

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2021)01-0001-08

遗传育种

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2021.01.001

马铃薯高世代无性系铁含量的稳定性及广义遗传力估算

李 辉^{1,2}, 张 伟³, 白雅梅⁴, 宋志军⁵, 吕文河^{1*}

(1. 东北农业大学农学院, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 呼伦贝尔市农业科学研究所, 内蒙古 扎兰屯 162650;

3. 讷河市鑫丰种业有限公司, 黑龙江 讷河 161341; 4. 东北农业大学资源与环境学院, 黑龙江 哈尔滨 150030;

5. 铁岭市现代农业服务中心, 辽宁 铁岭 112600)

摘 要: 人体中存在多种微量元素, 其中铁元素含量最多, 且缺铁性贫血已成为公共卫生问题。如果能通过遗传改良提高马铃薯块茎铁含量, 将对人类健康大有帮助。试验目的是分析利用国外种质资源杂交选育的高世代马铃薯材料铁含量, 评价铁含量的稳定性, 并估算铁含量的广义遗传力。2017和2018年, 把19份马铃薯高世代材料和2份对照品种(‘夏坡蒂’和‘克新13号’)采用随机区组设计种植在哈尔滨市和克山县。收获后, 分析块茎内铁含量。不同品种(系)马铃薯块茎铁含量间存在显著差异, 变幅为61.22~101.81 $\mu\text{g/g DW}$ 。马铃薯块茎铁含量存在品种(系) $\times$ 环境交互作用, 但依然可以选出铁含量高且表现稳定的高世代无性系。马铃薯铁含量的广义遗传力估值为0.61, 与零差异显著。采用杂交选育出富铁的马铃薯新品种是可行的。

关键词: 马铃薯; 铁; 基因型和环境互作; 稳定性; 广义遗传力

Stability and Broad-sense Heritability of Iron Content in Advanced Generation Clones of Potato

LI Hui^{1,2}, ZHANG Wei³, BAI Yamei⁴, SONG Zhijun⁵, LU Wenhe^{1*}

(1. College of Agronomy, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China; 2. Hulunbuir Institute of Agricultural Sciences, Zhalantun, Inner Mongolia 162650, China; 3. Nehe Xinfeng Seed Industry Co., Ltd., Nehe, Heilongjiang 161341, China;

4. College of Resources and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China;

5. Tieling Modern Agricultural Service Center, Tieling, Liaoning 112600, China)

Abstract: There exist trace elements in human bodies, of which iron is the most content, and iron deficiency anemia is considered to be a public health problem. If the iron content of potato tubers can be increased through genetic improvement, it will be of great help to human health. The purpose of this experiment was to analyze the iron content of advanced generation potato clones that were cross-bred using foreign germplasm resources, evaluate the stability of iron content, and estimate the broad-sense heritability of iron content. In 2017 and 2018, 19 potato clones and two control varieties ('Shepody' and 'Kexin 13') were planted in Harbin City and Keshan County in a randomized complete block design. Iron content in tubers was analyzed after harvest. There were significant differences in iron content among potato tubers of different varieties (clones), ranging from 61.22 to 101.81 $\mu\text{g/g DW}$. There was interaction of variety (clone) $\times$ environment in potato tuber iron content, but advanced generation clones with high iron content and stable performance

收稿日期: 2020-12-24

基金项目: 黑龙江省马铃薯产业技术协同创新推广体系资助。

作者简介: 李辉(1992-), 男, 硕士, 实习研究员, 研究方向为马铃薯遗传育种及栽培。

*通信作者(Corresponding author): 吕文河, 博士, 教授, 研究方向为马铃薯遗传育种及栽培, E-mail: luwenhe60@163.com。

could still be selected. The broad-sense heritability estimate of potato iron content was 0.61, which is significantly different from zero. These results suggest that it is practical to breed iron-rich potato varieties by cross-breeding.

Key Words: potato; iron; genotype and environmental interaction; stability; broad-sense heritability

微量营养元素对人的身体健康是非常重要的, 缺乏微量元素会严重危害人类的身体健康, 特别是对妇女、儿童和婴儿影响更大^[1-3]。2011年, 世界卫生组织报道, 在发展中国家有近一半的孕妇和婴幼儿都患有贫血症^[4]。人体中存在多种微量元素, 其中含量最多的是铁。有调查研究表明, 缺铁是中国人口患有贫血症最常见的病因, 缺铁性贫血已成为公共卫生问题^[5,6]。铁是合成血红蛋白的主要组成部分之一, 是组成红细胞的关键因子, 其是血液中氧气输送的重要载体, 人体中多种酶的活性也与铁元素密切相关, 缺铁会间接影响人体内多个器官的正常运作^[7]。因此, 铁是人体内必不可少的元素, 同时也是维持人体内营养均衡和保持人体完美容颜的重要元素^[8]。

粮食作物的生物强化是克服微量元素缺乏的新兴研究领域。从21世纪初开始, 选育高微量元素品种的育种家越来越多, 且培育出高微量元素的作物新品种是最为经济有效的一种手段, 从而提高了作物可食用部分的微量元素含量^[9]。马铃薯在生物强化方面具有一定的优越性, 因为马铃薯每单位面积和时间能产生更多的营养物质, 能在满足人类微量元素营养需求方面做出重要贡献^[10], 且马铃薯块茎含有丰富的维生素C, 可以促进铁元素的吸收, 提高铁元素的利用率。有研究表明, 马铃薯中铁的生物利用率为63%~79%, 显著高于小麦、菜豆和珍珠粟中铁元素的利用率^[11]。对马铃薯块茎铁元素含量和铁元素生物有效性研究较多^[12,13], 但是通过生物强化手段来提高马铃薯块茎铁元素含量的研究却较少。若要对马铃薯块茎内铁含量进行遗传生物强化, 了解现有高世代无性系铁含量的变化范围、在多个环境中表现的稳定性及对其广义遗传力的估算是非常重要的。本试验的目的是分析东北农业大学现有马铃薯高世代材料铁含量的变化范围, 明确铁含量是否存在 $G \times E$ 的互作, 评价铁含量在多个环境中表现的稳定性, 以及估算铁含量的广义遗传力, 以期筛选出铁含量高且表现稳定的

新品种提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验共测试了19份材料, 各试验材料名称及父母本信息见表1。这19份材料是利用国外种质资源选育的高世代无性系, 至少亲本之一是荷兰或美国品种, 或利用国外资源选育的无性系。早期主要对杂交后代的熟期和块茎性状进行综合评价, 后期主要对抗病性和产量进行鉴定, 没有对无性系的铁含量进行测定。试验对照为‘克新13号’和‘夏坡蒂’。

1.2 试验方法

试验时间为2017和2018年, 试验地点为哈尔滨市向阳乡和齐齐哈尔克山县。施肥与田间管理, 克山采用高肥、有灌溉条件, 预防早疫病和晚疫病; 哈尔滨采用低肥、无灌溉条件, 不预防早疫病和晚疫病。

1.3 土壤肥力状况

两个地点的土质均为黑钙土, 哈尔滨和克山0~20 cm土层中土壤肥力水平两年的平均值, 哈尔滨: pH 5.91, 有机质含量29.78 g/kg, 全氮含量1.52 g/kg, 全磷含量1.55 g/kg, 碱解氮含量168.56 $\mu\text{g/g}$, 速效磷含量15.89 $\mu\text{g/g}$, 速效钾含量161.05 $\mu\text{g/g}$, 速效铁含量10.66 mg/g; 克山: pH 5.20, 有机质含量32.91 g/kg, 全氮含量1.92 g/kg, 全磷含量1.88 g/kg, 碱解氮含量156.35 $\mu\text{g/g}$, 速效磷含量37.93 $\mu\text{g/g}$, 速效钾含量327.10 $\mu\text{g/g}$, 速效铁含量12.90 mg/g。

1.4 样品分析

马铃薯品种(系)块茎铁含量和土壤中铁元素含量的测定采用日立Z-2000原子吸收分光光度计进行测定, 具体操作步骤详见参考文献[14]。

1.5 统计分析

试验数据采用Microsoft Excel 2010录入整理, 方差分析和AMMI模型分析采用DPS (V14.10)^[15]进行统计分析, 广义遗传力的估算公式及广义遗传力的置信区间的计算公式见参考文献^[16]。

表1 供试马铃薯无性系
Table 1 Potato breeding lines tested

编号 Code	品种(系) Variety (line)	亲本 Parent
V1	克新 13 号	以米拉(Mira)品种为基础材料,经多年连续自交选育而成
V2	夏坡蒂	Bake King × F 58050
V3	N08-21-1	中薯 3 号 × Norland
V4	N12-45-1	H04-3-18 × H04-7-16
V5	N12-39-10	延薯 4 号 × H04-7-16
V6	N11-23-8	D01-19-1 × Triplo
V7	H09-34012	Caribe × 401
V8	N10-24-2	Chieftain × 401
V9	H04-3-18	Civa × Sprint
V10	N08-14-1	Triplo × 91-55
V11	N12-11-2	Amadeus × Triplo
V12	H04-7-23	93-136 × Velox
V13	N12-38-1	Salem × H04-7-16
V14	N11-51-3	延薯 4 号 × H04-7-16
V15	N11-50-37	延薯 4 号 × H04-8-17
V16	N11-40-11	H04-3-18 × H04-8-17
V17	N12-42-18	Chieftain × H04-7-16
V18	H04-7-10	93-136 × Velox
V19	N12-39-5	延薯 4 号 × H04-7-16
V20	N12-39-19	延薯 4 号 × H04-7-16
V21	N10-4018	NY121 × 401

2 结果与分析

2.1 主效及互作效应对马铃薯块茎铁含量影响

在表2可知,马铃薯块茎铁含量品种(系)、环境和G×E交互作用均达到了极显著水平。从线性回归分析中可以看出,马铃薯块茎铁含量联合、基因和环境三者回归平方和的总和占总交互作用的45.65%,而残差占54.35%,且达到极显著水平,说明线性回归模型不能很好的解释本试验铁含量G×E交互作用。

用AMMI模型可以看出,IPCA1和IPCA2轴分别解释了马铃薯铁含量交互作用的60.20%和39.76%,且均达到极显著水平,两个IPCA轴共解释了马铃薯铁含量交互作用的99.96%,残差仅占马铃薯铁含量交互作用的0.04%。与线性回归分析相比

较,AMMI模型分析能更有效地解释本试验马铃薯铁含量G×E交互作用。

2.2 马铃薯块茎铁含量及其稳定性

由表3可知,21份品种(系)铁含量变化范围为61.217~101.810 μg/g DW,均值为85.220 μg/g DW。在19份被测无性系中,有11个无性系(V15、V9、V8、V12、V6、V14、V4、V3、V20、V16和V19)的铁含量高于‘克新13号’,其中7个无性系(V15、V9、V8、V12、V6、V14和V4)的铁含量显著高于‘克新13号’;有12个无性系(V15、V9、V8、V12、V6、V14、V4、V3、V20、V16、V19和V13)的铁含量高于‘夏坡蒂’,其中8个无性系(V15、V9、V8、V12、V6、V14、V4和V3)的铁含量显著高于‘夏坡蒂’。

分别以铁含量为横轴,IPCA1为纵轴汇制成图1。

表2 马铃薯块茎铁含量的线性模型分析和AMMI模型分析
Table 2 Linear model analysis and AMMI model analysis of iron content in potato tuber

方法 Method	变异来源 Source of variation	DF	SS	MS	F
方差分析 Analysis of variance	总变异	335	112 317	335.28	
	处理	83	87 548	1 053.72	10.68**
	基因型	20	37 384	1 869.21	18.95**
	环境	3	6 098	202.64	20.61**
	基因与环境交互作用	60	43 976	732.94	7.43**
	误差	252	24 859	98.65	
线性回归分析 Linear regression analysis	联合回归	1	256.29	256.29	2.60
	基因回归	19	18 353.87	965.99	9.79**
	环境回归	2	1 466.27	733.14	7.43**
	残差	38	23 899.89	628.94	6.38**
AMMI模型 AMMI model	PCA1	22	26 473	1 203.32	12.20**
	PCA2	20	17 485	874.27	8.86**
	残差	18	18	1.00	

注: **表示极显著($P < 0.01$)。

Note: ** indicate high significance ($P < 0.01$).

以横坐标为界, 品种与环境的图标位于坐标轴的同侧, 可认为品种在该环境存在正交互作用, 反之则存在负交互作用。品种的IPCA1绝对值越大, 越容易受环境影响, 反之越不容易受环境影响。本试验中V16和V1两个品种容易受环境影响; 而V14不易受环境影响, 可以很好的适应不同的试验环境。

本试验两个IPCA轴可共同解释铁含量 $G \times E$ 交互作用的99.96%, 因此, 两个IPCA轴比一个IPCA轴能更好的解释本试验马铃薯铁含量 $G \times E$ 交互作用。分别以IPCA1和IPCA2为横纵坐标制图2, 品种(系)的稳定性可以通过比较品种(系)的图标离坐标原点的远近得出, 离坐标原点越近稳定性越好, 反之稳定性越差。V14离坐标原点最近, 说明V14的稳定性最好; V16离坐标原点最远, 说明V16稳定性最差, 图2反映无性系的稳定性与表3中Dg值结果一致。

根据AMMI2双标图上品种垂直投影的长短, 可以得出该品种在这一环境中交互作用的大小, 如果投影是在连线上或穿过环境的外延线上, 品种在该环境交互作用为正。品种在连线上的投影离原点越远, 正交互作用就越大, 如投影落在穿过原点的外

延线上, 品种在该环境交互作用为负, 离原点越远, 负交互作用就越大。由图2可知, V16在E1环境中较大的正交互作用, 而V1在E2和E3环境中较大的正交互作用; V16在E2和E3环境中较大的负交互作用, 而V1在E4环境中较大的负交互作用。

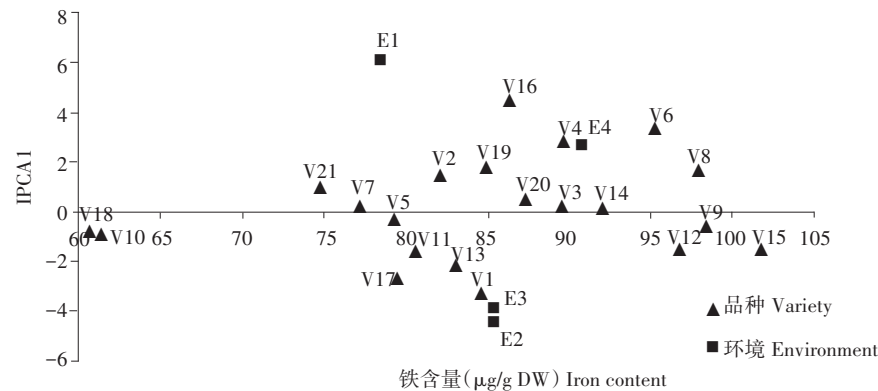
以铁含量和Dg值平均值为坐标原点, 铁含量为横轴, Dg值为纵轴作图3。当品种(系)的图标位于第四象限时, 代表该品种(系)的铁含量高且表现稳定, 当品种(系)的图标位于第二象限时, 代表该品种(系)的铁含量低且表现不稳定, 其他属于中间型。由图3可知, V15、V8、V9、V12、V14和V20的图标位于第四象限, 说明这6个无性系的铁含量较高且稳定性表现较好; V6、V3、V4和V16的图标位于第一象限, 说明这4个无性系铁含量高但稳定性表现较差。

2.3 马铃薯块茎铁含量的广义遗传力

广义遗传力是指所有遗传变异占总表型变异的百分数, 其不能预测对性繁殖后代进行选择时的遗传进展, 但能预测在一个分离群体中进行个体选择的遗传响应。由表4可知, 以品种(系)铁含量的

表3 马铃薯块茎铁含量($\mu\text{g/g DW}$)及Dg值
Table 3 Iron content ($\mu\text{g/g DW}$) and Dg value of potato tuber

品种(系) Variety (line)	铁含量($\mu\text{g/g DW}$)Iron content					IPCA1	IPCA2	Dg
	2017 哈尔滨 Harbin	2018 哈尔滨 Harbin	2017 克山 Keshan	2018 克山 Keshan	均值 Mean			
V1	101.903	69.866	72.368	95.582	84.930	-3.418	0.585	3.468
V2	72.203	89.817	89.815	78.184	85.504	1.354	0.968	1.664
V3	98.339	94.476	94.484	72.142	89.860	0.094	3.482	3.483
V4	54.053	98.772	98.768	108.216	89.952	2.700	-2.964	4.010
V5	68.276	76.258	76.262	97.938	79.684	-0.434	-1.731	1.785
V6	76.252	113.086	110.586	82.108	95.508	3.278	1.582	3.639
V7	77.328	80.209	80.214	72.613	77.591	0.124	1.551	1.556
V8	86.902	106.233	106.228	93.071	98.109	1.531	1.007	1.832
V9	95.909	95.968	95.972	106.548	98.599	-0.669	-0.086	0.674
V10	63.148	58.119	58.123	67.952	61.836	-1.025	0.330	1.077
V11	71.069	70.417	70.419	112.085	80.997	-1.718	-3.160	3.597
V12	99.587	89.986	89.992	108.292	96.964	-1.638	-0.213	1.651
V13	103.916	77.390	77.394	75.168	83.468	-2.243	2.980	3.730
V14	84.277	92.678	92.682	99.361	92.250	0.079	-0.253	0.265
V15	109.738	95.977	95.982	105.544	101.810	-1.668	0.942	1.915
V16	57.182	107.014	107.011	75.226	86.609	4.404	0.833	4.482
V17	84.054	66.117	66.119	103.376	79.917	-2.866	-1.560	3.263
V18	59.528	57.282	57.275	70.782	61.217	-0.935	-0.225	0.962
V19	62.918	91.329	91.325	95.213	85.196	1.662	-1.312	2.117
V20	80.046	90.389	90.393	89.257	87.521	0.474	0.400	0.620
V21	49.153	75.903	75.901	99.248	75.051	0.914	-3.156	3.286
均值 Mean	78.847	85.585	85.587	90.853	85.218			
LSD _{0.05}	12.600	12.600	12.600	12.600	6.300			



注：E1、E2、E3和E4分别代表2017年哈尔滨、2018年哈尔滨、2017年克山和2018年克山。下同。
Note: E1, E2, E3 and E4 stand for 2017 Harbin, 2018 Harbin, 2017 Keshan and 2018 Keshan. The same below.

图1 铁含量的 AMMI1 双标图
Figure 1 AMMI1 biplot of iron content

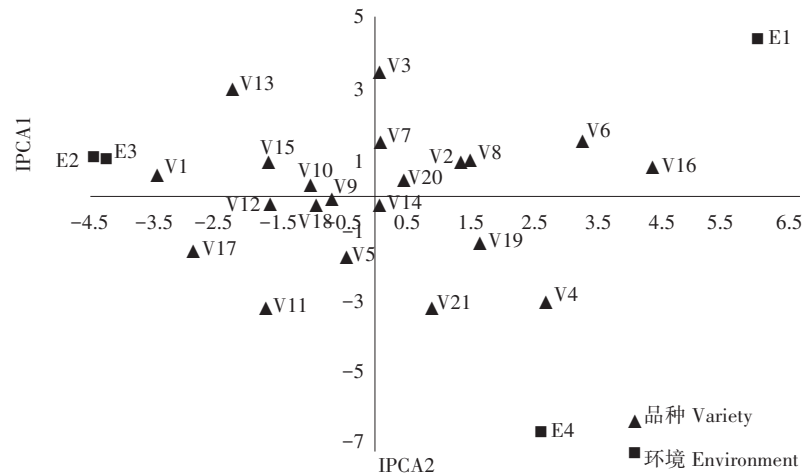


图2 铁含量AMMI2双标图
Figure 2 AMMI2 biplot of iron content

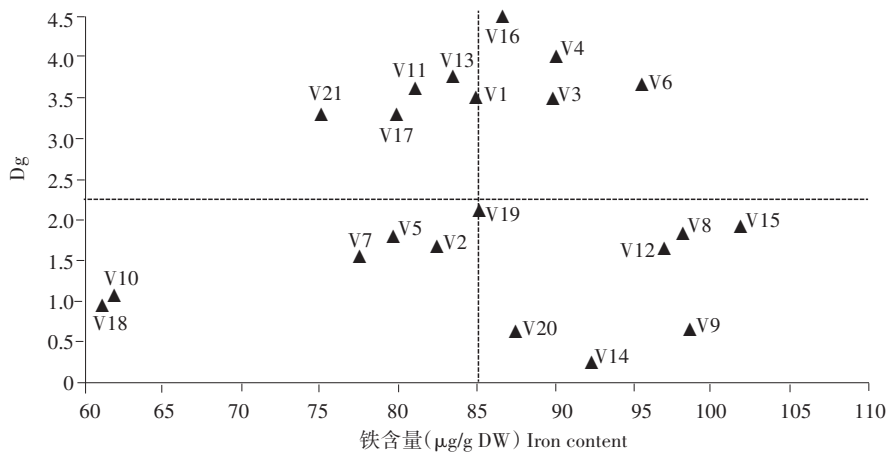


图3 铁含量与Dg的关系
Figure 3 Relationship between iron content and Dg

表4 马铃薯块茎铁含量广义遗传力(P = 0.95)

Table 4 Broad-sense heritability of iron content in potato tuber

项目 Item		铁 Iron
方差组分 Variance component	σ_G^2	71.02
	$\sigma_{G \times E}^2$	162.77
	σ_e^2	81.87
广义遗传力 Broad-sense heritability	H	0.61
	上限	0.82
	下限	0.24

均值为单位, 铁的95%置信区间为0.24~0.82, 广义遗传力估值为0.61。

3 讨 论

马铃薯在生物强化方面具有一定的优越性, 因其产量高, 并在某些地区, 特别是某些贫穷落后地区, 可作为主粮。另外, 马铃薯块茎含有其他主要粮食作物所没有的维生素C, 可促进铁元素的吸收。本试验21份材料铁含量变化为61.217~101.810 $\mu\text{g/g DW}$ 。Dalamu等^[17]对印第安13个品种(系)的铁含量进行评价, 变化为19.28~63.94 $\mu\text{g/g DW}$ 。Burgos等^[18]对6个栽培马铃薯的类群, 共37份材料通过两个地点进行了铁含量的评价, 变化为16.00~33.05 $\mu\text{g/g DW}$ 。Brown等^[19]在3个试验, 共36份材料对铁含量进行评价, 变化为16.10~62.60 $\mu\text{g/g DW}$ 。Haynes等^[20]以‘大西洋’为试验对照, 评价了17份四倍体和二倍体的杂种后代的铁含量, 变化为41.50~53.00 $\mu\text{g/g DW}$ 。廖虹等^[21]共评价了84份马铃薯品种(系)的铁含量, 变化为25.43~276.63 $\mu\text{g/g DW}$ 。综上得出, 马铃薯铁含量的变化范围大小不一, 这可能与试验材料的多少和试验材料的遗传背景有关。

Brown等^[19]发现, 在Western Regional Russet和Western Regional/Specialty/Red Skin两个试验中铁含量存在 $G \times E$ 互作。另外, 其他研究者亦发现铁含量存在 $G \times E$ 互作^[20-23], 本试验研究结果与他们的一致。但Brown等^[19]在Tri-State试验中没有发现 $G \times E$ 互作, 这可能与研究者所用的材料和试验地中的矿质元素含量的不同有关。这些研究结果表明, 在对马铃薯块茎中铁含量和稳定性进行评价时, 要进行多年多点的评价, 筛选出马铃薯块茎中铁含量高且表现稳定的马铃薯新品种。本试验马铃薯块茎中铁含量的稳定性分析采用AMMI模型, 两个IPCA轴共解释 $G \times E$ 交互作用的99.96%。本试验19份无性系中选出铁含量相对较高且表现稳定的无性系6份, 分别为‘N11-50-37’、‘N10-24-2’、‘H04-3-18’、‘H04-7-23’、‘N11-51-3’和‘N12-39-19’。

本试验估算马铃薯铁含量的广义遗传力0.61, 这与Brown等^[19]在Western Regional Russet和Western Regional/Specialty/Red Skin两个试验中估算马铃薯

铁含量广义遗传力0.64和0.76大小相近, 比Haynes等^[20]估计的马铃薯铁含量广义遗传力为0.49略大一点, 但都与零差异显著。Brown等^[19]在Tri-State试验中, 所估计的广义遗传力为0.00, 与零差异不显著。根据以上结果可以得出, 不同试验中马铃薯铁含量广义遗传力估值相差较大, 这可能与研究者所用的材料和试验地中矿质元素含量的不同有关。

马铃薯块茎铁含量变化范围较大且差异显著。马铃薯块茎铁含量 $G \times E$ 互作显著, 但仍然可以选出铁含量高且表现稳定的无性系。马铃薯铁含量的广义遗传力估值为0.61, 与零差异显著。根据前人研究结果与本试验研究结果认为, 采用杂交育种的方法筛选出铁含量高且稳定的马铃薯新品种是可行的。

[参 考 文 献]

- [1] Frossard E, Bucher M, Machler F, *et al.* Potential for increasing content and bioavailability of Fe, Zn and Ca in plants for human nutrition [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2000, 80(7): 861-879.
- [2] Nestel P, Bouis H E, Meenakshi J V, *et al.* Biofortification of staple food crops [J]. *Journal of Nutrition*, 2006, 136(4): 1064-1067.
- [3] Stein A J. Global impacts of human mineral malnutrition [J]. *Plant Soil*, 2010, 335: 133-154.
- [4] Amalberti R. Navigating safety: necessary compromises and trade-offs-theory and practice [M]. Heidelberg: Springer, 2013.
- [5] 赵丽云, 马冠生, 朴建华, 等. 2010-2012中国居民营养与健康状况监测总体方案 [J]. *中华预防医学杂志*, 2016, 50(3): 204-207.
- [6] Kassebaum N J, Jasrasaria R, Naghavi M, *et al.* A systematic analysis of global anemia burden from 1990 to 2010 [J]. *Blood*, 2014, 123(5): 1230.
- [7] 王艳萍. 富铁锌苜蓿芽的培育及营养价值评价 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2007.
- [8] 李隽丽. 微量元素铁的营养美容作用 [J]. *饮食科学*, 2019(6): 169.
- [9] 李辉, 白雅梅, 宋志军, 等. 马铃薯高世代无性系锌的稳定性及广义遗传力估算 [J]. *西南农业学报*, 2019, 32(8): 1701-1707.
- [10] Dalamu, Sharma J, Sharma V, *et al.* Evaluation of Indian potato germplasm for Iron and Zinc content [J]. *Indian Journal of Plant Genetic Resources*, 2017, 30(3): 232-236.
- [11] Andre C M, Evers D, Ziebel J, *et al.* *In vitro* bioaccessibility and

- bioavailability of Iron from potatoes with varying vitamin C, carotenoid, and phenolic concentrations [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2015, 63(41): 1135.
- [12] Warman P R, Havard K A. Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown potatoes and sweet corn [J]. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 1998, 68(3): 207-216.
- [13] Fairweather-Tait S J. Studies on the availability of iron in potatoes [J]. *British Journal of Nutrition*, 1983, 50(1): 15-23.
- [14] 王超. 马铃薯杂种后代产量及品质性状的差异与环境效应 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2014.
- [15] 唐启义, 冯明光. DPS 数据处理系统 - 实验设计、统计分析 & 数据挖掘 [M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [16] 李辉. 马铃薯高世代无性系矿质元素的稳定性及广义遗传力分析 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2019.
- [17] Dalamu, Sharma J, Kumar S, *et al.* Mineral content of red skinned potatoes of Eastern India [J]. *Journal of Horticultural Sciences*, 2019, 14(1): 79-82.
- [18] Burgos G, Amoros W, Morote M, *et al.* Iron and zinc concentration of native Andean potato cultivars from a human nutrition perspective [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2007, 87(4): 668-675.
- [19] Brown C R, Haynes K G, Moore M, *et al.* Stability and broadsense heritability of mineral content in potato: Iron [J]. *American Journal of Potato Research*, 2010, 87(4): 390-396.
- [20] Haynes K G, Yench G C, Clough M E, *et al.* Genetic variation for potato tuber micronutrient content and implications for biofortification of potatoes to reduce micronutrient malnutrition [J]. *American Journal of Potato Research*, 2012, 89(3): 192-198.
- [21] 廖虹, 郭华春, 刘艳. 云南省马铃薯品种(系)块茎营养品质评价 [J]. *西南农业学报*, 2013, 26(4): 1410-1415.
- [22] 黄越, 李帅兵, 石瑛. 马铃薯不同品种块茎矿质营养品质的差异 [J]. *作物杂志*, 2017(4): 33-37.
- [23] 潘峰. 马铃薯种质资源品质性状及利用价值的评价 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2019.

有望让您的马铃薯早出苗5天的好方法

呼伦贝尔市陈巴尔虎旗陈旗基地, 应用新加坡利农智慧植保喷种、沟施方案。2016年5月9日, 左边和右边的田块同一天播种, 应用了新加坡利农智慧植保喷种、沟施的田块, 比对照田出苗壮、出苗早, 并且成本低。

左侧:
应用
一般
方法
喷种、
沟施,
出苗
情况。



右侧:
应用
新加坡利农
智慧植保
喷种、
沟施方案,
早出苗、
苗壮。

如果您想让马铃薯更加优质高产, 请联系我们:

AGROLEX AGROLEX 新加坡利农 植保专线: 13701052546



智慧植保
更多应用技术
请扫二维码

地址: 北京市朝阳区光华路甲8号和乔大厦B座511A

电话: (010) 65816128

微信号: **AGROLEXGoodlife** 公众关注: 新加坡利农 网址: www.agrolex.com.cn

打农药要加柔水通, 增产要用斯德考普, 植物能源来自菲范, 智慧植保助您优质高产!