北方高寒黑土区马铃薯品种比较试验

李学敏[1],刘雅萍[1],李学峰[1],杨玉荣[2],黄修梅[3]*,张子怡[3],李濛池[3] (1.牙克石市森峰薯业有限责任公司,内蒙古呼伦贝尔 021076;2.兴安盟农牧技术推广中心,内蒙古乌兰浩特 137400;3.内蒙古农业大学职业技术学院,内蒙古包头 014109)

摘要 为筛选出适宜北方高寒黑土区种植的马铃薯品种,对16个马铃薯品种的结薯特性进行比较试验,以期为该地区马铃薯优质高产高效生产提供技术支撑。结果表明,16个马铃薯品种中薯形以椭圆形居多、薯皮与薯肉颜色均以黄色居多、芽眼以浅居多、薯皮薯形多数光滑整齐。16个品种的平均产量、商品薯率、结薯总个数、不同大小的结薯个数均差异显著;产量最高的为荷兰806,平均产量为72 495 kg/hm^2,但与克新13、荷兰7、荷兰15、兴佳2号、中薯5号、冀张薯12号和希森6号之间未形成显著差异,显著高于其余品种。商品薯率最高的为荷兰7号,为80.63%,但与荷兰806、荷兰15、兴佳2号、早大白、冀张薯12号和克新13号之间未形成显著差异,显著高于其余品种。单株结薯总个数中薯5号与荷兰806、希森6号差异不显著,维持在较高水平,平均为8.1~9.9个;其余品种之间差异不显著,在4.5~6.4个。综合平均产量和商品薯率2项关键指标分析,这16个马铃薯品种在北方高寒黑土区表现较佳的是荷兰806、克新13、荷兰7、荷兰15、兴佳2号和冀张薯12号;中薯5号和希森6号产量也较高,但结薯个数多、商品薯率偏低;早大白商品薯较高,但产量居中。

关键词 马铃薯;高寒黑土区;品种;产量;商品薯率
中图分类号 S532 **文献标识码** A
文章编号 0517-6611(2023)09-0034-04
doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2023.09.009
开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Comparative Experiment of Potato Varieties in North Alpine Black Soil Region

LI Xue-min, LIU Ya-ping, LI Xue-feng et al (Yakeshi Senfeng Potato Industry Co., Ltd., Hulun Buir, Inner Mongolia 021076)

Abstract In order to select potato varieties suitable for planting in the cold black soil area of the north, 16 potato varieties were compared in order to provide technical support for high-quality, high-yield and high-efficiency potato production in the area. The results showed that among the 16 potato varieties, the shape of potato was mostly oval, the color of potato skin and flesh were mostly yellow, the bud eyes were mostly light, and the shape of potato skin were mostly smooth and orderly. The average yield, the commercial potato rate, the total number of tubers and the number of tubers with different sizes were significantly different. The highest yield was Holland 806, with an average yield of 72 495 kg/hm^2, but there was no significant difference with Kexin 13, Holland 7, Holland 15, Xingjia 2, Zhongshu 5, Jizhangshu 12 and Xisen 6, which was significantly higher than other varieties. The highest commercial potato rate was Holland 7, which was 80.63%, but there was no significant difference with Holland 806, Holland 15, Xingjia 2, Zaodabai, Jizhangshu 12 and Kexin 13, which was significantly higher than other varieties. There was no significant difference in the total number of tubers per plant between Zhongshu 5, Holland 806 and Xisen 6, and the average number was 8.1-9.9, and there was no significant difference among the other varieties, which maintained at 4.5-6.4. According to the average yield and commercial potato rate, the best performance of these 16 potato varieties were Holland 806, Kexin 13, Holland 7, Holland 15, Xingjia 2 and Jizhangshu 12; the yields of Zhongshu 5 and Xisen 6 were also high, but there were more tubers and lower of the commercial tubers rate; The commercial potato rate of Zaodabai was higher, but the yield was in the middle.

Key words Potato; Alpine black soil area; Varieties; Yield; Commercial potato rate

马铃薯凭借营养全面、用途广泛等优势,在城市人口增长、收入提高、膳食多样化等因素的影响下,需求量不断增加[1-3]。随着国家马铃薯主粮化战略的实施,马铃薯产业迎来更多机遇[4],同时也对加快引进、自主培育和筛选优良品种,做大做强马铃薯产业提出更高要求[5-6]。我国育种者一直重视种质资源的引进、鉴定、创新和利用[7]。在马铃薯产业中,品种的鉴定与选择至关重要,事关生产效益、产业需求和人们的健康需要,国内外研究者在马铃薯品种筛选上开展了大量试验,尤其在马铃薯主粮化发展战略推动之后,高产质优的马铃薯品种研究得到了更多的关注[8-10]。

呼伦贝尔市地处47°05′~53°20′N,地理纬度位置是国际上公认的马铃薯最佳种植带,土壤以黑钙土和草甸土为主,土壤结构良好、质地疏松、海拔高、气温低、风速大、病害少,繁育脱毒种薯退化慢、产量高,因此笔者在2017年呼伦贝尔被国家农业部认定为全国马铃薯区域性良种繁育基地[11],马铃薯已成为呼伦贝尔优势产业和乡村振兴的重要支柱产业。但在土质肥沃、积温低的北方高寒黑土区关于马铃薯品种的比较试验鲜有报道,因此在呼伦贝尔马铃薯主栽区域选择16个马铃薯品种,分析其结薯特性差异,为促进当地马铃薯产业发展提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验地位于牙克石市暖泉镇,于2021年5—9月在牙克石森峰薯业有限责任公司试验基地进行,该试验地位于48°46′N、121°42′E,海拔880.2 m。供试土壤为黑钙土,黑土层厚度57 cm,土壤pH 7.09,有机质38.6 g/kg,全氮2.31 g/kg,全磷0.65 g/kg,全钾15.54 g/kg,碱解氮181.54 mg/kg,有效磷23.33 mg/kg,速效钾170.08 mg/kg。

1.2 试验材料 所有参试品种均由牙克石市森峰薯业有限责任公司提供,均为原种,共16个品种,分别为荷兰806、荷兰7、荷兰15、尤金、兴佳2号、闽薯1号、早大白、中薯5号、雪川7号、冀张薯12号、斯凡特、雪川8号、华颂7号、希森6号、冀张薯8号、克新13号。

1.3 试验设计 采用单垄单行种植,大垄宽90 cm、株距25 cm,每小区种植3垄,垄长20 m。机械深松旋耕起垄整

基金项目 内蒙古科技计划项目(2022YFDZ0010);内蒙古自治区科技重大专项(2021ZD0005)。
作者简介 李学敏(1987—),女,河北沧州人,助理农艺师,从事马铃薯种薯生产研究。*通信作者,教授,博士,从事作物栽培研究。
收稿日期 2022-09-07;**修回日期** 2022-11-08

地,土壤状况、种植密度、施肥水平、田间管理均相同,2021 年 5 月 20 日播种,播种前结合整地施入硫酸钾复合肥(15-15-15)900 kg/hm^2,在生长期中耕除草 2 次,防治病虫害 9 次,9 月 5 日统一收获,整个生育期不灌溉。

1.4　测定项目与方法　产量测定时,每个小区随机取垄长 2 m 进行产量及结薯个数测定,重复 3 次。商品薯率=单薯重>150 g 的重量/总重量×100%。其中,结薯个数分别为单薯重大于 150 g、50~150 g 和小于 50 g。

2　结果与分析

2.1　块茎主要性状　由表 1 和图 1 可知,16 个马铃薯品种中薯形以椭圆形居多,其次为长椭圆形,个别为其他形状;圆形、卵圆形、长圆形、扁圆形、略扁圆形、长卵圆形分别为 1 个,分别是克新 13 号、兴佳 2 号、闽薯 1 号、早大白、中薯 5 号、冀张薯 12 号;长椭圆形共 4 个品种,分别是荷兰 7、荷兰 15、斯凡特、希森 6 号;其余品种为椭圆形,共 6 个品种。薯皮颜色有白、淡黄、黄色,以黄色居多;早大白为白色,淡黄有 6 个品种,分别是荷兰 7、荷兰 15、兴佳 2 号、中薯 5 号、冀张薯 12 号、冀张薯 8 号;其余为黄色,共 9 个品种。薯肉颜色有白、乳白色、淡黄、黄、深黄色,以黄色居多;乳白色、深黄色各 1 个品种,分别是冀张薯 8 号和荷兰 15;白色 2 个品种,分别是早大白、雪川 8 号;淡黄色有 5 个品种,分别是兴佳 2 号、闽薯 1 号、中薯 5 号、冀张薯 12 号、克新 13 号,其余为黄色,共 7 个品种。芽眼仅早大白、克新 13 号表现深浅适中,其余均表现为浅。薯皮克新 13 号表现有网纹,其余均为光滑。块茎较整齐的品种有早大白、闽薯 1 号、中薯 5 号和华颂 7 号,其余为整齐。

表 1　不同马铃薯品种块茎性状

Table 1　Tuber characters of different potato varieties

序号 No.	品种 Variety	薯形 Tuber shape	薯皮颜色 Color of potato skin	薯肉颜色 Potato flesh color	芽眼深浅 Depth of bud eye	薯皮类型 Type of potato skin	块茎整齐度 Tuber uniformity
1	荷兰 806	椭圆形	黄	黄	多且浅	光滑	整齐
2	荷兰 7	长椭圆形	淡黄	黄	少而浅	光滑	整齐
3	荷兰 15	长椭圆形	淡黄	深黄	少且浅	光滑	整齐
4	尤金	椭圆形	黄	黄	平浅	光滑	整齐
5	兴佳 2 号	卵圆形	淡黄	淡黄	浅	光滑	整齐
6	闽薯 1 号	长圆形	黄	淡黄	浅	光滑	较整齐
7	早大白	扁圆形	白	白	深浅适中	光滑	较整齐
8	中薯 5 号	略扁圆形	淡黄	淡黄	极浅	光滑	较整齐
9	雪川 7 号	椭圆形	黄	黄	稀少且极浅	光滑	整齐
10	冀张薯 12 号	长卵圆形	淡黄	淡黄	浅	光滑	整齐
11	斯凡特	长椭圆形	黄	黄	极浅	光滑	整齐
12	雪川 8 号	椭圆形	黄	白	浅且少	光滑	整齐
13	华颂 7 号	椭圆形	黄	黄	少而浅	光滑	较整齐
14	希森 6 号	长椭圆形	黄	黄	浅	光滑	整齐
15	冀张薯 8 号	椭圆形	淡黄	乳白	浅	光滑	整齐
16	克新 13 号	圆形	黄	淡黄	深度中等	有网纹	整齐

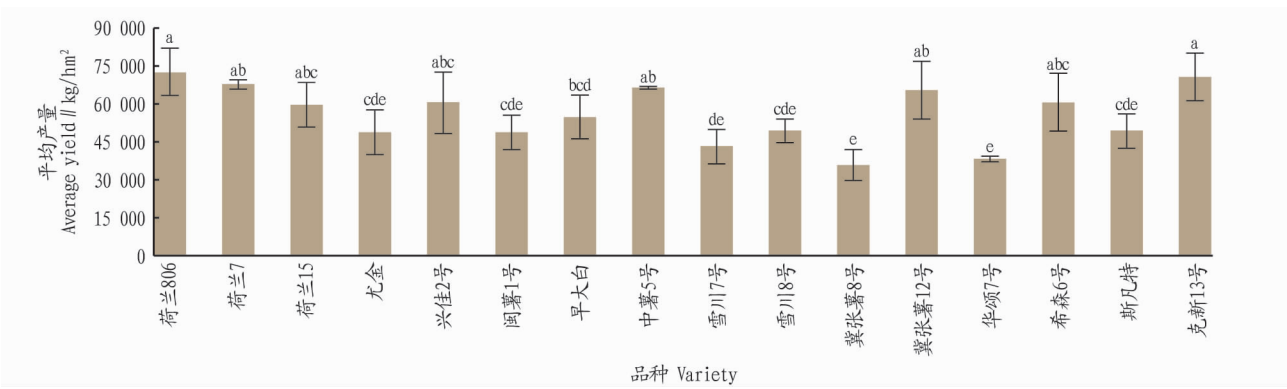
2.2　不同马铃薯品种产量　由图 2 可知,16 个马铃薯品种间产量差异显著。产量最高的为荷兰 806,平均产量为 72 495 kg/hm^2,但与克新 13 号、荷兰 7、荷兰 15、兴佳 2 号、中薯 5 号、冀张薯 12 号、希森 6 号未形成显著差异,显著高于其余品种,平均产量在 59 685~70 695 kg/hm^2。冀张薯 8 号产量最低,为 35 730 kg/hm^2;与尤金、闽薯 1 号、雪川 7 号、雪川 8 号、华颂 7 号和斯凡特之间未形成显著差异,均显著低于其他品种。

2.3　不同马铃薯品种商品薯率　由图 3 可知,16 个马铃薯品种间商品率差异显著。商品薯率最高的为荷兰 7,为 80.63%,但与荷兰 806、荷兰 15、兴佳 2 号、早大白、冀张薯 12 号和克新 13 号之间未形成显著差异,在 73.42%~77.24%,显著高于其余品种。冀张薯 8 号商品薯率最低,为 56.05%;与尤金、中薯 5 号、雪川 7 号、雪川 8 号、华颂 7 号、希森 6 号和斯凡特之间差异不显著,在 56.96%~65.65%。闽薯 1 号处于中间水平,既显著低于荷兰 7 又显著高于冀张薯 8 号,商品薯率为 68.03%。

2.4　不同马铃薯品种结薯个数　由表 2 可知,单株结薯总个数中薯 5 号与荷兰 806、希森 6 号差异不显著,处于较高水平,平均为 8.1~9.9 个;其余品种间差异不显著,在 4.5~6.4 个。单株单薯重大于 150 g 结薯个数荷兰 806、荷兰 7、荷兰 15、兴佳 2 号、早大白、中薯 5 号、希森 6 号和克新 13 号之间差异不显著,处于较高水平,平均为 2.7~3.8 个;斯凡特、华颂 7 号最低,分别为 1.7 和 1.6 个。单薯重 50~150 g 结薯个数荷兰 15、中薯 5 号和希森 6 号之间差异不显著,处于最高水平,在 2.7~3.9 个。单薯重小于 50 g 结薯个数处于较高水平的是中薯 5 号、华颂 7 号,分别是 3.6 和 4.2 个,显著高于其余品种。由此可见,单薯重小于 50 g 的结薯个数越多商品薯率越低。

图 1 不同马铃薯品种块茎性状

Fig. 1 The tuber characters of different potato varieties



注:不同小写字母表示不同品种间差异达显著水平($P<0.05$)。

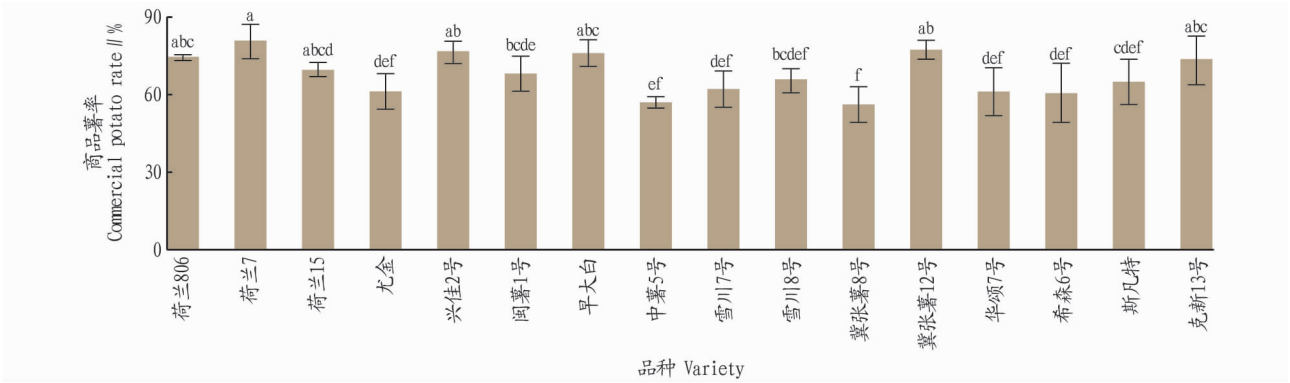
Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different varieties at 0.05 level.

图 2 不同马铃薯品种的平均产量

Fig. 2 The average yield of different potato varieties

3 结论与讨论

马铃薯种植品种单一易造成品种退化快、病虫害多、产量低、品质差等问题,极大限制了马铃薯产业的发展[12-13],因此品种是马铃薯产业发展的切入点和突破口[14]。截至 2020 年 12 月 31 日,2017—2020 年共登记马铃薯品种 304 个,2020 年登记公示 96 个马铃薯品种,较 2019 年增加了 23.01%[15]。从品种角度来看,分布最广泛的是“费乌瑞它(荷兰 15)”,在内蒙古等 8 个省(自治区)审定登记[16]。马铃薯品种较多,种植户应依据种植区域、生产目的、栽培模式的不同需求,选择适宜优良的马铃薯品种,才能保障马铃薯产量和市场需



注:不同小写字母表示不同品种间差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different varieties at 0.05 level.

图 3　不同马铃薯品种的商品薯率

Fig. 3　Commercial potato rate of different potato varieties

求。呼伦贝尔地区以黑土、暗棕壤、黑钙土和草甸土为主,土壤结构良好、质地疏松,是马铃薯天然的优生区,且该地区已被国家农业部认定为马铃薯区域性良种繁育基地,但很多品种在该地区种植结薯特性不清。该试验综合产量和商品薯率 2 项关键指标分析,这 16 个马铃薯品种当地表现较佳的是荷兰 806、克新 13 号、荷兰 7、荷兰 15、兴佳 2 号和冀张薯 12 号。中薯 5 号和希森 6 号产量较高,但结薯个数多、商品薯率偏低;早大白商品薯率较高但产量居中。这些品种受当地地域环境、气候环境和栽培管理等因素的影响,所得结果可初步作为后续品种引进和示范推广的参考,但还需要进一步的种植试验。由于高寒黑土区地域气候特殊,有计划有针对性地引进马铃薯优良种质资源和新品种(系),不断丰富和提升马铃薯种质资源库,促进马铃薯品种的更新换代,在保护和利用黑土地的同时,充分利用当地土质肥沃、水热条件,促进马铃薯产业高效发展。

表 2　不同马铃薯品种结薯个数

Table 2　The number of tubers of different potato varieties

序号 No.	品种 Variety	总结薯个数 Total number of potatoes	结薯个数 Number of tubers		
			大于 150 g	50~150 g	小于 50 g
1	荷兰 806	8.5±1.9 ab	3.8±1.0 a	2.3±0.5 bc	1.0±0.7 cdef
2	荷兰 7	6.3±1.2 bcd	3.4±1.0 ab	1.9±1.0 c	0.8±0.3 def
3	荷兰 15	6.4±0.4 bcd	2.8±0.3 abcde	2.7±0.2 abc	0.6±0.3 ef
4	尤金	5.3±0.8 d	1.9±0.4 cde	2.3±0.6 bc	2.0±0.6 bc
5	兴佳 2 号	5.6±0.7 cd	2.8±1.0 abcde	2.2±0.4 bc	1.8±0.9 bcd
6	闽薯 1 号	4.9±2.4 d	1.7±1.5 de	2.3±0.8 bc	1.0±0.2 cdef
7	早大白	5.7±0.7 cd	2.8±0.6 abcde	1.8±0.8 c	0.5±0.4 ef
8	中薯 5 号	9.9±0.1 a	2.4±0.3 abcde	3.9±0.3 a	3.6±0.6 a
9	雪川 7 号	6.4±1.4 bcd	2.1±0.3 bcde	2.0±1.1 c	0.2±0.3 f
10	冀张薯 12 号	5.8±0.6 cd	2.2±0.5 bcde	2.3±0.3 bc	1.4±0.8 cde
11	斯凡特	5.5±0.3 d	1.7±0.2 e	2.2±0.7 bc	2.6±0.7 b
12	雪川 8 号	5.9±0.9 cd	3.2±0.8 abc	2.4±0.5 bc	0.7±0.6 def
13	华颂 7 号	4.5±1.9 d	1.6±0.7 e	2.3±1.2 bc	4.2±0.8 a
14	希森 6 号	8.1±2.1 abc	2.7±0.6 abcde	3.5±0.4 ab	1.4±0.7 cde
15	冀张薯 8 号	5.7±0.7 cd	2.2±0.9 bcde	1.5±1.0 c	0.1±0.2 f
16	克新 13 号	6.3±1.6 bcd	3.1±0.6 abcd	1.7±0.5 c	1.5±0.2 cde

注:同列不同小写字母表示不同品种间差异达显著水平($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different varieties at 0.05 level.

参考文献

[1] VISSER R G F, BACHEM C W B, DE BOER J M, et al. Sequencing the potato genome: Outline and first results to come from the elucidation of the sequence of the world's third most important food crop[J]. American journal of potato research, 2009, 86(6): 417-429.

[2] 李竟才. 二倍体马铃薯遗传图谱构建及晚疫病抗性 QTL 定位[D]. 武汉:华中农业大学,2012.

[3] 李彦军,耿伟,史超,等. 马铃薯种质资源现状及发展对策[J]. 中国果菜,2019,39(8):61-63,67.

[4] 胡荣山,董阿梅,闫林瑞,等. 晋南山区旱作马铃薯新品种引进筛选试验[J]. 现代农业科技,2022(13):43-46,50.

[5] 黄爱珍. 马铃薯产业发展现状及对策[J]. 农业开发与装备,2021(8):42-43.

[6] 危朝安. 在全国马铃薯产业发展经验交流会上的讲话[J]. 中国马铃薯,2007,21(6):321-325.

[7] 金黎平,屈冬玉,谢开云,等. 我国马铃薯种质资源和育种技术研究进展[J]. 种子,2003,22(5):98-100.

[8] 邢媛,李凯峰,周进华,等. 不同马铃薯品种(系)耐旱性综合评价及其指标筛选[J/OL]. 生态学杂志,2023-04-10[2023-04-22]. http://kns.cnki.net/kcms/detail/21.1148.Q.20230407.1828.006.html.

[9] 关倜,汪奎,方玉川,等. 榆林北部中、早熟马铃薯品种比较试验[J]. 中国果菜,2023,43(3):61-65.

(下转第 45 页)

加与持续施用磷肥密切相关,磷肥施用量增加导致了土壤有效磷含量的增加[2,16-18]。Li 等[19]研究发现,2007 年我国土壤有效磷含量比 1980 年增加了 17.3 mg/kg,土壤磷盈余达到 242.0 kg/hm^2。目前,如何减磷增效已成为亟待解决的问题。此外,该研究中 83.3%的土壤速效钾含量处于极高水平,可能与当地比较重视钾肥施用和全面实施秸秆还田有关。因此,该区应当控制磷肥和钾肥投入,同时改进施肥方式,以提高肥料利用率,减少土壤磷素累积及其对环境的污染。

土壤微量元素也是反映土壤肥力的重要指标,其有效态含量不仅直接影响作物正常生长和发育,而且与农产品的产量和品质密切相关[6]。该研究发现,该区绝大部分玉米土壤的交换性钙、交换性镁含量均处于高或极高水平,土壤有效锰和有效铜基本处于中等或高水平,表明土壤有效钙、有效镁、有效锰、有效铜能够满足玉米正常生长发育的需求。大部分土壤有效铁和有效锌处于极高水平,但也分别有 20.0%和 26.6%处于低水平,说明大部分区域有效铁和有效锌过量,少部分区域则有缺铁和缺锌的情况。总体而言,研究区域土壤有效态微量元素含量较为丰富,一方面与该区土壤发育母质中土壤全量微量元素含量较高有关;另一方面,与当地多年来推行测土配方施肥和秸秆还田有关,大量秸秆还田,其中的微量元素归还土壤,有效增加了土壤微量元素有效态含量[6]。进一步的分析发现,土壤有效铁和有效锌含量的变异系数分别达到 85.65%和 69.89%,表现为一部分土壤的含量极高,而另一部分土壤的含量则偏低。其主要原因可能是农户肥料投入差异加大造成,不同地块、不同施肥方案造成较大差异的施肥量,因多年累积效应,从而导致了土壤养分含量两极化的差异现象。微量元素对作物生长发育具有两面性,其含量过高会影响作物正常生长[20]。因此,应加大微量元素的测土配方施肥,以均衡微量元素营养的供应,保障玉米丰产、农民丰收。

4　结论

该研究玉米种植区土壤 pH 为 4.24~7.55,平均值为 5.91,其中 43.3%的取样点土壤属于酸性土壤,建议施用适宜用量的石灰来改良该部分酸性土壤,以促进玉米生长发育。土壤有机质平均含量为 30.5 g/kg,土壤有机质较高;土壤碱解氮平均含量为 146.07 mg/kg,76.7%取样点土壤碱解氮处于高和极高水平;土壤有效磷和速效钾平均含量分别为 49.66 和 288.64 mg/kg,56.7%的土壤有效磷含量处于极高水平,83.3%的土壤速效钾含量处于极高水平。土壤的交换性钙、交换性镁含量均处于高或极高水平,土壤有效锰和有效铜基本处于中等或高水平,大部分土壤有效铁和有效锌处于极高水平,但也分别有 20.0%和 26.6%处于低水平。综合来看,该区应适当减施氮肥,控制磷肥和钾肥投入,以减少土壤磷素累积及其对环境的污染。同时,应加大微量元素的测土配方施肥,以均衡微量元素营养的供应,保障玉米丰产、农民丰收。

参考文献

[1] 董树亭,张吉旺. 建立玉米现代产业技术体系,加快玉米生产发展[J]. 玉米科学,2008,16(4):18-20,25.

[2] 赵晴月,许世杰,张务帅,等. 中国玉米主产区土壤养分的空间变异及影响因素分析[J]. 中国农业科学,2020,53(15):3120-3133.

[3] 王激清. 我国主要粮食作物施肥增产效应和养分利用效率的分析与评价[D]. 北京:中国农业大学,2007.

[4] 徐新朋,赵士诚,张云贵,等. 吉林省玉米种植区土壤养分空间变异特征研究[J]. 植物营养与肥料学报,2011,17(6):1342-1350.

[5] LIU Z P,SHAO M A,WANG Y Q. Spatial patterns of soil total nitrogen and soil total phosphorus across the entire Loess Plateau region of China[J]. Geoderma,2013,197/198:67-78.

[6] 陈婷,李廷亮,张晋丰,等. 山西省玉米种植区土壤养分含量特征[J]. 山西农业科学,2022,50(2):213-222.

[7] 丁琪洵,詹雪洁,张天恩,等. 宿州市耕地土壤养分时空变化特征分析[J]. 农业资源与环境学报,2023,40(1):97-105.

[8] 徐圣林. 宿州埇桥区夏玉米生产影响因素及高产栽培技术[J]. 安徽农学通报,2021,27(3):33,146.

[9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2003:25-106.

[10] CHENG Y,WANG J,MARY B,et al. Soil pH has contrasting effects on gross and net nitrogen mineralizations in adjacent forest and grassland soils in central Alberta,Canada[J]. Soil biology & biochemistry,2013,57:848-857.

[11] FAGERIA N K,BALIGAR V C. Growth and nutrient concentrations of common bean,lowland rice,corn,soybean,and wheat at different soil pH on an inceptisol[J]. Journal of plant nutrition,1999,22(9):1495-1507.

[12] 曾廷廷,蔡泽江,王小利,等. 酸性土壤施用石灰提高作物产量的整合分析[J]. 中国农业科学,2017,50(13):2519-2527.

[13] 张丽丽,樊叶,薛兵东,等. 生石灰对辽东南地区酸化土壤改良及玉米幼苗生长的影响[J]. 湖北农业科学,2022,61(5):23-26.

[14] 韩天富,马常宝,黄晶,等. 基于 Meta 分析中国水稻产量对施肥的响应特征[J]. 中国农业科学,2019,52(11):1918-1929.

[15] CHEN X P,CUI Z L,VITOUSEK P M,et al. Integrated soil-crop system management for food security[J]. Proceedings of the national academy of sciences of the USA,2011,108(16):6399-6404.

[16] 赵宇光,梁成华,杜立宇,等. 长期定位施肥设施土壤微团聚体磷素吸附解吸特征性探讨[J]. 北方园艺,2009(5):1-4.

[17] ZHANG W,LIU D Y,LIU Y M,et al. Zinc uptake and accumulation in winter wheat relative to changes in root morphology and mycorrhizal colonization following varying phosphorus application on calcareous soil[J]. Field crops research,2016,197:74-82.

[18] 官利兰,陈锐浩,程风娴,等. 磷施用量对红壤中玉米生长的影响[J]. 安徽农业科学,2017,45(25):34-36.

[19] LI H,HUANG G,MENG Q,et al. Integrated soil and plant phosphorus management for crop and environment in China. A review[J]. Plant and soil,2011,349(1/2):157-167.

[20] 张超,刘国彬,薛萐,等 . 黄土丘陵区撂荒农耕地土壤有效态微量元素演变特征[J]. 中国农业科学,2013,46(18):3809-3817.

(上接第 37 页)

[10] 王珍珍,孙莎莎,张志凯,等. 内蒙古乌兰察布市马铃薯优良品种引进比较试验[J]. 安徽农业科学,2022,50(24):33-37,85.

[11] 任珂,姜波,安光日,等. 呼伦贝尔市马铃薯产业现状、存在问题和发展建议[J]. 中国马铃薯,2018,32(6):374-378.

[12] 冯耀斌,李晓娟. 山西马铃薯:变短板为优势借机遇谋突破[J]. 种子科技,2015,33(7):12-14.

[13] 李竹梅,张志军. 山西马铃薯生产优势与发展趋势[J]. 种子科技,2004(4):196-197.

[14] 许云琪. 山西省马铃薯产业的现状及发展建议[J]. 北京农业,2011(36):86-87.

[15] 赵一博,郦海龙,牛丽娟. 2020 年马铃薯品种登记现状、存在问题及建议[C]//金黎平,吕文河. 马铃薯产业与绿色发展(2021). 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,2021:251-253.

[16] 张颢城,李中慧,王秀丽. 中国马铃薯主要品种特征与产业布局分析[J]. 中国马铃薯,2022,36(1):78-85.