

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2019)01-0008-07

几个加工型马铃薯品种主要品质形成的比较

石 瑛*, 单洪波, 邵宇新, 陈若男, 潘 峰, 魏峭嵘, 张丽莉

(东北农业大学农学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘 要: 以加工型马铃薯品种‘东农310’、‘东农314’、‘东农317’和‘大西洋’为材料, 从块茎形成至淀粉积累期进行多次取样, 比较几个品种的主要品质形成过程, 探求块茎干物质、淀粉和粗蛋白含量的变化特性, 以期为特定品种的优质丰产栽培提供参考。结果表明, 随生育进程推进, 几个加工型品种的干物质、淀粉和粗蛋白含量均极显著增加, 整体表现为干物质含量呈单峰曲线、峰值出现在生育中期, 淀粉含量在生育后期进入平台期, 粗蛋白含量持续增加、在生育后期最高。‘东农310’的干物质、淀粉和粗蛋白含量均随生育进程推进而持续增加; ‘东农314’的干物质、淀粉和粗蛋白含量呈单峰曲线, 峰值出现在生育中期; ‘东农317’的干物质和粗蛋白含量呈单峰曲线、峰值出现在生育中期, 淀粉含量持续增加; 对照品种‘大西洋’的干物质和淀粉含量呈单峰曲线、峰值出现在生育中期, 粗蛋白含量持续增加。生育后期‘东农310’的干物质、淀粉含量均显著高于其他品种; ‘东农310’、‘东农314’和‘大西洋’的粗蛋白含量差异不显著, ‘东农317’的粗蛋白含量显著低于‘东农314’和‘大西洋’。

关键词: 马铃薯; 品质; 干物质; 淀粉; 粗蛋白

Comparison in Main Quality Traits for Several Processing Potato Varieties

SHI Ying*, SHAN Hongbo, TAI Yuxin, CHEN Ruonan, PAN Feng, WEI Qiaorong, ZHANG Lili

(College of Agronomy, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China)

Abstract: The processing potato varieties, 'Dongnong 310', 'Dongnong 314', 'Dongnong 317' and 'Atlantic', were sampled at stages of tuber formation to starch accumulation. The main quality formation process of the varieties was compared, and the variation characteristics of dry matter, starch and crude protein contents in tubers were investigated in order to provide reference for high-quality and high-yield cultivation of a specific variety. With the development of growth process, the dry matter, starch and crude protein contents of the processing varieties increased significantly. As a whole, the dry matter content showed a single peak curve, and the peak appeared in the mid-growth stage. Starch contents entered the plateau stage in the late growth stage, while crude protein contents continued to increase and reached the highest in the late growth stage. The contents of dry matter, starch and crude protein in 'Dongnong 310' increased continuously with the development of growth process; the dry matter, starch and crude protein contents of 'Dongnong 314' showed a single peak curve, and the peak appeared in the middle growth stage; the dry matter and crude protein contents of 'Dongnong 317' showed a single peak curve, the peak appeared in the mid-growth stage, and the starch contents continued to increase. The dry matter and starch contents of the 'Atlantic' showed a single peak curve, the peak appeared in the middle growth stage, and the crude protein contents continued to increase. The dry

收稿日期: 2018-10-20

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金资助(CARS-9)资助。

作者简介: 石瑛(1971-), 女, 副研究员, 从事马铃薯育种及栽培研究。

*通信作者(Corresponding author): 石瑛, E-mail: yshi@mail.neau.edu.cn。

matter and starch contents of 'Dongnong 310' were significantly higher than those of other varieties at the later growth stage. The crude protein contents of 'Dongnong 310', 'Dongnong 314' and 'Atlantic' were not significantly different, while the crude protein contents of 'Dongnong 317' were significantly lower than those of 'Dongnong 314' and 'Atlantic'.

Key Words: potato; quality; dry matter; starch; crude protein

马铃薯加工利用的主要方向有淀粉(粉条、粉皮和粉丝)和食品加工(全粉、炸片和炸条),加工对马铃薯品种的外观和部分品质性状有一定的要求:薯形好、芽眼浅,块茎大小均匀,内外部缺陷、病害和损伤少,干物质含量适宜^[1]。其中块茎的干物质含量是加工关注的重要品质指标,干物质含量的高低关系到加工产品的质量与产量。干物质含量高则油炸食品的含油量低,加工过程中消耗的能源少、产品产量高,但干物质含量过高生产的薯片会偏“硬”,影响食用风味和口感。马铃薯品种的干物质含量为20%~25%、还原糖含量低于0.4%时,可用做全粉或炸片加工的原料薯^[2]。中国马铃薯主产区用于全粉或炸片加工的原料薯品种多为‘大西洋’,该品种为美国育成,块茎干物质含量高、还原糖含量低、加工品质好,但品种对环境的适应性稍欠缺,易感病毒、退化快,对晚疫病抗性差,所需栽培管理措施复杂,导致生产种植的成本偏高,特别是在晚疫病常发区,种植风险极大。近年来,国内马铃薯加工型品种选育工作蓬勃开展,淀粉加工专用型、全粉和炸片专用型品种选育的数量逐年增加,云南等产区在薯片加工上已经开始应用自主选育的加工型品种^[3]。

东北马铃薯产区马铃薯加工比例偏低,淀粉加工原料薯多采用鲜薯食用型品种,如‘克新13号’和‘延薯4号’等,全粉和炸片加工原料薯均用‘大西洋’。试验采用课题组近年自主选育的加工型马铃薯新品种,与目前全粉和炸片加工主栽品种‘大西洋’相比,研究新品种的干物质、淀粉和粗蛋白含量主要品质形成的特点,为新品种的推广应用及优质丰产栽培提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为加工型马铃薯品种4个,分别为

‘大西洋’(CK,炸片、全粉)、“东农310”(淀粉、全粉)、“东农314”(炸片、全粉)、“东农317”(淀粉、全粉),二级种薯。

1.2 试验方法

试验地设在黑龙江省哈尔滨市香坊区向阳乡东北农业大学实验实习基地,试验地前茬为大豆。田间采用随机区组设计,3次重复。8行区,行长6 m,行距0.8 m,株距0.3 m,每行种植20株。整薯播种。施肥量为尿素(N 46%)5 kg/667m²,磷酸氢二铵(N 46%, P₂O₅ 46%)10 kg/667m²,硫酸钾(K₂O 50%)5 kg/667m²,马铃薯播种时作种肥施入。生育期间采用正常田间管理。2017年4月28日播种,9月13日收获。

1.3 品质性状测定

块茎形成后(盛花期开始)对块茎取样,取样区设在小区中部,每次取样间隔时间为14 d,共计5次,实际取样时间为6月27日、7月11日、7月25日、8月9日和8月23日,每个重复每次取样3株,烘干后粉碎混匀,测定干物质、淀粉和粗蛋白含量。

干物质含量:采用烘干前后称重法。淀粉含量:采用碘量法。粗蛋白含量:采用凯氏定氮法^[4,5]。

1.4 数据测定

对各个取样时期不同品种的干物质、淀粉和粗蛋白含量按二因素随机区组试验的统计分析方法进行方差分析和差异显著性测验(SSR法)^[6],依据干物质、淀粉和粗蛋白含量均值绘制成图(Excel 2003)。

2 结果与分析

2.1 品质性状差异分析

对参试品种块茎发育不同时期的干物质、淀粉和蛋白质含量进行方差分析,结果列表1。几个品种的块茎淀粉含量差异显著、块茎干物质和粗蛋白

含量差异极显著, 品种间品质性状的差异表现为粗蛋白含量 > 干物质含量 > 淀粉含量。各生育时期的块茎干物质、淀粉和粗蛋白含量差异均极显著, 不同时期品质性状的差异表现为淀粉含量 > 粗蛋

白含量 > 干物质含量。块茎干物质、淀粉和粗蛋白含量在品种与生育时期存在极显著交互, 交互效应差异表现为淀粉含量 > 粗蛋白含量 > 干物质含量。

表1 品质性状方差分析
Table 1 Analysis of variance on quality traits

变异来源 Source of variation	自由度 DF	F		
		干物质 Dry matter	淀粉 Starch	粗蛋白 Crude protein
品种间 Variety	3	15.22**	3.75*	23.02**
时期 Stage	4	101.38**	534.24**	166.42**
品种 × 时期 Variety × stage	12	6.09**	20.19**	15.16**

注: *表示差异显著, **表示差异极显著。

Note: * indicate significant difference, ** indicate highly significant difference.

将各品质性状在品种和时期间的多重比较结果列表2。从各品种全生育期的平均表现可见, ‘大西洋’、‘东农310’和‘东农317’的干物质含量极显著高于‘东农314’, ‘大西洋’和‘东农310’的淀粉含量显著高于‘东农314’和‘东农317’, ‘大西洋’的粗蛋白含量极显著高于其他品种, ‘东农

310’和‘东农314’的粗蛋白含量显著高于‘东农317’。块茎干物质、淀粉和粗蛋白含量均随生育进程推进极显著增加, 干物质含量的形成呈单峰曲线、峰值出现在生育中期, 淀粉含量的形成在生育后期进入平台期, 粗蛋白含量则持续增加、在生育后期最高。

表2 品质性状多重比较
Table 2 Multiple comparisons on quality traits

因素 Factor	水平 Level	干物质(g/100g FW) Dry matter	淀粉(g/100g FW) Starch	粗蛋白(g/100g FW) Crude protein
品种 Variety	大西洋 Atlantic	21.41 aA	16.70 aA	1.62 aA
	东农310 Dongnong 310	21.97 aA	16.62 aA	1.53 bB
	东农314 Dongnong 314	19.24 bB	16.02 bA	1.49 bBC
	东农317 Dongnong 317	21.22 aA	16.01 bA	1.43 cC
时期(D/M) Stage	27/06	15.63 dD	7.95 dD	1.14 dD
	11/07	19.72 cC	15.33 cC	1.42 cC
	25/07	23.96 aA	18.88 bB	1.66 bB
	09/08	23.62 aA	20.03 aA	1.65 bB
	23/08	21.87 bB	19.49 abAB	1.73 aA

注: 各性状小写字母表示0.05水平差异显著性, 大写字母表示0.01水平差异显著性。下同。

Note: Small and capital letters of each trait indicate different significance at 0.05 and 0.01 level. The same below.

2.2 各生育时期品种间的品质性状比较

将不同生育时期各品种的品质性状比较结果列表3。6月27日处于块茎形成初期,‘大西洋’、‘东农317’和‘东农310’的块茎干物质含量差异未达极显著水平,‘东农314’的干物质含量略低;‘东农310’的块茎淀粉含量最高、显著高于其他品种,‘东农317’和‘大西洋’的淀粉含量次之,‘东农314’的淀粉含量最低、显著低于其他品种;4个品种的粗蛋白含量均存在显著差异,由高到低依次为‘东农310’>‘东农317’>‘大西洋’>‘东农314’。7月11日进入块茎膨大期,‘东农310’的干物质含量显著高于其他品种,其他品种间差异不显著;‘东农310’和‘东农317’的淀粉含量差异不显著,极显著高于‘大西洋’和‘东农314’;‘东农310’的粗蛋白含量最高、极显著高于‘东农314’和‘东农317’,‘大西洋’的粗蛋白含量最低,极显著低于其他品种。7月25日取

样,‘东农310’的干物质和淀粉含量均显著低于其他品种;‘东农314’和‘东农317’的粗蛋白含量显著高于‘大西洋’和‘东农310’。8月9日取样时,‘东农310’和‘大西洋’的干物质含量高,‘东农314’和‘东农317’的干物质含量稍低,‘东农310’与‘大西洋’的干物质含量差异不显著、但显著高于‘东农317’和‘东农314’;‘大西洋’和‘东农314’的淀粉含量显著高于‘东农310’和‘东农317’;‘东农314’的粗蛋白含量显著低于其他品种。8月23日取样时块茎已进入淀粉积累中后期,品种间干物质含量差异显著,‘东农310’的干物质含量最高,‘东农317’和‘大西洋’的干物质含量次之,‘东农314’的干物质含量最低;‘东农310’的淀粉含量显著高于其他品种;‘大西洋’、‘东农310’和‘东农314’的粗蛋白含量差异不显著;‘东农317’的粗蛋白含量显著低于‘大西洋’和‘东农314’,与‘东农310’差异不显著。

表3 不同生育时期品质性状比较

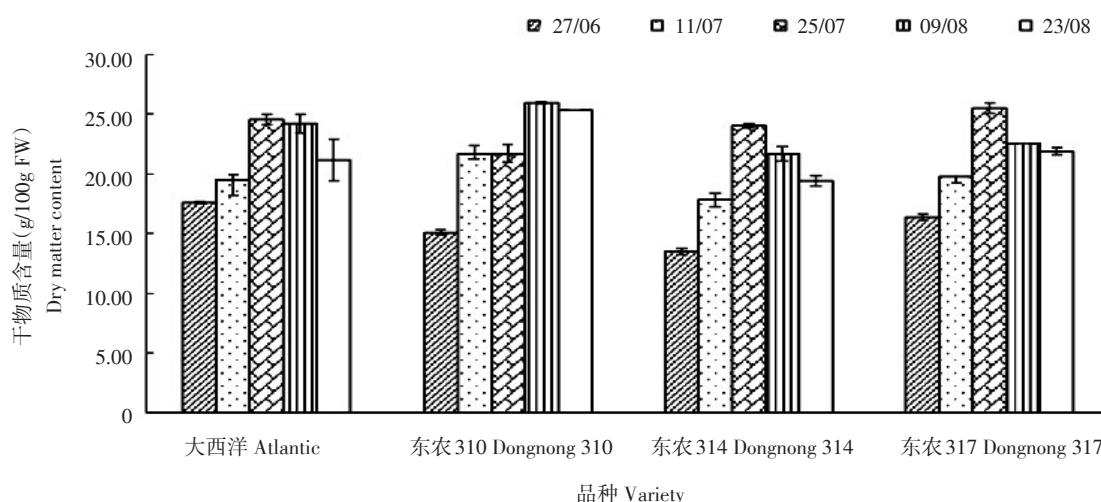
Table 3 Multiple comparisons for quality traits at different growth stages

时期(D/M) Stage	品种 Variety	干物质(g/100g FW) Dry matter	淀粉(g/100g FW) Starch	粗蛋白(g/100g FW) Crude protein
27/06	大西洋 Atlantic	17.56 aA	7.96 bB	1.05 cBC
	东农310 Dongnong 310	15.11 bcAB	10.01 aA	1.44 aA
	东农314 Dongnong 314	13.50 cB	5.45 cC	0.92 dC
	东农317 Dongnong 317	16.35 abA	8.39 bAB	1.16 bB
11/07	大西洋 Atlantic	19.54 bAB	13.42 bB	1.18 cC
	东农310 Dongnong 310	21.72 aA	16.91 aA	1.63 aA
	东农314 Dongnong 314	17.85 bB	14.36 bB	1.41 bB
	东农317 Dongnong 317	19.76 bAB	16.61 aA	1.47 bB
25/07	大西洋 Atlantic	24.58 aA	20.96 aA	1.50 bB
	东农310 Dongnong 310	21.72 bB	15.94 cC	1.58 bB
	东农314 Dongnong 314	24.03 aAB	19.89 abAB	1.82 aA
	东农317 Dongnong 317	25.51 aA	18.74 bB	1.73 aA
09/08	大西洋 Atlantic	24.23 abAB	22.19 aA	1.67 aA
	东农310 Dongnong 310	25.96 aA	19.58 bB	1.71 aA
	东农314 Dongnong 314	21.71 cB	20.97 aAB	1.51 bB
	东农317 Dongnong 317	22.59 bcB	17.39 cC	1.68 aA
23/08	大西洋 Atlantic	21.13 bBC	18.98 bA	1.76 aA
	东农310 Dongnong 310	25.32 aA	20.67 aA	1.74 abA
	东农314 Dongnong 314	19.42 cC	19.13 bA	1.78 aA
	东农317 Dongnong 317	21.89 bB	18.90 bA	1.64 bA

2.3 各品种不同生育时期的品质变化

依据各品种不同生育时期的品质性状结果绘制图1~3。‘东农310’的干物质、淀粉和粗蛋白含量均随生育进程推进而持续增加；干物质含量的变幅为15.11~25.96 g/100g FW，从7月11日起干物质含量均超过20 g/100g FW，从8月9日起干物质含量均超过25 g/100g FW；淀粉含量的变幅为10.01~20.67 g/100g FW，从8月9日起淀粉含量均超过18 g/100g FW；粗蛋白含量的变幅为1.44~1.74 g/100g FW，从8月9日起粗蛋白含量均超过1.7 g/100g FW。‘东农314’的干物质、淀粉和粗蛋白含量呈单峰曲线；干物质含量的变幅为13.50~24.03 g/100g FW，7月25日的干物质含量最高；淀粉含量的变幅为5.45~20.97 g/100g FW，从7月25日起淀粉含量均超过18 g/100g FW，8月9日的淀粉含量最高；粗蛋白含量的变幅为0.92~1.82 g/100g FW，7月25日的粗蛋

白含量最高。‘东农317’的干物质和粗蛋白含量呈单峰曲线，淀粉含量随生育进程推进而持续增加；干物质含量的变幅为16.35~25.51 g/100g FW，7月25日的干物质含量最高，此后的干物质含量均超过20%；淀粉含量的变幅为8.39~18.90 g/100g FW，从7月25日起淀粉含量均超过17 g/100g FW，8月23日的淀粉含量最高；粗蛋白含量的变幅为1.16~1.73 g/100g FW，7月25日的粗蛋白含量最高。对照品种‘大西洋’的干物质和淀粉含量呈单峰曲线，粗蛋白含量随生育进程推进而持续增长；干物质含量的变幅为17.56~24.58 g/100g FW，7月25日的干物质含量最高，此后的干物质含量均超过20 g/100g FW；淀粉含量的变幅为7.96~22.19 g/100g FW，从7月25日起淀粉含量均超过18 g/100g FW，8月9日的淀粉含量最高；粗蛋白含量的变幅为1.05~1.76 g/100g FW，8月23日的粗蛋白含量最高。



误差线为标准误。下同。

Error bar is standard error. The same below.

图1 不同生育时期干物质含量变化

Figure 1 Change in dry matter content for varieties tested at different growth stages

3 讨论

马铃薯是收获块茎的作物，其“源”与“库”的关系协调，不像禾谷类作物周期长且需要经历复杂的过程，能够在生育早期直接将光合作用同化产物输送到块茎中，可以节约能量消耗，其在单

位时间和单位土地面积上的碳水化合物和蛋白质等的产出率高^[7]。本课题组围绕马铃薯的淀粉含量开展过不同生态区域表现的相关研究^[8-10]，也针对不同类型品种开展过产量与品质形成的研究^[11,12]，但未进行过加工型品种多个主要品质性状形成的相关研究。本试验采用自育的3个加工型马铃薯新

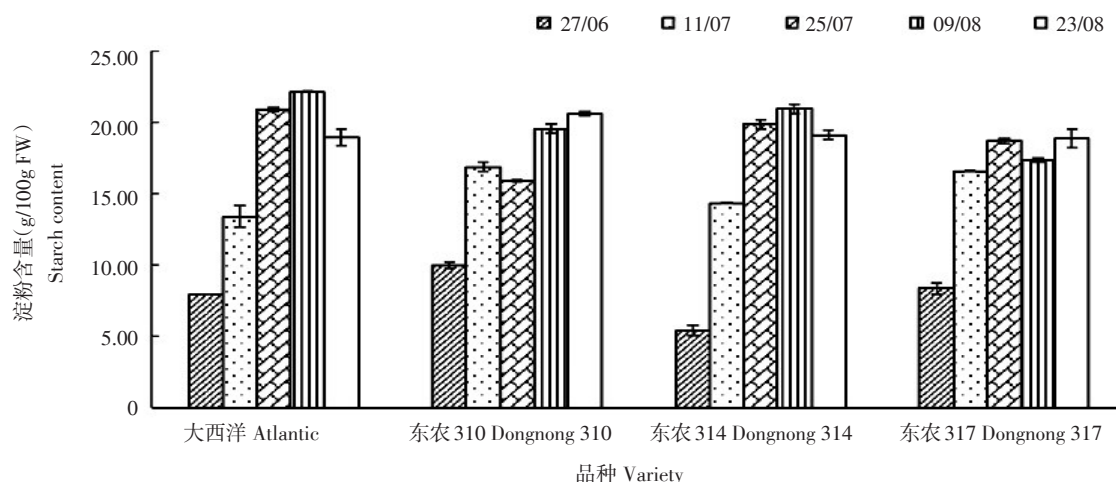


图2 不同生育时期淀粉含量变化

Figure 2 Change in starch content for varieties tested at different growth stages

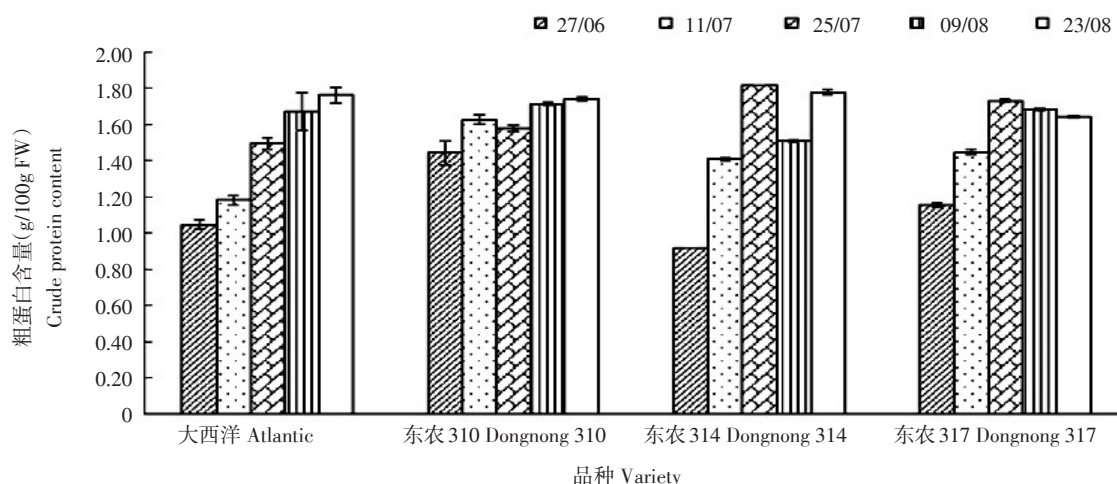


图3 不同生育时期粗蛋白含量变化

Figure 3 Change in crude protein content for varieties tested at different growth stages

品种与同类型主栽品种‘大西洋’进行比较,在块茎形成、膨大和淀粉积累各时期进行样品采集,分析块茎干物质、淀粉和粗蛋白含量,试图了解各品种主要品质的形成特点。‘东农310’为已经审定推广的加工型品种,其干物质和淀粉含量高,丰产性和抗病性好^[13];‘东农314’和‘东农317’是以‘大西洋’为母本新育成的加工型品种,干物质含量较高、还原糖含量低,适于炸片和全粉加工。

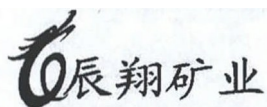
试验所用的参试品种虽为同一类型,但各品质性状在品种间仍存在显著差异,且在品质形成过程

中各具特点。随着生育进程推进,整体表现为各品质指标均极显著增加,干物质含量在生育中期的7月25日即达到高峰值,淀粉含量在稍后的8月9日也随之进入平台期,粗蛋白含量在生育偏后期的8月23日仍持续增加;在块茎形成初期的6月27日,各品种的干物质含量变幅为13.50~17.56 g/100g FW,即已处于较高水平,仅部分品种间有一定差异;但品种的淀粉含量变幅为5.45~10.01 g/100g FW,品种间差异显著,排序为‘东农310’>‘东农317’≈‘大西洋’>‘东农314’;粗蛋白含量变幅为0.92~

1.44 g/100g FW, 品种间差异显著, 含量为‘东农310’>‘东农317’>‘大西洋’>‘东农314’; 可见在块茎形成早期, ‘东农310’的淀粉和粗蛋白的积累就显著快于其他品种。到8月23日块茎淀粉积累中后期, 各品种的干物质含量变幅19.42~25.32 g/100g FW, 排序为‘东农310’>‘东农317’≈‘大西洋’>‘东农314’; 淀粉含量变幅18.90~20.67 g/100g FW, ‘东农310’显著高于其他品种; 粗蛋白含量变幅1.64~1.78 g/100g FW, 品种间含量差异较小。‘东农310’的各品质组分形成时期早, 整个生育期持续积累, 取样期内各品质组分均未出现明显峰值; ‘东农314’的各品质组分峰值出现早, 其干物质含量显著偏低; ‘东农317’的淀粉含量未出现明显峰值; ‘大西洋’的粗蛋白含量持续积累。可见参试品种均具有独特的品质形成特性, 在针对品种进行试验、示范和推广的过程中, 应注意结合其各自的生理特性进行养分管理与栽培技术配套, 保证品种的产量并发挥其品质优势, 实现品种生产的丰产与优质。

[参 考 文 献]

- [1] 黑龙江省农业科学院. 中国马铃薯栽培学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.
- [2] 孙慧生. 马铃薯育种学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [3] 姚春光, 白建明, 李燕山. 富锌薯片加工型马铃薯新品种“云薯304”的选育 [C]//屈冬玉, 陈伊里. 马铃薯产业与脱贫攻坚. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2018: 254-256.
- [4] 张永成, 田丰. 马铃薯试验研究方法 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2007: 166-169.
- [5] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [6] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其DPS数据处理系统 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [7] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [8] 宿飞飞, 石瑛, 梁晶, 等. 不同马铃薯品种淀粉含量、淀粉产量及淀粉组成的评价 [J]. 中国马铃薯, 2006, 20(1): 16-18.
- [9] 刘凯, 张琦琦, 石瑛, 等. 不同生态条件下马铃薯品种的淀粉含量分析 [J]. 中国马铃薯, 2008, 22(2): 85-87.
- [10] 张立菲, 秦昕, 石瑛, 等. 马铃薯不同品种产量及淀粉含量的差异比较 [J]. 中国马铃薯, 2008, 22(4): 216-218.
- [11] 石瑛, 卢福顺, 王冬雪. 几个马铃薯品种产量及品质形成的差异 [J]. 中国马铃薯, 2012, 26(1): 1-4.
- [12] 石瑛, 马丽美, 魏峭嵘, 等. 东北地区6个马铃薯品种产量与品质形成的差异性分析 [C]//陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业与农村区域发展. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2013: 282-287.
- [13] 石瑛, 单洪波, 汤立阳, 等. 几个马铃薯品种在钾处理下的产量及干物质含量 [C]//屈冬玉, 陈伊里. 马铃薯产业与精准扶贫. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2017: 353-357.



辰翔矿业有限公司

专业生产马铃薯育种——膨胀蛭石

河北灵寿县辰翔矿业有限公司位于河北省石家庄市灵寿县, 是一家专业生产蛭石片、膨胀蛭石、珍珠岩的企业, 已有30多年的发展历史。辰翔公司根据马铃薯育种特点, 研发了育种专用膨胀蛭石。本公司生产的马铃薯专用膨胀蛭石性价比高, 已在国内十几家马铃薯育种公司应用, 并得到一致好评。本公司蛭石产品型号齐全, 也可根据客户需求订制生产。

如果您对我们的产品感兴趣, 欢迎致电联系, 索要资料、样品。

联系人: 薛刚 15613123526、15833992815

地 址: 河北省石家庄市灵寿县燕川工业区

电 话: 0311-82616100(传真)