was 100.0:82.2:64.4 (t/hm²). Under irrigation condition, N:P₂O₅:K₂O was 300.4:265.2:236.3 (kg/hm²). On the whole, the fertilization of potato in the northern foothills of Yinshan is dominated by single application of chemical fertilizer, and the mode of combined application of organic fertilizer and chemical fertilizer is diversified and less normative.
Key words Potato; Fertilization model; North foot of Yinshan Mountain, Inner Mongolia

马铃薯是我国第四大粮食作物, 对保障我国的粮食安全有重要战略意义, 2019 年中国马铃薯种植面积达 475.80 万 hm²^[1], 内蒙古自治区马铃薯种植面积为 29.74 万 hm² (统计局数字)。内蒙古是我国马铃薯的优势特色产区, 种植区域主要集中在阴山南麓区、阴山北麓区、燕山丘陵区和大兴安岭北麓区, 其中又以阴山北麓地区种植面积最大^[2]。马铃薯耐寒、耐旱、耐瘠薄, 适应性广, 经济效益优势明显, 近年来, 由于对产量的盲目追求使马铃薯的化肥施用量逐年增加^[3-4], 化肥的过量施用不仅不能持续增产, 还会造成马铃薯品质降低, 养分利用率降低^[5-8], 同时大量不能被作物吸收的氮素淋溶至地下水导致居民饮用井水硝酸盐含量超标, 或者残留在土壤中造成环境污染风险^[9]。笔者通过对内蒙古阴山北麓地区马铃薯施肥模式的调查并分析其影响因素, 以期马铃薯化肥减量施用及高效利用提供依据, 对提高肥料利用效率, 减少化肥淋溶污染风险, 推进农业绿色高质量发展具有重要意义。

基金项目 内蒙古自治区农牧业科学院青年基金项目“氮肥减量与替代土壤水氮时空变化规律及对马铃薯水氮利用效率的影响”(2022QNJJN08)。
作者简介 杜二小(1990—), 男, 内蒙古乌兰察布人, 助理研究员, 硕士, 从事农田面源污染与作物栽培研究。* 通信作者, 研究员, 博士, 从事作物栽培与耕作学研究。
收稿日期 2023-12-08

1 材料与方法
1.1 研究区概况 阴山北麓位于内蒙古中部大青山北部山地丘陵区, 主要包括太仆寺旗、多伦县、正蓝旗、正镶白旗、商都县、化德县、察哈尔右翼中旗、察哈尔右翼后旗、四子王旗、达茂旗、固阳县、武川县、锡林浩特市、乌拉特后旗 14 个旗县, 属中温带大陆性季风气候, ≥10℃有效积温 1 800~2 500℃, 年平均降水量为 150~450 mm, 主要土壤类型为栗钙土, 适宜马铃薯种植。
1.2 调查内容与方法 2019 年在位于阴山北麓典型马铃薯种植地区调查马铃薯施肥情况, 获得 215 份有效数据, 调查面积 1 090.20 hm², 其中有灌溉条件的种植户 98 户, 农田面积 661.70 hm²; 无灌溉条件的种植户 116 户, 农田面积 365.10 hm²。调查对象包括种植大户、小农户及合作社等经营主体, 具有代表性。调查内容包括马铃薯品种、种植面积、灌溉方式、灌水次数、灌水量、播种日期、收获日期、产量。施肥信息: 肥料品种、施肥用量、施肥时间、施肥方式等。肥料信息: 肥料价格、有机肥资源使用种类、肥料养分比例、肥料商品名及生产厂家等。
化肥用量(kg/hm²)为通过肥料养分含量计算得到的 N、P₂O₅ 和 K₂O 养分之和。有机肥量(t/hm²)为干基实物量, 其中 N、P₂O₅ 和 K₂O 养分含量参照《中国有机肥养分志》^[10] 及

多年田间试验测定结果进行计算。

2 结果与分析

2.1 肥料施用模式 施肥模式的统计结果(表 1)表明,单施化肥占调查户数的 63.8%,有机肥和化肥配合施用占 20.9%,单施有机肥占 15.3%。从面积分布看,有机肥和化肥配合施用占调查面积的 53.9%,单施有机肥占 25.5%,单施化肥占 20.6%。可见该区域单施化肥的农户数量最多,有机肥和化肥配合施用的面积最大。

表 1 施肥模式统计				
Table 1 Statistics of fertilization modes				
施肥模式 Fertilization mode	户数 Subscriber number	户数百分比 Percentage of households//%	面积 Area hm ²	面积百分比 Area percentage//%
单施化肥 Single application of chemical fertilizer	137	63.8	224.2	20.6
单施有机肥 Organic fertilizer alone	33	15.3	278.4	25.5
有机肥+化肥 Organic fertilizer + chemical fertilizer	45	20.9	587.6	53.9
合计 Total	215	100	1 090.2	100

2.2 有机肥施用量及分布 有机肥对马铃薯产量和品质形成均有重要作用,调查发现,农户施用的有机肥形式多样,以羊粪为主,其次是厩肥,还有少量的商品有机肥和养分含量较低的稻壳等废渣,从干基实物量看,该区域马铃薯有机肥施用量为 15~75 t/hm²(图 1),其中施用量为 22.5 t/hm²的农户数最多,占施用有机肥农户数的 37.2%,其次是施用量为 15.0 t/hm²的农户,占 25.6%,施肥量为 30.0~60.0 t/hm²的农户数占 10.3%~14.1%,大于 60.0 t/hm²的农户仅占 2.5%。可见该区域较多农户有机肥施用量为 15.0~22.5 t/hm²,这些农户的户均种植面积为 0.5 hm²。

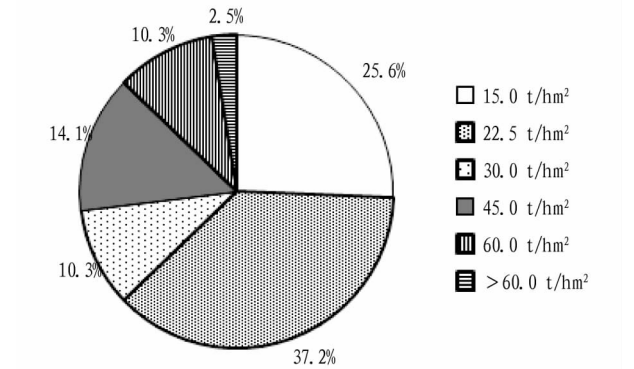


图 1 有机肥施用量及户数占比

Fig.1 Distribution of application amount and household number of organic fertilizer

不同有机肥用量的农田面积占比结果表明(图 2),施用量为 60.0 t/hm²的农田面积最大,占 47.3%,这部分每户平均种植面积为 21 hm²,这些农户一部分与经营有机马铃薯产品的公司签订了订单,施肥以有机肥为主,还有部分农户购买

的有机肥为养分含量很低的低质厩肥或稻壳等。其次是施用量为 45.0 t/hm²的农田占调查面积的 17.7%,施肥量为 15.0~30.0 t/hm²农田面积占 4.7%~14.9%,大于 60.0 t/hm²的仅占 0.8%。

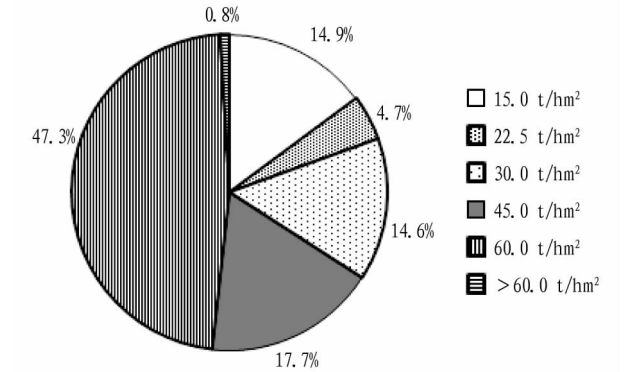


图 2 有机肥施用量及面积分布

Fig.2 Application amount and area distribution of organic fertilizer

可见人均种植面积对有机肥施肥量影响较大,种植面积较小的农户施用量以 15.0~22.5 t/hm²为主,规模化经营的农户施用量以 45.0~60.0 t/hm²为主。

2.3 化肥施用量及分布 对于单施化肥的农户,施用量变化范围较大,最低仅 20.2 kg/hm²,最高达 1 768.5 kg/hm²。化肥用量为 0~75 kg/hm²的农户数最多(图 3),占单施化肥农户数的 37.6%,面积占比为 17.6%;施肥量为 750~900 kg/hm²的农户面积最大,占施用化肥面积的 23.0%,占调查农户数 12.7%,施肥量为 300~450 kg/hm²的模式面积占 14.7%,占调查农户数 12.7%。其他施肥量占比较低且分布相当。

可见,化肥施用量两极分化比较严重,用量为 0~75 kg/hm²的农户最多、面积也较大,这部分一般为种植面积较小的农户。施肥量为 750~900 kg/hm²的农田面积最大,农户数也较多,这部分一般为规模化种植农户,也是区域种植模式的主体。

2.4 有机肥和化肥配合施用情况 有机肥和化肥配合施用不仅可以提高马铃薯产量,也是提高马铃薯品质和培肥地力的重要措施。该区域有机肥和化肥的配合模式较多(图 4),总体上,有机肥施用量为 15.0 t/hm²的农户数最多,占 31.8%,面积占 14.5%;有机肥施用量为 60.0 t/hm²的模式面积最大,占 50.1%,户数占 20.5%。

不同模式相比,有的模式农户数很多但面积很小,如有机肥用量 15.0 t/hm²、化肥用量 0~75 和 450~600 kg/hm²,有机肥用量 22.5 kg/hm²、化肥用量 0~75 kg/hm² 3 个模式;有的模式农户数很少但面积较大,如有机肥用量 30 t/hm²、化肥用量>600 kg/hm² 的模式;有的模式农户数和面积占比均较大,如有机肥用量 45 t/hm²、化肥用量>600.0 kg/hm² 的模式,农户数占 11.4%,面积占 16.25%;其次是有机肥用量 15.0 t/hm²、化肥用量 300~450 kg/hm² 的模式,农户数占 11.4%,面积占 12.38%。

2.5 灌水对施肥的影响 灌溉是影响施肥的主要因素,没有灌

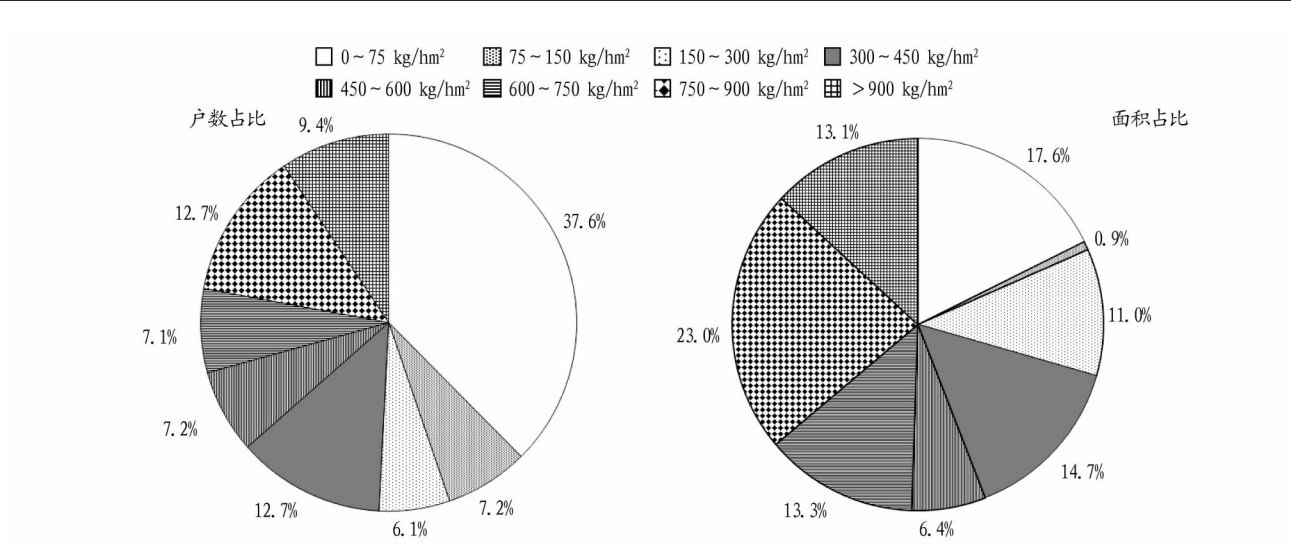


图3 化肥施用量及分布

Fig.3 Application amount and distribution of chemical fertilizer

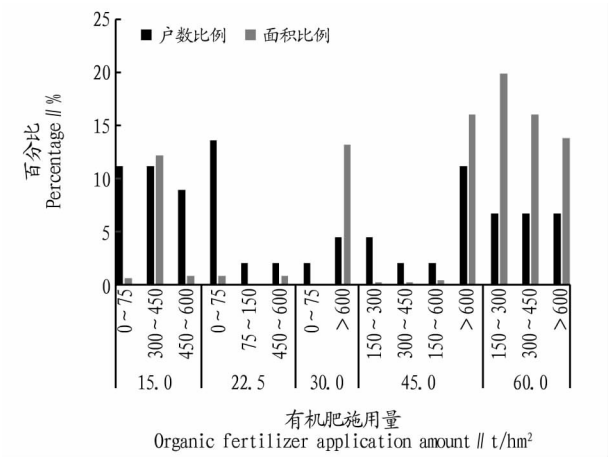


图4 有机肥和化肥配合施用情况

Fig.4 Combined application of organic fertilizer and chemical fertilizer

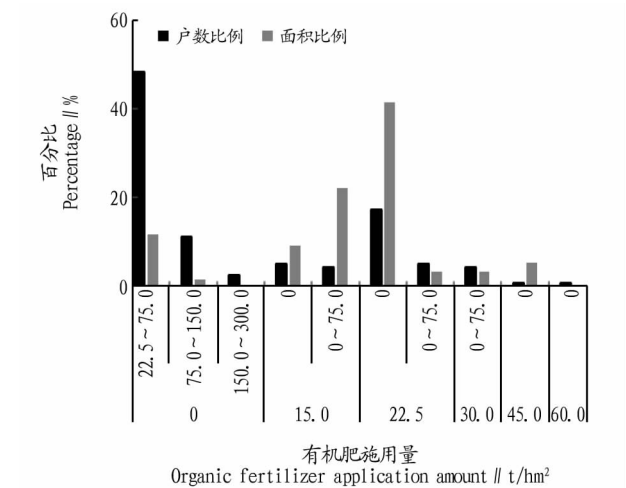


图5 旱作条件下的施肥量及分布

Fig.5 Fertilizer amount and distribution in dry farming

溉条件的旱作农户 116 户,占调查总户数的 54.0%,占调查面积的 35.6%;有灌溉条件的占农户数 46.0%,占调查面积的 64.4%。

旱作条件下,施肥模式相对集中(图 5),户数最多的模式为不施用有机肥、单施化肥 22.5~75.0 kg/hm²,户数占 48.3%、面积占 12.0%;面积最大的模式为单施有机肥 22.5 t/hm²,面积占 41.6%,户数占 17.2%;另外,施用有机肥 15.0 t/hm²、化肥 0~75.0 kg/hm² 的面积也较大。可见,旱作区域施肥量较低,有机肥用量主要为 15.0~22.5 t/hm²,化肥用量主要为 0~75.0 kg/hm²,且单施化肥的农户数较多,单施有机肥的面积较大。

在以滴灌为主的灌溉条件下,肥料施用模式较多(图 6),其中,面积最大的是有机肥施用 45.0 t/hm²、化肥施用 750~900 kg/hm²,面积占 22.3%,农户数占 5.1%;农户数最多的是不施有机肥的农户,其中又以单施化肥量大于 750 kg/hm² 的面积较大。可见,灌溉条件下施肥量较高,单施化肥的农户数量较多,有机肥和化肥配合施用的面积较大。

2.6 氮磷钾配合施用情况 阴山北麓地区的氮磷钾养分用量(化肥和有机肥的纯养分加和)变化较大,旱作区域 N 用

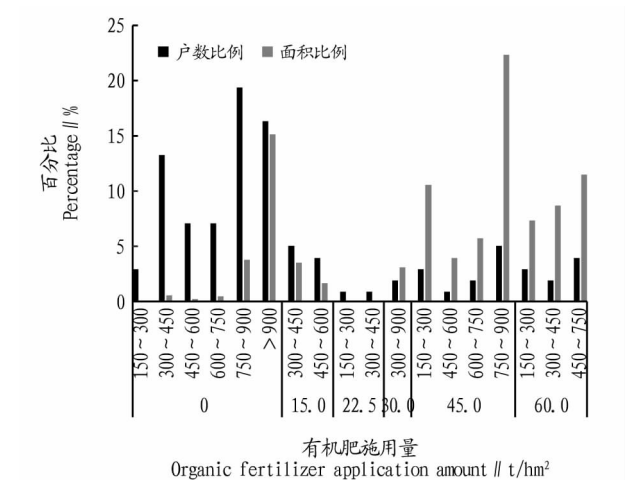


图6 灌溉条件下的施肥量及分布

Fig.6 Fertilizer application amount and distribution under irrigation

量为 7.20~225.00 kg/hm²,加权平均值为 100.00 kg/hm²; P₂O₅ 用量为 7.88~180.00 kg/hm²,加权平均值为

82.20 kg/hm²;K₂O 用量为 7.88~135.00 kg/hm²,加权平均值为 64.40 kg/hm²;N:P₂O₅:K₂O=1:(0.3~1.6):(0.3~1.7)。水浇地的氮磷钾养分用量均较高,N 用量为 67.50~720.00 kg/hm²,加权平均值为 300.40 kg/hm²;P₂O₅ 用量为 22.50~603.00 kg/hm²,加权平均值为 265.20 kg/hm²;K₂O 用量为 45.00~813.00 kg/hm²,加权平均值为 236.30 kg/hm²。水浇地 N:P₂O₅:K₂O=1:(0.17~1.50):(0.25~3.90)(表 2)。

2.7 肥料施用次数 阴山北麓的马铃薯种植全部施用基肥,追肥类型主要是氮肥,还有少量的钾肥,所以根据氮肥的施用进行肥料施用次数的统计,结果表明(表 3、4),该地区肥料施用次数为 1~5 次,总体上,施氮量较低时以 1 次施肥(基肥)为主,随着施氮量的增加施肥次数呈增加趋势。仅施基肥的农户数最多,占调查户数 57.7%,面积也最大,占调查面积 41.0%;施肥 5 次(基肥+追施 4 次)的农户数也较多,占 15.8%,施肥 4 次的面积占 21.4%。

施肥次数的农户数调查结果(表 3)表明,该区域氮肥仅进行基施的农户有 124 户,占调查总数的 57.7%,且主要集中

在用量为 0~150 kg/hm²;施肥量大于 150 kg/hm² 后,施肥次数在 2~5 次,且施肥 5 和 2 次的农户数较多。

施肥次数的面积调查结果(表 4)表明,仅进行 1 次基施的面积为 447.3 hm²,占调查面积的 41.0%,施肥 4~5 次的面积也较大。施氮量低于 150 kg/hm² 时,基本以基施为主。施氮量为 150~450 kg/hm² 时部分以基施有机肥为主,施氮量大于 450 kg/hm² 时基施有机肥和追施化肥并重,且施肥 4~5 次的面积较大。

表 2 马铃薯主要养分投入量及配比

Table 2 Main nutrient input and ratio of potato 单位:kg/hm²

项目 Item	旱地 Dry land			水浇地 Irrigated land		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
最小值 Minimum value	7.20	7.88	7.88	67.50	22.50	45.00
最大值 Maximum value	225.00	180.00	135.00	720.00	603.00	813.00
加权平均值 Weighted mean value	100.0	82.20	64.40	300.40	265.20	236.30

表 3 施肥次数的农户数

Table 3 The number of farmers applying fertilizer times

N 用量 N dosage//kg/hm ²	施肥次数 Fertilization times					
	1 次	2 次	3 次	4 次	5 次	小计
0~75	70	0	0	0	0	70
75~150	40	2	2	1	0	45
150~300	11	18	3	5	24	61
300~450	3	8	8	2	8	29
450~600	0	1	4	3	2	10
合计 Total	124	29	17	11	34	215
占比 Ratio//%	57.7	13.5	7.9	5.1	15.8	—

表 4 不同施肥次数的面积

Table 4 Area of different fertilization times

N 用量 N dosage//kg/hm ²	施肥次数的面积 Area statistics of fertilization times//hm ²					
	1 次	2 次	3 次	4 次	5 次	小计 Subtotal
0~75	51.4	0	0	0	0	51.4
75~150	203.6	0.6	0.5	0.2	0.0	205.0
150~300	52.9	24.9	0.5	6.0	30.0	114.3
300~450	139.3	97.0	38.6	101.8	63.3	440.1
450~600	0.0	30.0	42.3	124.9	82.3	279.5
合计 Total	447.3	152.5	82.0	232.9	175.6	1 090.2
占比 Ratio//%	41.0	14.0	7.5	21.4	16.1	—

3 讨论

阴山北麓地区的马铃薯种植的施肥模式以单施化肥为主,该模式占调查农户数的 63.7%,占调查面积的 71.2%;有机无机肥料配合施用的户数数占 20.5%,面积占 27.6%。研究表明,长期单一或过量施用化学肥料会造成土壤有机质含量下降、理化性质和生物学性状恶化,导致肥料利用率降低,不利于当地马铃薯产业的可持续发展^[11-15]。而施用有机肥料能显著改善土壤肥力状况,提高马铃薯根际土壤的微生物活性和多样性,提高马铃薯生理指标和产量,并有利于减轻马铃薯土传病害的发生^[16-17]。而阴山北麓地区马铃薯施肥仍以单施化肥为主,不利于耕地地力提升和马铃薯产业的持续、绿色发展。

马铃薯的施肥量变化范围较大,其中有机肥用量(干基实物量)为 15~75 t/hm²,化肥(纯养分含量)用量最低仅 20.2 kg/hm²,最高达 1 768.5 kg/hm²。2008—2009 年陈杨等^[18]调查的内蒙古阴山丘陵区化肥投入量为 13.5~663.3 kg/hm²,2016 年今芝等^[19]调查乌兰察布市旱地马铃薯总养分施用量为 66.4~984.1 kg/hm²,平均 330.9 kg/hm²;水浇地施用量为 118.5~2 211.9 kg/hm²,平均为 796.3 kg/hm²。郑海春等^[20]研究表明,该地区旱作条件下马铃薯养分施用量为 138~291 kg/hm²,段玉等^[21]通过 116 次试验结果推荐该区域不同灌溉条件下马铃薯养分施用量为 469~937 kg/hm²。可见,该区域的马铃薯施肥量尤其是水浇地的化肥用量随着时间的推移有增加趋势,且肥料用量与推荐用

量偏差较大。

调查发现,影响施肥量的主要因素为灌水,其次是种植规模或种植目的。旱作农田和种植面积较小的农户有机肥和化肥的用量均较低,有机肥用量一般为 $15.0 \sim 22.5 \text{ t/hm}^2$,化肥用量为 $0 \sim 75 \text{ kg/hm}^2$,一方面是由于旱作农田马铃薯产量较低,养分需求量较低,另一方面是种植面积较小的马铃薯一般是农户为满足自家食用而种,对品质要求较高,对产量要求较低,而该地区农户偏好口感较“面”的马铃薯,这类马铃薯多适宜沙质旱地生长。有灌溉条件和规模化经营的农户肥料用量较高,有机肥为 $45.0 \sim 60.0 \text{ t/hm}^2$,化肥用量一般大于 750 kg/hm^2 ,分别是旱作条件下用量的 3 和 10 倍以上,一是由于灌溉农田马铃薯产量较高,养分需求量较大;二是因为该条件下的马铃薯种植以获得最大经济效益为目的,所以施肥量较大,且以化肥为主。

将有机肥和化肥中的养分折纯后计算,该区域氮磷钾的配比模式多样且相差较大, N 、 P_2O_5 、 K_2O 养分用量在旱地上加权平均值分别为 100.0 、 82.2 和 64.4 kg/hm^2 ,郑海春等^[22]的推荐用量分别为 $61.5 \sim 139.5$ 、 $31.5 \sim 76.5$ 、 $45 \sim 75 \text{ kg/hm}^2$ 。灌溉农田平均值分别为 300.4 、 265.2 和 236.3 kg/hm^2 。段玉等^[23]的推荐用量分别为 $150 \sim 300$ 、 $104 \sim 207$ 、 $215 \sim 430 \text{ kg/hm}^2$ 。总体来看,旱地上磷肥用量偏高,水浇地上氮肥和磷肥偏高,钾肥偏低。

施肥方式上,随着施肥量的增加施肥次数呈增加趋势,整体较合理。进行 1 次性基肥的农户数最多,占调查户数的 57.7% ,面积也最大,占调查面积的 41.0% ,这部分多为旱地,氮肥的用量低于 150 kg/hm^2 ;施肥 4~5 次(包括基施 1 次)的农户数和面积占比也较大,这部分农户一般是根据灌水条件进行滴灌追肥。

总之,内蒙古阴山北麓地区马铃薯生产普遍存在偏施化肥、有机肥施入不足,氮磷钾养分施用总量差异大、盲目性较强。种植大户和灌溉农田还存在化肥施用量偏高、养分配比不合理、氮磷养分用量偏高、钾用量偏低等问题。在绿色高质量发展的形势下,内蒙古马铃薯生产不能片面地追求高产而忽略了品质提升和地力培育,所以建议增加有机肥投入,

进一步优化养分配比,加强水肥一体化和按需供养,规范马铃薯养分管理的整体水平,提高资源利用效率,促进区域马铃薯绿色可持续发展。

参考文献

- [1] 肖强,蒙美莲,陈有君,等.肥料配施对阴山北麓旱区马铃薯产量和水分利用效率的影响[J].干旱地区农业研究,2014,32(6):112-118.
- [2] 王迎男,高娃,郜翻身,等.内蒙古马铃薯主产区基础地力及增产潜力研究[J].植物营养与肥料学报,2019,25(8):1345-1353.
- [3] 秦永林,于静,陈杨,等.内蒙古灌溉马铃薯施肥现状及肥料利用效率[J].中国蔬菜,2019(11):75-79.
- [4] 李瑞,樊明寿,郑海春,等.基于产量水平的内蒙古阴山地区马铃薯施肥评价[J].中国土壤与肥料,2020(6):181-188.
- [5] 李书田,段玉,陈占全,等.西北地区马铃薯施肥效应和经济效益分析[J].中国土壤与肥料,2014(4):42-47.
- [6] 段玉,张君,李焕春,等.马铃薯氮磷钾养分吸收规律及施肥肥效的研究[J].土壤,2014,46(2):212-217.
- [7] 梁俊梅,张君,安昊,等.基于养分专家系统的马铃薯推荐施肥效应[J].中国土壤与肥料,2020(1):107-112.
- [8] 贾立国,郝云凤,冯君伟,等.河套灌区春小麦化肥减施增效技术及其生理基础研究[J].土壤通报,2020,51(6):1416-1421.
- [9] 周丹,符明明,魏金明,等.设施菜田不同施氮处理对硝酸盐迁移和积累的影响[J].土壤通报,2011,42(2):407-411.
- [10] 全国农业技术推广服务中心.中国有机肥料养分志[M].北京:中国农业出版社,1999.
- [11] 杜臻杰,陈效民,张佳宝,等.长期施肥对典型旱地红壤中硝态氮和铵态氮时空变异的影响[J].土壤通报,2010,41(3):611-616.
- [12] 张书乐.有机肥替代部分化肥对马铃薯干物质积累与分配以及对土壤生物学性质的影响[D].兰州:甘肃农业大学,2014.
- [13] 邱晓丽.不同生物有机肥对土壤生物活性以及对马铃薯的生物效应的影响[D].兰州:甘肃农业大学,2018.
- [14] 程万莉,刘星,高怡安,等.有机肥替代部分化肥对马铃薯根际土壤微生物群落功能多样性的影响[J].土壤通报,2015,46(6):1459-1465.
- [15] 王文丽,靳海波,李娟,等.生物有机肥料对连作马铃薯根际营养及生长发育的影响[J].中国土壤与肥料,2018(6):187-191.
- [16] 高怡安,程万莉,张文明,等.有机肥替代部分化肥对甘肃省中部沿黄灌区马铃薯产量、土壤矿质氮水平及氮肥效率的影响[J].甘肃农业大学学报,2016,51(2):54-60,68.
- [17] 周维秀,吴征,纳添仓,等.山旱区有机肥的施用对马铃薯干物质积累及产量的影响[J].安徽农业科学,2023,51(10):139-143.
- [18] 陈杨,樊明寿,康文钦,等.内蒙古阴山丘陵地区马铃薯施肥现状与评价[J].中国土壤与肥料,2012(2):104-108.
- [19] 今芝,胡卫静,梁宏,等.乌兰察布市马铃薯施肥现状研究[J].北方农业学报,2019,47(1):57-62.
- [20] 郑海春,郜翻身,张子义,等.阴山南麓旱作马铃薯的施肥指标[J].中国马铃薯,2010,24(3):169-172.
- [21] 段玉,张君,张三粉,等.内蒙古马铃薯施肥效应特征参数与施肥推荐[J].中国马铃薯,2019,33(2):89-100.
- [22] 郑海春,郜翻身,索全义,等.内蒙古测土施肥技术的研究与应用[Z].内蒙古自治区,内蒙古土壤肥料工作站,2011-10-16.
- [23] 段玉,妥德宝,赵沛义,等.马铃薯施肥肥效及养分利用率的研究[J].中国马铃薯,2008,22(4):197-200.

(上接第 87 页)

洞能为其提供天然巢穴,为其提供栖息和繁殖场所,满足冠斑犀鸟栖息和觅食的需求。冠斑犀鸟 1988 年被列入国家重点保护野生动物名录二级保护动物,2012 年被列入《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》(The IUCN Red List)近危物种(NT),2021 年被列入国家重点保护野生动物名录一级保护动物,可见冠斑犀鸟种群数量已经非常稀少,保护价值颇为重要。

参考文献

- [1] 国家林业和草原局,农业农村部.国家林业和草原局 农业农村部公告:国家重点保护野生动物名录[R].北京,2021-01-04.
- [2] 罗爱东.西双版纳鸟类多样性[M].昆明:云南美术出版社,2015:382-383.
- [3] 罗益奎,蒋爱伍,陈翠乐,等.广西冠斑犀鸟的种群数量及分布状况[J].

- 生物多样性,2013,21(3):352-358.
- [4] 郑光美.中国鸟类分类与分布名录[M].北京:科学出版社,2017:141.
- [5] 西双版纳傣族自治州林业局.西双版纳傣族自治州林业志[M].昆明:云南民族出版社,2011:61-62.
- [6] 徐永春,姜汉侨,全复.西双版纳自然保护区综合考察报告集[M].昆明:云南科技出版社,1985:5-8.
- [7] 王战强,熊文翔.西双版纳国家级自然保护区[M].昆明:云南教育出版社,2006:464-473,433.
- [8] 宋志勇,杨鸿培,杨正斌,等.西双版纳白颊长臂猿种群现状及其保护对策[J].西部林业科学,2017,46(3):18-22,27.
- [9] 云南省质量技术监督局.自然保护区与国家公园生物多样性 监测技术规程 第 1 部分:森林生态系统及野生动植物:DB 53/T 391—2012[S].云南省质量技术监督局,2012.
- [10] 云南省林业厅.云南省第二次陆生野生动物资源调查技术方案[Z].2012:10.
- [11] 杨德华.西双版纳动物志[M].昆明:云南大学出版社,1983:79.
- [12] 陈天波,蒙渊君,蒋爱伍.弄岗自然保护区冠斑犀鸟的分布与种群数量[J].广西农业生物科学,2007,26(1):20-23.