

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2021)03-0233-08

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2021.03.005

品种和产地对旱作马铃薯营养品质的影响

朱永永, 赵贵宾*, 熊春蓉, 李 星, 赵小文, 边彩燕, 陈 超

(甘肃省农业技术推广总站, 甘肃 兰州 730020)

摘 要: 为研究不同产地与不同品种对马铃薯品质的影响, 对7个不同马铃薯品种在甘肃省具有代表性的旱作农业县(区)(古浪县直滩乡、安定区香泉镇、渭源县会川镇、庄浪县通化乡和环县甜水镇)进行多点试验。方差分析结果显示, 品种和产地因素极显著影响马铃薯块茎干物质含量、粗蛋白含量, 品种×产地互作对马铃薯块茎干物质含量影响极显著, 对粗蛋白含量的影响不显著; 马铃薯块茎粗淀粉含量、维生素C含量受品种因素影响显著, 产地因素和品种×产地互作效应对其影响不显著; 产地因素显著影响马铃薯块茎中K含量、极显著影响Ca含量、Se含量, 品种因素和品种×产地互作对马铃薯块茎中K含量、Ca含量、Se含量影响不显著; 马铃薯块茎中Zn含量受产地因素影响极显著, 品种对马铃薯块茎中Zn含量的影响显著, 品种×产地互作效应对马铃薯块茎中Zn含量的影响不显著。研究结果可为提升马铃薯营养品质提供参考。

关键词: 马铃薯; 品种; 产地; 营养品质

Effects of Variety and Location on Nutrient Quality of Potato in Dryland

ZHU Yongyong, ZHAO Guibin*, XIONG Chunrong, LI Xing, ZHAO Xiaowen, BIAN Caiyan, CHEN Chao

(Gansu General Station of Agro-technology Extension, Lanzhou, Gansu 730020, China)

Abstract: The experiment involving seven varieties were conducted in five locations (Zhitan Township, Gulang County; Xiangquan Township, Anding District; Huichuan Township, Weiyuan County; Tonghua Township, Zhuanglang County; and Tianshui Township, Huanxian County) from representative dry farming areas in Gansu Province in order to investigate the effects of variety and location on the nutrient quality of potato. Variety and location had a highly significant effect on dry matter and crude protein contents of potato tubers, and the effect of variety × location interaction on the dry matter content was highly significant, but not significant on crude protein content. Variety had a significant effect on crude starch and vitamin C contents of potato tubers, but location and variety × location interaction had no significant influence. The location significantly affected K contents, and highly significantly affected Ca and Se contents in potato tubers, but varieties and variety × location interaction had no significant effect on K, Ca and Se contents in potato tubers. Location had highly significantly effect and variety had significant effect on Zn contents, but variety × location interaction had no significant effects. The results could provide references for improving the nutritional quality of potato.

Key Words: potato; variety; location; nutrient quality

收稿日期: 2020-12-07

基金项目: 2014年农业生物技术研发项目(GNSW-2014-25); 2015年农业生物技术研发项目(GNSW-2015-30); HarvestPlus Program (2014H8326.GGS); 甘肃富锌马铃薯生产技术与应用项目(GNKJ-2021-25); 甘肃省马铃薯绿色高效创建综合配套技术集成与应用项目(GNKJ-2021-26)。

作者简介: 朱永永(1980-), 男, 硕士, 推广研究员, 主要从事马铃薯栽培技术与示范推广。

*通信作者(Corresponding author): 赵贵宾, 推广研究员, 主要从事旱作农业技术与示范推广, E-mail: gsnjznxt@163.com。

甘肃省作为马铃薯主要产区之一^[1], 2019年种植面积68.4万hm², 总产鲜薯1 203万t。马铃薯是保障甘肃省粮食安全的重要作物, 也是脱贫增收的重要产业。近年来随着人们生活水平的提高, 对马铃薯的营养品质要求越来越高。探讨品种和产地因素对马铃薯营养品质的影响至关重要。从马铃薯块茎干物质、粗淀粉、维生素C、粗蛋白、全钾、钙、锌和硒含量8个方面对马铃薯营养品质进行综合分析评价, 研究不同产地与不同品种对马铃薯营养品质的影响, 为今后提升马铃薯营养品质提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验设计

1.1.1 试验材料

试验马铃薯品种分别为‘新大坪’‘甘引1号’‘青薯9号’‘庄薯3号’‘陇薯3号’‘陇薯8号’和‘定薯1号’, 种薯级别为原种。

1.1.2 试验地点

试验于2017年(5~10月)和2018年(5~10月)设在甘肃省中东部的5个具有代表性的旱作农业县(区), 分别是古浪县直滩乡、安定区香泉镇、渭源县会川镇、庄浪县通化乡、环县甜水镇。

1.1.3 试验方法

试验为两因素随机区组设计, 因素分别为品种和地点。小区面积33 m², 3次重复。前茬种植玉米, 玉米收获后对土地进行深松、旋耕, 结合旋耕, 施过磷酸钙(P₂O₅ 12%) 25 kg/667m², 尿素(N 46%) 10 kg/667m², 农家肥2 000 kg/667m²作为土壤基础肥力补偿。栽培方式为全膜垄作侧播栽培技术。

1.2 测定方法

收获后选择健壮、无病害的马铃薯块茎进行营养品质分析。

7个马铃薯品种测定的营养品质指标分别为: 干物质、粗淀粉、维生素C、粗蛋白、全钾、钙、锌和硒含量。干物质含量采用烘干恒重法测定, 粗淀粉含量采用酸水解-旋光法测定; 维生素C含量采用2,6-二氯酚靛酚滴定法测定; 粗蛋白含量采用凯氏法测定; 全钾、钙、锌含量采用酸溶-原子吸收分光光度法测定, 硒含量采用原子荧光光谱法和电感耦合等离子体质谱法测定^[2]。

1.3 数据分析

试验数据取2017和2018年两年测定相关指标的平均值, 采用Excel 2007整理、运用SPSS 21.0软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 品种和产地对马铃薯块茎干物质含量的影响

马铃薯块茎中的干物质含量变幅是192.82~311.20 g/kg, 其中干物质含量最高的是庄浪县通化乡种植的‘陇薯8号’, 达到了311.20 g/kg, 干物质含量最低的是环县甜水镇种植的‘定薯1号’, 为192.82 g/kg, 品种间变异系数最大的是‘新大坪’(12.57%)、最小的是‘甘引1号’(5.42%), 产地间变异系数最大的是环县甜水镇(12.84%), 最小的是古浪县直滩乡(6.59%)。通过方差分析可以看出, 品种因素和产地因素均极显著影响马铃薯块茎中干物质含量, 品种×产地互作极显著影响马铃薯块茎中干物质的含量(表1)。

2.2 品种和产地对马铃薯块茎粗蛋白含量的影响

马铃薯块茎中的粗蛋白含量的变幅为8.23~21.22 g/kg, 安定区香泉镇种植的‘新大坪’粗蛋白含量高, 达到21.22 g/kg, 古浪县直滩乡种植的‘青薯9号’粗蛋白含量最低, 为8.23 g/kg, 其中变异系数最大的品种是‘青薯9号’, 为23.96%, 最小的是‘定薯1号’, 为9.07%, 古浪县直滩乡马铃薯粗蛋白含量变异系数最大, 为19.05%, 最小的是安定区香泉镇, 为8.57%。通过方差分析可以看出, 品种因素和产地因素对马铃薯块茎粗蛋白含量影响达到极显著水平, 品种×产地互作对马铃薯块茎中粗蛋白含量的影响不显著(表2)。

2.3 品种和产地对马铃薯块茎粗淀粉含量的影响

马铃薯块茎中的粗淀粉含量的变幅为134.20~198.50 g/kg, 7个品种中粗淀粉含量最高的是庄浪县通化乡种植的‘甘引1号’, 达到198.50 g/kg, 安定区香泉镇种植的‘新大坪’粗淀粉含量最低, 为134.20 g/kg, 变异系数最大的品种是‘新大坪’达到4.77%, 变异系数最小的品种是‘青薯9号’, 为1.66%, 环县甜水镇马铃薯粗淀粉含量变异系数最大(13.16%), 渭源县会川镇马铃薯粗淀粉含量变异系数最小(9.71%)。通过方差分析可以看出, 品种因素对马铃薯块茎粗淀

表1 不同品种、不同产地马铃薯块茎干物质含量方差分析

Table 1 Analysis of variance of dry matter content in tubers of different varieties and different locations

品种/产地	因素	平均值(g/kg)	变幅(g/kg)	变异系数(%)
Variety and location	Factor	Average	Range	CV
品种 Variety	新大坪	253.69 ± 31.90 ab	217.67 ~ 288.20	12.57
	甘引1号	265.19 ± 14.37 a	220.48 ~ 283.51	5.42
	青薯9号	236.20 ± 28.41 ab	194.84 ~ 271.87	12.03
	庄薯3号	249.40 ± 30.43 ab	206.75 ~ 290.96	12.20
	陇薯3号	235.69 ± 20.33 ab	201.95 ~ 254.39	8.63
	陇薯8号	269.68 ± 23.50 a	254.60 ~ 311.20	8.71
	定薯1号	222.49 ± 17.67 b	192.82 ~ 236.00	7.94
产地 Location	古浪县直滩乡	256.03 ± 16.88 ab	236.00 ~ 284.32	6.59
	安定区香泉镇	246.93 ± 17.36 ab	228.63 ~ 257.18	7.03
	渭源县会川镇	244.25 ± 17.57 b	220.48 ~ 263.37	7.19
	庄浪县通化乡	271.74 ± 28.68 a	235.27 ~ 311.20	10.56
	环县甜水镇	218.42 ± 28.04 c	192.82 ~ 262.41	12.84
方差分析 ANOVA	品种	**		
	产地	**		
	品种 × 产地	**		

注: 同一因素内处理平均值后标有不同小写字母表达差异达0.05水平显著, Duncan's新复极差法。**表示0.01水平显著。

Note: Treatment means within the same factor followed by different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level of probability as tested using Duncan's multiple range test method. ** indicates highly significant difference at 0.01 level of probability.

表2 不同品种、不同产地马铃薯块茎粗蛋白含量方差分析

Table 2 Analysis of variance of crude protein content in tubers of different varieties and different locations

品种/产地	因素	平均值(g/kg)	变幅(g/kg)	变异系数(%)
Variety and location	Factor	Average	Range	CV
品种 Variety	新大坪	16.56 ± 2.84 ab	13.75 ~ 21.22	17.14
	甘引1号	17.84 ± 3.77 a	11.14 ~ 19.64	21.15
	青薯9号	13.24 ± 3.17 b	8.23 ~ 16.47	23.96
	庄薯3号	16.78 ± 2.39 ab	14.70 ~ 19.55	14.24
	陇薯3号	15.91 ± 1.79 ab	13.33 ~ 18.38	11.28
	陇薯8号	14.93 ± 2.37 ab	13.17 ~ 18.33	15.98
	定薯1号	15.29 ± 1.39 ab	13.95 ~ 17.07	9.07
产地 Location	古浪县直滩乡	12.75 ± 2.43 c	8.23 ~ 15.82	19.05
	安定区香泉镇	18.61 ± 1.59 a	16.47 ~ 21.22	8.57
	渭源县会川镇	16.82 ± 2.11 ab	14.30 ~ 19.55	12.56
	庄浪县通化乡	15.27 ± 2.08 bc	12.31 ~ 18.72	13.60
	环县甜水镇	15.45 ± 2.19 bc	13.17 ~ 19.92	14.18
方差分析 ANOVA	品种	**		
	产地	**		
	品种 × 产地	ns		

注: 同一因素内处理平均值后标有不同小写字母表示差异达0.05水平显著, Duncan's新复极差法。**表示0.01水平显著, ns表示差异不显著。

Note: Treatment means within the same factor followed by different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level of probability as tested using Duncan's multiple range test method. ** indicates highly significant difference at 0.01 level of probability, and ns indicates no significance.

粉含量影响显著, 产地因素对马铃薯块茎粗淀粉含量的影响不显著, 品种×产地互作对马铃薯块茎粗淀粉含量无显著影响(表3)。

2.4 品种和产地对马铃薯块茎维生素C含量的影响

马铃薯块茎中维生素C含量的变幅是86.07~190.08 mg/kg, 品种间变异系数最大的品种是‘新大坪’, 最小的是‘陇薯3号’, 产地间变异系数最大的是古浪县直滩乡, 最小的是庄浪县通化乡。方差分析结果显示, 品种因素对马铃薯块茎中维生素C含量有显著影响, 产地因素对马铃薯块茎中维生素C含量影响不显著, 品种×产地互作对马铃薯块茎维生素C含量影响不显著(表4)。

2.5 品种和产地对马铃薯块茎K含量的影响

马铃薯块茎K含量的变幅是7.48~20.30 g/kg。在5个不同产地的马铃薯样品中, 庄浪县通化乡马铃薯块茎K含量平均值最低, 为7.48 g/kg, 环县甜水镇的马铃薯块茎K含量平均值最高, 为20.30 g/kg, 品种间变异系数最大的是‘青薯9号’达到35.94%,

‘定薯1号’最小, 为23.20%, 古浪县直滩乡马铃薯K含量变异系数最大, 为15.57%, 最小的是渭源县会川镇为4.37%。方差分析结果表明, 产地因素对马铃薯块茎中K含量影响显著, 品种因素对马铃薯块茎中K含量影响不显著, 品种×产地互作对马铃薯块茎中K含量影响不显著(表5)。

2.6 品种和产地对马铃薯块茎Ca含量的影响

马铃薯块茎Ca含量的变幅是0.10~0.55 g/kg, 品种间变异系数最大的品种是‘青薯9号’, 最小的是‘陇薯8号’, 产地间变异系数最大的是渭源县会川镇, 最小的是安定区香泉镇; 经过方差分析发现, 产地因素对马铃薯块茎中Ca含量的影响极显著, 品种因素、品种×产地互作对马铃薯块茎中Ca含量的影响不显著(表6)。

2.7 品种和产地对马铃薯块茎Zn含量的影响

马铃薯块茎中Zn含量的变幅是6.20~13.37 mg/kg, 环县甜水镇种植的‘青薯9号’块茎的Zn含量最高, 达到13.37 mg/kg, 渭源县会川镇种植的‘陇薯3号’

表3 不同品种、不同产地马铃薯块茎粗淀粉含量方差分析

Table 3 Analysis of variance of crude starch content in tubers of different varieties and different locations

品种/产地 Variety and location	因素 Factor	平均值(g/kg) Average	变幅(g/kg) Range	变异系数(%) CV
品种 Variety	新大坪	142.10 ± 6.78 e	134.20 ~ 152.80	4.77
	甘引1号	193.40 ± 4.94 a	187.30 ~ 198.50	2.55
	青薯9号	156.84 ± 2.61 d	152.40 ~ 158.60	1.66
	庄薯3号	149.44 ± 4.63 d	142.80 ~ 155.60	3.10
	陇薯3号	167.84 ± 5.65 c	161.30 ~ 172.80	3.37
	陇薯8号	180.78 ± 7.56 b	171.20 ~ 188.70	4.18
	定薯1号	150.32 ± 5.45 d	142.10 ~ 156.70	3.63
产地 Location	古浪县直滩乡	162.60 ± 19.77 a	142.60 ~ 190.30	12.16
	安定区香泉镇	159.79 ± 19.43 a	134.20 ~ 192.60	12.16
	渭源县会川镇	163.24 ± 15.85 a	141.20 ~ 187.30	9.71
	庄浪县通化乡	164.03 ± 19.24 a	142.10 ~ 198.30	11.73
	环县甜水镇	165.14 ± 21.74 a	139.70 ~ 198.50	13.16
方差分析 ANOVA	品种	*		
	产地	ns		
	品种×产地	ns		

注: 同一因素内处理平均值后标有不同小写字母表示差异达0.05水平显著, Duncan's新复极差法。*表示0.05水平显著, ns表示差异不显著。

Note: Treatment means within the same factor followed by different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level of probability as tested using Duncan's multiple range test method. * indicates significant difference at 0.05 level of probability, and ns indicates no significance.

表4 不同品种、不同产地马铃薯块茎维生素C含量方差分析

Table 4 Analysis of variance of vitamin C content in tubers of different varieties and different locations

品种/产地	因素	平均值(mg/kg)	变幅(mg/kg)	变异系数(%)
Variety and location	Factor	Average	Range	CV
品种 Variety	新大坪	160.90 ± 23.03 ab	136.23 ~ 189.87	14.31
	甘引1号	174.80 ± 12.09 a	162.66 ~ 190.08	6.92
	青薯9号	136.62 ± 14.00 c	117.41 ~ 155.64	10.25
	庄薯3号	155.08 ± 14.07 b	134.83 ~ 172.29	9.07
	陇薯3号	125.43 ± 6.47 c	118.66 ~ 134.09	5.16
	陇薯8号	126.45 ± 8.46 c	114.95 ~ 132.90	6.69
	定薯1号	97.19 ± 11.15 d	86.07 ~ 114.42	11.48
产地 Location	古浪县直滩乡	130.17 ± 29.85 a	86.07 ~ 185.30	22.93
	安定区香泉镇	135.65 ± 25.14 a	97.86 ~ 168.32	18.53
	渭源县会川镇	141.51 ± 29.32 a	99.01 ~ 180.50	20.72
	庄浪县通化乡	149.96 ± 27.70 a	114.42 ~ 189.87	18.47
	环县甜水镇	140.19 ± 29.97 a	88.62 ~ 190.08	21.38
方差分析 ANOVA	品种	*		
	产地	ns		
	品种 × 产地	ns		

注: 同一因素内处理平均值后标有不同小写字母表示差异达0.05水平显著, Duncan's新复极差法。*表示0.05水平显著, ns表示差异不显著。

Note: Treatment means within the same factor followed by different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level of probability as tested using Duncan's multiple range test method. * indicates significant difference at 0.05 level of probability, and ns indicates no significance.

表5 不同品种、不同产地马铃薯块茎K含量方差分析

Table 5 Analysis of variance of K content in tubers of different varieties and different locations

品种/产地	因素	平均值(g/kg)	变幅(g/kg)	变异系数(%)
Variety and location	Factor	Average	Range	CV
品种 Variety	新大坪	12.22 ± 3.99 a	7.48 ~ 17.47	32.67
	甘引1号	11.41 ± 3.77 a	7.85 ~ 17.79	33.07
	青薯9号	12.30 ± 4.42 a	8.68 ~ 19.37	35.94
	庄薯3号	12.59 ± 3.71 a	9.21 ~ 18.67	29.50
	陇薯3号	12.72 ± 4.36 a	9.50 ~ 20.30	34.30
	陇薯8号	11.94 ± 3.72 a	9.85 ~ 18.58	31.17
	定薯1号	12.59 ± 2.92 a	9.66 ~ 17.16	23.20
产地 Location	古浪县直滩乡	12.42 ± 1.93 b	9.82 ~ 14.81	15.57
	安定区香泉镇	11.24 ± 0.78 bc	10.07 ~ 12.27	6.97
	渭源县会川镇	9.79 ± 0.43 cd	9.21 ~ 10.41	4.37
	庄浪县通化乡	9.34 ± 1.37 d	7.48 ~ 10.93	14.62
	环县甜水镇	18.47 ± 1.11 a	17.16 ~ 20.30	6.01
方差分析 ANOVA	品种	ns		
	产地	*		
	品种 × 产地	ns		

注: 同一因素内处理平均值后标有不同小写字母表示差异达0.05水平显著, Duncan's新复极差法。*表示0.05水平显著, ns表示差异不显著。

Note: Treatment means within the same factor followed by different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level of probability as tested using Duncan's multiple range test method. * indicates significant difference at 0.05 level of probability, and ns indicates no significance.

表6 不同品种、不同产地马铃薯块茎Ca含量方差分析

Table 6 Analysis of variance of Ca content in tubers of different varieties and different locations

品种/产地	因素	平均值(g/kg)	变幅(g/kg)	变异系数(%)
Variety and location	Factor	Average	Range	CV
品种 Variety	新大坪	0.23 ± 0.11 a	0.13 ~ 0.41	46.00
	甘引1号	0.24 ± 0.12 a	0.14 ~ 0.45	49.98
	青薯9号	0.28 ± 0.16 a	0.16 ~ 0.55	56.72
	庄薯3号	0.27 ± 0.13 a	0.12 ~ 0.42	47.99
	陇薯3号	0.22 ± 0.10 a	0.11 ~ 0.37	43.77
	陇薯8号	0.21 ± 0.09 a	0.10 ~ 0.33	41.55
	定薯1号	0.22 ± 0.10 a	0.15 ~ 0.39	46.55
产地 Location	古浪县直滩乡	0.18 ± 0.03 bc	0.15 ~ 0.22	17.20
	安定区香泉镇	0.24 ± 0.02 b	0.20 ~ 0.27	8.84
	渭源县会川镇	0.24 ± 0.08 b	0.16 ~ 0.39	32.24
	庄浪县通化乡	0.42 ± 0.07 a	0.33 ~ 0.55	16.68
	环县甜水镇	0.13 ± 0.03 c	0.11 ~ 0.17	20.24
方差分析 ANOVA	品种	ns		
	产地	**		
	品种 × 产地	ns		

注: 同一因素内处理平均值后标有不同小写字母表示差异达0.05水平显著, Duncan's新复极差法。**表示0.01水平显著, ns表示差异不显著。

Note: Treatment means within the same factor followed by different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level of probability as tested using Duncan's multiple range test method. ** indicates highly significant difference at 0.01 level of probability, and ns indicates no significance.

表7 不同品种、不同产地马铃薯块茎Zn含量方差分析

Table 7 Analysis of variance of Zn content in tubers of different varieties and different locations

品种/产地	因素	平均值(mg/kg)	变幅(mg/kg)	变异系数(%)
Variety and location	Factor	Average	Range	CV
品种 Variety	新大坪	8.61 ± 1.22 ab	7.56 ~ 10.56	14.15
	甘引1号	11.01 ± 1.98 a	8.68 ~ 13.10	17.98
	青薯9号	8.78 ± 2.67 ab	7.20 ~ 13.37	30.36
	庄薯3号	10.98 ± 1.57 a	8.85 ~ 12.75	14.31
	陇薯3号	8.95 ± 2.85 ab	6.20 ~ 12.69	31.85
	陇薯8号	8.11 ± 1.19 b	7.03 ~ 9.58	14.71
	定薯1号	8.83 ± 1.84 ab	6.71 ~ 11.61	20.80
产地 Location	古浪县直滩乡	8.69 ± 2.04 b	6.80 ~ 12.75	23.41
	安定区香泉镇	9.66 ± 1.94 ab	7.60 ~ 13.10	20.06
	渭源县会川镇	7.81 ± 1.64 b	6.20 ~ 11.10	21.04
	庄浪县通化乡	8.86 ± 1.91 b	7.15 ~ 12.70	21.55
	环县甜水镇	11.60 ± 1.28 a	9.58 ~ 13.37	11.05
方差分析 ANOVA	品种	*		
	产地	**		
	品种 × 产地	ns		

注: 同一因素内处理平均值后标有不同小写字母表示差异达0.05水平显著, Duncan's新复极差法。*和**分别表示0.05和0.01水平显著, ns表示差异不显著。

Note: Treatment means within the same factor followed by different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level of probability as tested using Duncan's multiple range test method. * and ** indicates significant difference at 0.05 level and highly significant difference at 0.01 level of probability, respectively, and ns indicates no significance.

块茎的Zn含量最低, 为6.20 mg/kg, 品种间变异系数最大的是‘陇薯3号’(31.85%)、最小的是‘新大坪’(14.15%), 产地间变异系数最大的是古浪县直滩乡(23.41%), 最小的是环县甜水镇(11.05%)。通过方差分析可以看出, 产地对马铃薯块茎中Zn含量的影响极显著, 品种对马铃薯块茎中Zn含量的影响显著, 品种×产地互作效应对马铃薯块茎中Zn含量的影响不显著(表7)。

2.8 品种和产地对马铃薯块茎Se含量的影响

马铃薯块茎中Se含量变幅是0.63~3.09 mg/kg, 其

中Se含量最高的是古浪县直滩乡种植的‘甘引1号’, 达到了3.09 mg/kg, Se含量最低的是安定区香泉镇种植的‘庄薯3号’, 为0.63 mg/kg, 变异系数最大的品种是‘甘引1号’, 为44.72%, 最小的是‘陇薯8号’为27.26%, 安定区香泉镇马铃薯Se含量变异系数最大, 为35.25%, 最小的是环县甜水镇, 为20.82%。方差分析结果显示, 产地因素对马铃薯块茎中Se含量影响极显著, 品种因素、品种×产地互作效应对马铃薯块茎中Se含量影响并不显著(表8)。

表 8 不同品种、不同产地马铃薯块茎Se含量方差分析
Table 8 Analysis of variance of Se content in tubers of different varieties and different locations

品种/产地	因素	平均值(mg/kg)	变幅(mg/kg)	变异系数(%)
Variety and location	Factor	Average	Range	CV
品种	新大坪	1.34 ± 0.43 a	0.75 ~ 1.75	32.09
	甘引1号	1.98 ± 0.88 a	0.65 ~ 3.09	44.72
	青薯9号	1.88 ± 0.76 a	1.17 ~ 3.07	40.38
	庄薯3号	1.83 ± 0.69 a	0.63 ~ 2.29	37.57
	陇薯3号	2.06 ± 0.57 a	1.29 ~ 2.73	27.71
	陇薯8号	1.80 ± 0.49 a	1.39 ~ 2.34	27.26
	定薯1号	1.60 ± 0.46 a	0.88 ~ 2.17	28.96
产地	古浪县直滩乡	2.44 ± 0.54 a	1.75 ~ 3.09	22.09
	安定区香泉镇	1.00 ± 0.35 c	0.63 ~ 1.49	35.25
	渭源县会川镇	1.72 ± 0.36 b	1.17 ~ 2.29	21.08
	庄浪县通化乡	1.89 ± 0.47 ab	1.25 ~ 2.50	24.62
	环县甜水镇	1.87 ± 0.39 ab	1.17 ~ 2.34	20.82
方差分析	品种	ns		
ANOVA	产地	**		
	品种×产地	ns		

注: 同一因素内处理平均值后标有不同小写字母表示差异达0.05水平显著, Duncan's新复极差法。**表示0.01水平显著, ns表示差异不显著。
Note: Treatment means within the same factor followed by different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level of probability as tested using Duncan's multiple range test method. ** indicates highly significant difference at 0.01 level of probability, and ns indicates no significance.

3 讨 论

不同马铃薯品种的营养品质在组成上的差异除了本身的特性影响外, 还受到种植地区的栽培技术、土壤环境和气候等因素的影响。刘喜平等^[3]在宁夏4个不同生态条件下对4个马铃薯的干物质含量进行了分析, 研究结果表明干物质含量主要受品种因素影响。本试验研究发现, 品种因素和产地因素

共同影响了马铃薯块茎干物质含量。白建明等^[4]对6个马铃薯品种的研究表明, 品种是马铃薯淀粉产量最重要的影响因素。门福义等^[5]研究指出, 马铃薯块茎淀粉含量可作为马铃薯高淀粉育种早期选择和品质鉴定的参考指标。刘梦芸和蒙美莲^[6]研究指出, 块茎淀粉含量与块茎皮层厚度呈显著正相关。本试验结果显示粗淀粉含量受品种因素影响大于受产地因素的影响。因此分析影响马铃薯淀粉含量的因素可

以为马铃薯育种者提供决策。马铃薯块茎中含有大量的维生素C, 影响马铃薯维生素C含量的因素很多^[7]。品种不同维生素C含量也不同^[8-10]。本试验结果表明, 马铃薯块茎中的维生素C含量受品种因素影响显著, 产地因素对其无影响, 所以在研究如何提高马铃薯块茎维生素C含量的时候应该更加注重不同品种之间的影响。马铃薯块茎中矿物质元素含量的测定可以为人们的合理饮食提供依据^[11,12]。参考《中国食物成分表》中马铃薯矿质营养的含量标准^[13], 本结果马铃薯块茎Ca、Zn和Se的含量偏高, 可能是栽培环境条件不同造成的结果。Wang等^[14]、杜彩艳等^[15]研究表明pH升高增加土壤对锌的吸附。Kratzke和Palta^[16]、李文霞等^[17]的研究结果表明, 通过施用钙肥, 显著增加马铃薯块内钙含量。研究发现作物施硒可以显著提高作物体内有机硒含量^[18-21]。本试验结果表明, 马铃薯块茎中的Ca、Zn和Se的含量主要受不同产地的影响。通过对种植区域土壤营养元素分析的同时结合栽培技术的提升可以增加马铃薯块茎的矿质元素的含量。

[参 考 文 献]

- [1] 肖国举, 仇正跻, 张峰举, 等. 增温对西北半干旱区马铃薯产量和品质的影响[J]. 生态学报, 2015, 35(3): 830-836.
- [2] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- [3] 刘喜平, 陈彦云, 任晓月, 等. 不同生态条件下不同品种马铃薯还原糖、蛋白质、干物质含量研究[J]. 河南农业科学, 2011, 40(11): 100-103.
- [4] 白建明, 杨琼芬, 杨万林, 等. 马铃薯产量和淀粉产量与品种及栽培措施的关系[J]. 中国马铃薯, 2006, 20(3): 160-162.
- [5] 门福义, 郭淑敏, 刘梦芸, 等. 马铃薯高淀粉生理基础的研究—块茎淀粉含量与植株若干生理特性[J]. 马铃薯杂志, 1993, 7(1): 1-6.
- [6] 刘梦芸, 蒙美莲. 光周期对马铃薯块茎形成的影响及对激素的调节[J]. 马铃薯杂志, 1994, 8(4): 193-197.
- [7] 吕文河, 白雅梅. 马铃薯块茎中的维生素C[J]. 马铃薯杂志, 1994, 8(2): 105-106.
- [8] 张永成, 田丰. 不同生态环境马铃薯维生素C含量分析[J]. 种子, 2006, 25(12): 24-27.
- [9] 闫海峰, 许娟, 李韦柳, 等. 广西冬作区不同马铃薯品种(系)品质比较与综合评价[J]. 南方农业学报, 2017, 48(2): 246-251.
- [10] Liu J A, Ren Y, Wang G P, *et al.* Effect of steaming on vitamin retention in tubers from eight cultivars of potato (*Solanum tuberosum* L.) [J]. Applied Sciences, 2021, 11(8): 3669.
- [11] 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.
- [12] 王潇, 张伟, 白雅梅, 等. 二倍体马铃薯富利亚和窄刀薯杂种块茎中铁和锌的含量及广义遗传力[J]. 作物杂志, 2014(4): 59-64.
- [13] 杨月欣. 中国食物成分表[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2009.
- [14] Wang A S, Angle J S, Chaney R L, *et al.* Soil pH effects on uptake of Cd and Zn by *Thlaspi caerulescens* [J]. Plant and Soil, 2006, 281(1): 325-337.
- [15] 杜彩艳, 祖艳群, 李元. pH和有机质对土壤中镉和锌生物有效性影响研究[J]. 云南农业大学学报, 2005, 20(4): 539-543.
- [16] Kratzke M G, Palta J P. Calcium accumulation in potato tubers: Role of the basal roots [J]. HortScience, 1986, 21(4): 1022-1024.
- [17] 李文霞, 张昕, 石瑛, 等. 外源钙对马铃薯形态、生理、产量与品质性状的影响[J]. 东北农业大学学报, 2015, 46(7): 1-8.
- [18] 施和平, 张英聚, 刘振声. 番茄对硒的吸收、分布和转化[J]. 植物学报, 1993, 35(7): 541-546.
- [19] 段咏新, 傅庭治, 傅家瑞. 硒在大蒜体内的生物富集及其抗氧化作用[J]. 园艺学报, 1997, 24(4): 343-347.
- [20] 王永勤, 曹家树, 李建华, 等. 施硒对大蒜产量和含硒量的影响[J]. 园艺学报, 2001, 28(5): 425-429.
- [21] 郭孝, 李明, 介晓磊, 等. 基施硒肥对苜蓿产量和微量元素含量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18(5): 1235-1242.