

甘肃省旱作区 10 个炸片马铃薯品系品质表现分析

余斌¹, 刘娟¹, 黄锐², 袁剑龙³, 叶夕苗³, 段惠敏³

(1. 甘肃省干旱生境作物学重点实验室, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃农业大学农学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要:炸片是马铃薯重要的加工产品。对 10 个马铃薯品系进行田间农艺性状评价, 并分析 4 ℃低温储藏 60 d 后块茎中蔗糖、葡萄糖、果糖、游离氨基酸含量以及鲜薯块茎和炸片色泽的变化。结果表明, 低温储藏(4 ℃) 60 d, 不同品系还原糖含量显著不同。品系 0724-11、0722-46、0724-8 油炸后薯片表面色泽鲜亮均匀, ΔE 值变化小且块茎糖含量和游离氨基酸含量较低, 炸片加工性状优良。

关键词: 马铃薯; 旱作区; 炸片加工; 品质性状

中图分类号: S532 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)08-0053-07

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.08.011

Quality Performance Analysis of 10 Chip-processing Potato Lines in Dry Farming Regions of Gansu Province

YU Bin¹, LIU Juan¹, HUANG Rui², YUAN Jianlong³, YE Ximiao³, DUAN Huiming³

(1. Gansu Provincial Key Laboratory of Aridland Crop Science, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 3. College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: Chip-processing is the main important potato processing products. 10 potato lines were selected for agronomic characteristic evaluation, the content of sucrose, glucose, fructose and free amino acids in tubers and the color changes of fresh potato tubers and fried chips were analyzed after being stored at low temperature for 60 d. The results indicated that the reducing sugar content of different potato lines was significantly different in low temperature storage (4 ℃) 60 d. The potato chips of 0724-11, 0722-46 and 0724-8 lines have bright color after frying, ΔE -value changes little and tuber sugar content and free amino acid content is low, the chip-processing potato have excellent processing properties.

Key words: Potato; Dry farming regions; Chip-processing potato; Quality traits

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)属茄科茄属多年生草本植物, 具有高产、适应性强、分布广、营养丰富^[1]、耐储藏等特点, 是宜菜、宜饲和宜做工业原料的作物^[2]。马铃薯是新世纪我国最有发展前景的高产经济作物之一^[3], 同时为仅次于小麦、玉米、水稻

的第四大粮食作物^[4]。甘肃省大部分地区气候凉爽, 日照充足, 昼夜温差大, 适于马铃薯生长发育, 是全国马铃薯生产大省, 尤其在中部干旱山区马铃薯已成为当地主要种植作物^[5]。目前甘肃马铃薯用途正由鲜食型向加工型转变^[6]。但是由于甘肃省马铃薯深加

收稿日期: 2019-03-17

基金项目: 甘肃省干旱生境作物学重点实验室开放基金(GSCS-2016-09); 甘肃省科技厅中小企业创新基金项目(17CX2JA041); 甘肃省高等学校科研项目(2015A-068)。

作者简介: 余斌(1982—), 男, 甘肃兰州人, 助理研究员, 主要从事马铃薯育种及品质加工的研究工作。联系电话: (0)13893634676。Email: yubin@gsau.edu.cn。

工起步较晚, 以前育种目标主要集中在产量和抗病性上, 对于加工专用型品种的内在品质和外观品质研究很少, 因此甘肃省乃至全国市场急需马铃薯加工专用型品种, 特别是油炸加工型品种^[7]。目前生产上大量应用的专用加工型品种主要为国外育成的品种大西洋、夏波蒂和布尔班克等, 这些品种品质好, 但抗旱性和适应性差, 对栽培条件要求高^[8], 而甘肃省是典型的旱作农业区, 全省 70% 的耕地是山旱地, 马铃薯种植地区大部分属于干旱和半干旱区域, 选育适宜甘肃省旱作区种植的加工专用型品种已迫在眉睫。

我们以马铃薯普通栽培种大西洋 (Atlantic) 为对照, 通过对 10 个马铃薯杂交无性系进行田间农艺性状选择及评价, 在 4 °C 低温贮藏 60 d 后对炸片品质以及块茎中还原糖含量、游离氨基酸含量、抗坏血酸含量等品质性状进行分析, 以期筛选出适宜的马铃薯炸片品系, 并为炸片加工型马铃薯新品种的选育提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

2017—2018 年连续 2 a 在定西市五竹镇进行田间试验, 试验地地处 104° 08' 02" E, 35° 03' 32" N, 海拔 2 182 m, 年均降水量 650 mm, 年均气温 4.7 °C, 无霜期 130 d。是典型的干旱半干旱地区。

1.2 供试材料

供试马铃薯品系为 0724-8、0707-64、0708-81、0722-26、0722-46、0724-11、0724-58、0725-47、0726-116、0726-203, 以大西洋 (Atlantic) 为对照品种, 均由甘肃省作物遗传改良与种质创新重点实验室提供。

1.3 试验方法

供试材料分小区种植, 每小区 2 垄, 单垄双行, 每行种 10 株, 株距为 0.3 m, 垄距为 0.8 m, 每小区间隔 1.0 m 走廊, 3 次重复。参照《马铃薯实验研究方法》^[9], 对供试

材料的株高、主茎数、单株产量、单株块茎数、单株商品薯数、单株商品薯重、薯型、薯肉颜色、干物质含量和淀粉含量进行测定分析。选择大小均匀, 无机械损伤和病虫害的成熟块茎作为材料, 置于相对湿度 (80 ± 5)%、4 °C 黑暗储藏 60 d 后取样, 测定相关生理生化指标及炸片品质。

1.3.1 淀粉含量的测定 采用比重法^[10]。收获 7 d 内将块茎洗净、晾干 (或擦干), 按单株取块茎样品 (A), 浸入 17.5 °C 的水中称重 (B), 要使块茎全淹没在水中, 并防止块茎碰到容器壁。先求出块茎比重。块茎比重 (D) = 块茎在空气中重量 (A) / (块茎在空气中重量 (A) - 块茎在水中重量 (B)), 再利用 D 值查美尔凯表 (Mepker), 获得淀粉含量。

1.3.2 干物质含量测定 采用烘干前后称重法。将新鲜材料切碎, 在 100 ~ 105 °C 的电热恒温鼓风干燥箱 (恒丰 SFG-OZB) 内烘 30 min, 然后降温至 60 ~ 70 °C 继续烘 14 ~ 16 h, 直至恒重, 称重。干物质 (%) = (干样重 / 鲜样重) × 100%。

1.3.3 糖含量测定 参照 Ohara-Takada 方法^[11]。称取马铃薯块茎 2 g, 溶于 20 mL 80% (v/v) 乙醇中, 80 °C 水浴提取 1 h, 10 000 r/min 离心 20 min。取上清液真空干燥并溶解于 5 mL 蒸馏水中, 经 0.2 μm 滤膜过滤, 用高效液相色谱仪 (Agilent 1100 series, Amide-80 色谱柱) 测定滤液中蔗糖、果糖和葡萄糖含量。

1.3.4 游离氨基酸含量测定 游离氨基酸含量的测定采用茚三酮显色法。称取新鲜马铃薯块茎 0.5 ~ 1.0 g 于研钵中, 加入 5 mL 10% 乙酸, 研磨匀浆后用蒸馏水稀释至 25 mL, 混匀, 用干滤纸过滤到三角瓶中备用。加样品滤液 1 mL、无氨蒸馏水 1 mL、水合茚三酮 3 mL、抗坏血酸 0.1 mL 于干燥试管中, 混匀后沸水浴 15 min。迅速流水冷却并不时摇动, 使加热时形成的红色被空气逐渐氧化而褪

去, 当呈现蓝紫色时用 60%乙醇定容至 20 mL, 摇匀后在 570 nm 波长下测定其吸光度。

1.3.5 炸片色泽测定 块茎洗净后, 先用去皮机(Maxcare Mco135)去皮, 然后用切片机(robot coupe CL 50E)切成厚 1.0 ~ 1.5 mm 的薄片, 冷水清洗, 晾干薯片表面的水分, 放入 180 °C 恒温炸锅(汇利HY-82)中炸 1 min (使用棕榈油)。采用美国 Hunter Lab D25LT 标准色差仪 D65 光源下测定亨特指数(L 、 a 、 b), L 、 a 、 b 是基于人类色感的三度色彩空间, 其中正负 L 值分别代表亮和暗, 正负 a 值分别代表红和绿, 正负 b 值分别代表黄和蓝。其总色差 ΔE 可由下述公式得出。

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L)^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2}$$

其中 L_0 、 a_0 和 b_0 代表处理前测得的值, L 、 a 、 b 代表处理后测得的值。

1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 2007 和 SPSS 17.0 统计软件进行数据处理分析。

2 结果与分析

2.1 农艺性状

从表 1 可以看出, 不同马铃薯品种(系)的株高、单株产量、单株商品薯重、干物质含量和淀粉含量存在差异。干物质含量 Atlantic 和 0724-8、0722-26、0725-47、

0726-203 之间无显著差异, 但均高于其余品系。淀粉含量 0707-64、0724-8、0724-11、0726-116、0722-46、0726-203 均显著高于 Atlantic。0722-46 的单株产量 200 g、单株商品薯重 200 g、干物质含量 200.1 g/kg, 均为最低。

2.2 块茎蔗糖和还原糖含量

通过图 1 可以看出, 0707-64、0726-116 的块茎蔗糖含量显著高于其余品种(系); 0726-203、0724-58 块茎的蔗糖含量显著低于其余品种(系)。0726-116 的葡萄糖含量显著高于其余品种(系)。0708-81、0707-64 葡萄糖含量显著高于 Atlantic; 0722-26、0725-47 和 Atlantic 之间无显著差异, 但均高于其余品系; 0726-203、0728-58 的葡萄糖含量较低。Atlantic 和 0726-116 的果糖含量均大于 4 mg/g, 显著高于其余品系。0722-46、0724-8、0708-81、0707-64、0722-26、0725-47 的果糖含量为 1 ~ 3 mg/g, 0724-58、0726-203、0724-11 的果糖含量低于 1 mg/g, 并显著低于其余品种(系); 0724-58 的果糖含量最低。综合比较, 参试马铃薯品种(系)以 0726-116 的块茎葡萄糖、果糖、蔗糖含量均为最高, 并显著高于其余品种(系)。0726-203、0724-58 块茎的蔗糖、葡萄糖、

表 1 10 个马铃薯品系的主要性状

品种(系)	株高/cm	主茎数/条	单株产量/(g/株)	单株块茎数/(g/株)	单株商品薯数/个	单株商品薯重/g	薯形	薯肉色	干物质含量/(g/kg)	淀粉含量/(g/kg)
Atlantic	50 c	2	472 b	6	5	435 c	圆形	白色	221.9 a	196 c
0724-8	50 c	2	482 b	6	5	467 b	圆形	淡黄	212.2 abcd	212 b
0707-64	45 d	1	550 a	7	5	519 a	圆形	淡黄	208.8 bcde	219 ab
0708-81	55 b	2	560 a	6	5	528 a	圆形	黄色	201.9 cde	175 d
0722-26	45 d	1	428 c	6	5	400 e	圆形	黄色	216.6 ab	187 cd
0722-46	40 e	1	200 d	4	4	200 f	圆形	黄色	200.1 e	231 a
0724-11	65 a	3	424 c	8	7	407 de	圆形	白	201.1 de	223 ab
0724-58	45 d	1	480 b	7	5	400 e	圆形	浅	200.3 e	189 cd
0725-47	50 c	2	493 b	6	5	420 cde	圆形	黄	212.4 abcd	176 d
0726-116	60 a	3	568 a	6	5	532 a	圆形	浅黄	206.8 bcde	234 a
0726-203	55 b	2	478 b	8	6	426 cd	圆形	白色	213.3 abc	226 ab

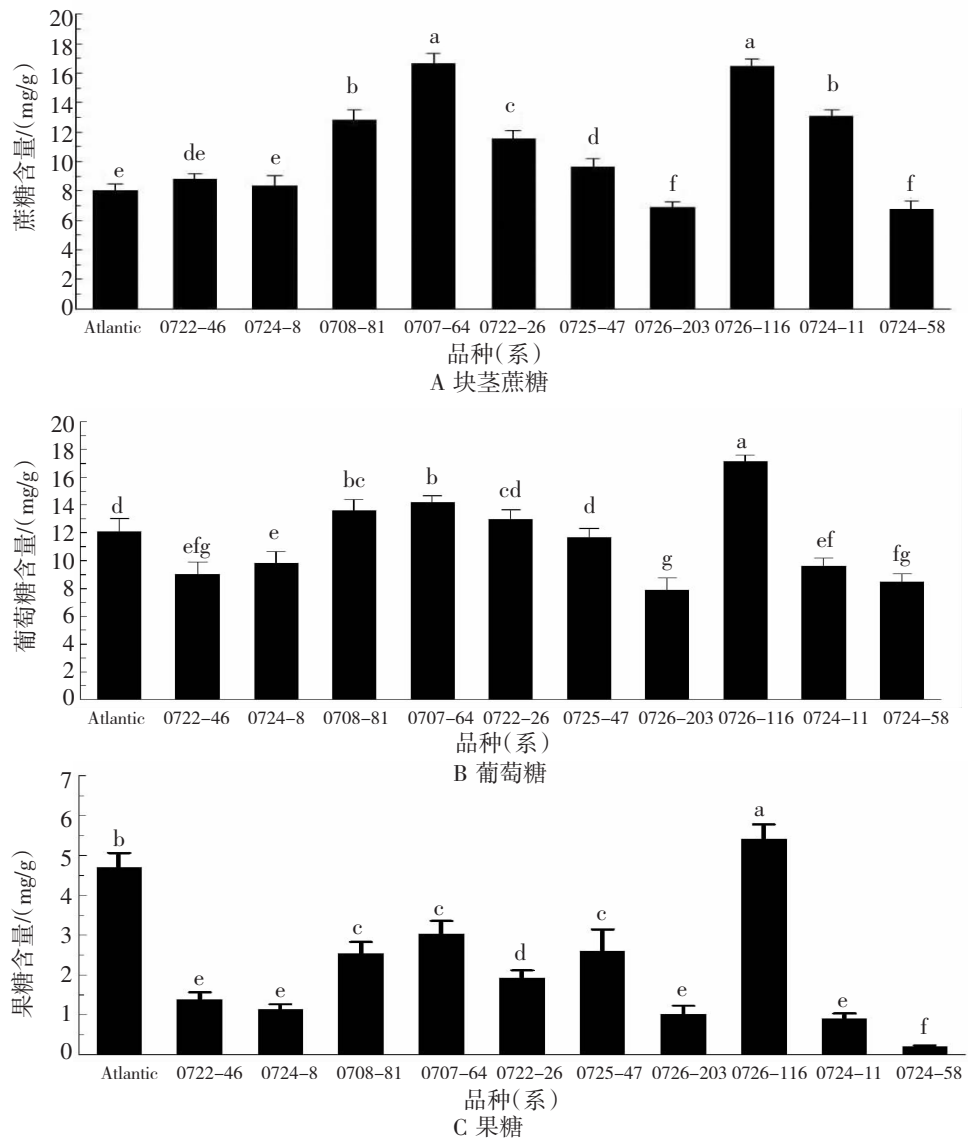


图1 10个马铃薯品系的块茎蔗糖、葡萄糖和果糖

果糖含量均低于 Atlantic。

2.3 块茎游离氨基酸含量

从图 2 可以看出, 0722-26 块茎游离氨基酸含量最高, 大于 $50 \mu\text{mol/g}$, 显著高于其余品种(系); Atlantic、0725-47、0708-81 均与 0726-116、0722-46 之间差异不显著, 显著高于 0724-8、0707-64、0726-203、0724-11、0724-58。0707-64、0724-58 块茎游离氨基酸含量均低于 $30 \mu\text{mol/g}$ 。

2.4 块茎色泽变化

从表 2、图 3 可以看出, 在 4°C 下黑暗贮藏 60 d 后, 0724-8、0726-203、0726-116 的鲜薯薯肉色泽亮度 L 值与 Atlantic 之间差

异不显著; 0722-26、0708-81、0722-46、0722-47 的 L 值显著低于 Atlantic。0722-26、0708-81 的 a 值为正值, 其余品种(系)均为负值。0724-8、0726-203、0707-64 的 b 值显著高于 Atlantic, 0726-116、0724-58、0708-81、0722-26、0722-46、0722-47 的 b 值显著低于 Atlantic。对贮藏后块茎切片 180°C 油炸 1 min 后进行色泽评价, 所有品种(系)的 L 值均降低。 a 值除 0708-81 降低外, 其余品系均升高且均为正值。 b 值除 0707-64 降低外, 其余品种(系)的均升高。0725-47、0722-26、0726-116 的 ΔE 值变化最大, 显著高于其余品种(系)。0726-203

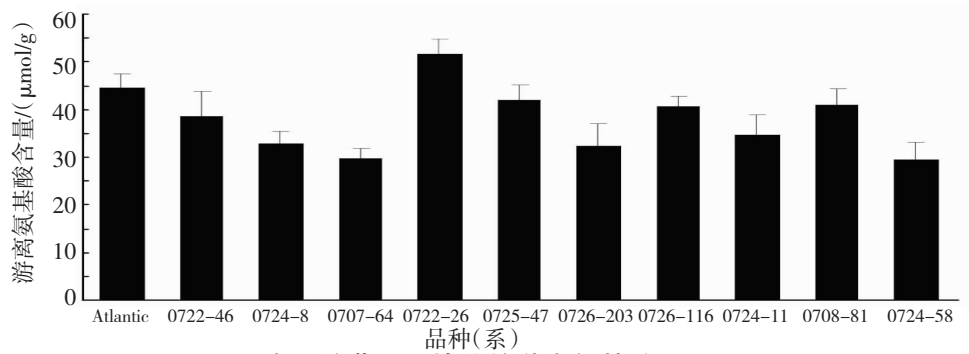


图 2 10 个马铃薯品系块茎的游离氨基酸

表 2 10 个马铃薯品系的色泽测定

品种(系)	鲜薯			180 °C油炸 1 min			ΔE
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	
Atlantic	72.38 ^a ±0.68	-1.24 ^e ±0.00	25.17 ^c ±0.19	69.69 ^a ±0.63	0.94 ^f ±0.49	29.20 ^{bc} ±0.98	4.90 ^g ±0.91
0724-8	72.45 ^a ±0.31	-1.95 ^{cd} ±0.01	32.45 ^a ±0.69	64.79 ^b ±2.98	3.13 ^e ±1.03	36.91 ^a ±1.79	10.38 ^{ef} ±2.07
0726-203	70.86 ^{ab} ±0.21	-1.37 ^c ±0.43	27.69 ^{bc} ±0.75	64.88 ^b ±1.59	3.08 ^e ±1.78	30.95 ^b ±1.20	8.68 ^f ±0.80
0707-64	69.42 ^{bc} ±1.89	-1.32 ^c ±0.25	29.69 ^{ab} ±0.75	61.47 ^c ±2.10	4.22 ^e ±0.40	23.94 ^f ±0.12	10.31 ^{ef} ±1.79
0724-11	69.34 ^{bc} ±0.88	-2.40 ^d ±0.13	24.84 ^{cd} ±0.81	66.15 ^b ±1.14	3.57 ^e ±0.39	35.15 ^a ±0.39	12.34 ^e ±1.06
0726-116	71.12 ^{ab} ±2.06	-1.26 ^c ±0.04	12.76 ^e ±0.59	55.21 ^d ±2.61	6.99 ^d ±1.03	26.40 ^{de} ±0.37	22.19 ^{bc} ±1.11
0724-58	69.76 ^{bc} ±0.34	-2.32 ^d ±0.05	22.76 ^d ±3.22	54.33 ^d ±0.85	6.23 ^d ±1.21	24.71 ^{ef} ±2.06	17.00 ^d ±0.34
0708-81	50.12 ^e ±0.48	18.08 ^a ±0.65	5.30 ^f ±0.32	42.62 ^f ±0.53	15.33 ^a ±0.50	24.46 ^{ef} ±0.35	20.77 ^c ±0.13
0722-26	65.98 ^d ±3.73	1.68 ^b ±1.56	11.98 ^e ±2.9	49.70 ^e ±1.02	8.85 ^c ±1.32	27.21 ^{cd} ±1.09	22.95 ^b ±2.01
0722-46	68.76 ^{bc} ±0.34	-2.32 ^d ±0.47	22.76 ^d ±3.22	54.33 ^d ±0.85	6.32 ^d ±1.20	24.71 ^{ef} ±2.06	16.99 ^d ±0.33
0725-47	67.35 ^{cd} ±0.24	-1.15 ^c ±0.43	12.61 ^e ±0.21	47.07 ^e ±0.07	11.90 ^b ±0.24	30.01 ^b ±0.21	29.73 ^a ±0.28

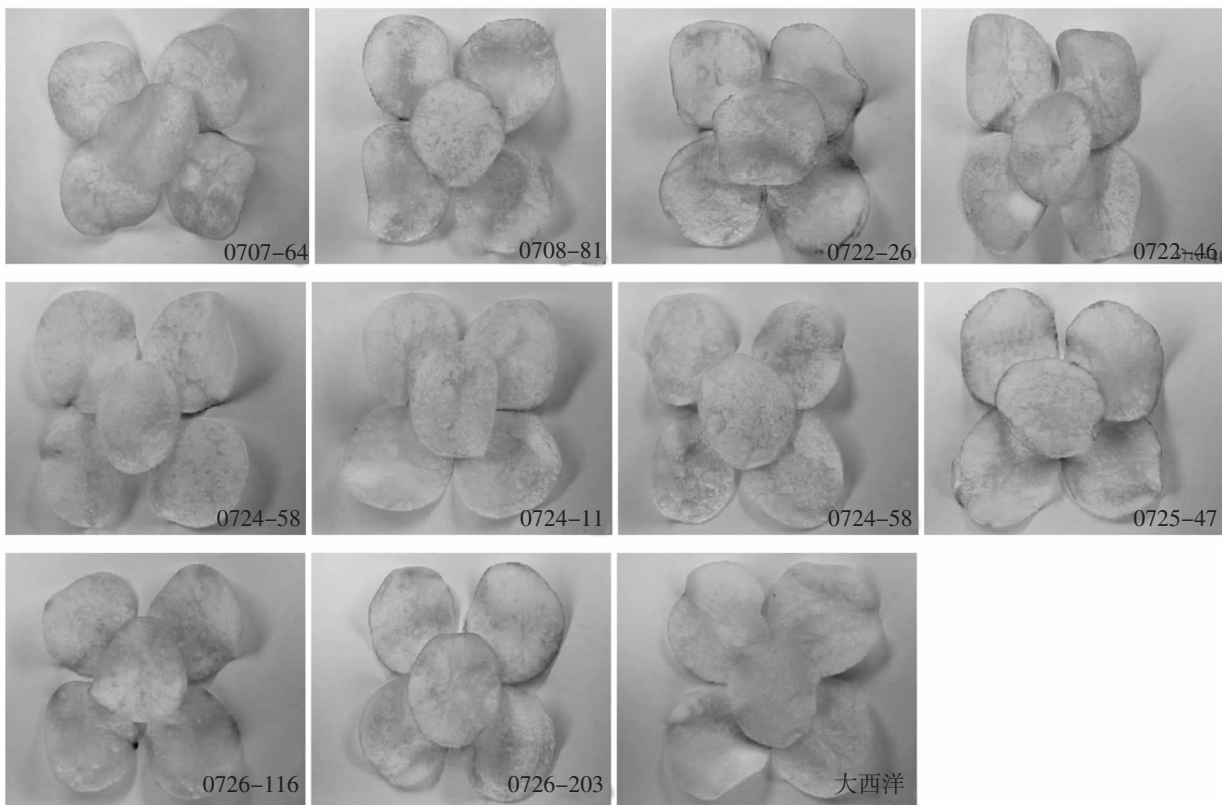


图 3 10 个马铃薯品系炸片色泽评价

的 ΔE 值变化最小。

3 结论与讨论

经过田间农艺性状评价后,选择大小均匀,无机械损伤和病虫害的成熟马铃薯块茎作为材料并将其置于相对湿度(80±5)%、4℃黑暗储藏60 d后取样,对不同品种(系)的糖含量和游离氨基酸含量进行分析。结果表明,不同品种和品种(系)的还原糖积累能力显著不同。其中0707-64、0708-81、0722-26、0722-46、0725-47、0726-116的块茎糖含量和游离氨基酸含量较高,且油炸后 ΔE 值变化较大,薯片表面颜色加深,棕褐色比较明显,不适用于炸片加工。品系0724-11、0724-8、0724-58、0726-203油炸后 ΔE 值变化较小,薯片表面颜色变化不明显,且块茎糖含量和游离氨基酸含量较低,具有优良的炸片加工特性。马铃薯炸片加工型品种的选育除了在田间农艺性状是否满足加工的需要外,还要考虑块茎加工后的色泽变化。通过对11个品种(系)的农艺性状及炸片色泽品质性状的分析,认为0724-11、0722-46、0724-8在低温贮藏过程中还原糖含量较低,且具有良好的抗贮藏褐变品质,是较好的炸片加工品系。

马铃薯在低温贮藏过程中块茎会发生低温糖化现象,将块茎中的淀粉转化为还原糖。在高温油炸加工时,块茎中的还原糖与游离氨基酸发生美拉德反应,致使薯片表面颜色加深为不受消费者欢迎的棕褐色,从而影响了薯片的色泽、风味和品质^[12-14]。因此还原糖含量是影响薯片颜色重要的因素,也是决定一个品种是否适合马铃薯炸片加工原料最为严格的指标^[15]。通过对马铃薯色泽评价选育符合加工品质要求的优良品种,是解决低温糖化影响马铃薯色泽品质的有效方法。有研究人员在不同贮藏条件下对马铃薯高代品系进行加工后的色泽评价,筛选出了与经典加工型品种 Russet Burbank 和 Shepody 具

有同样优良加工色泽品质的品系^[16]。对马铃薯渐渗系后代群体在不同贮藏条件下进行加工色泽评价,发现块茎内还原糖、游离氨基酸和丙烯酰胺与马铃薯色泽品质显著相关^[17]。

参考文献:

- [1] 张长生. 中国优质专用薯类生产与加工[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 3-15.
- [2] 于振文. 作物栽培学各论[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2013: 181-182.
- [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] 陈华宁. 中国马铃薯产业发展现状及对策[J]. 世界农业, 2008(8): 13-15.
- [5] 杨祁峰. 甘肃省马铃薯产业发展现状及思考[C]//中国作物学会马铃薯专业委员会. 2014年中国马铃薯大会. [出版地不详]. 2014: 138-143.
- [6] 陈芳, 赵景文, 胡小松. 我国马铃薯加工业的现状、问题及发展对策[J]. 中国农业科技导报, 2002, 4(2): 88-92.
- [7] 张瑞婷, 石英, 李欣, 等. 马铃薯不同杂交组合及后代淀粉品质性状的评价[J]. 遗传育种, 2012, 26(3): 129-134.
- [8] 王唯俊. 荷兰马铃薯高世代无性系产量及品质分析[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2011.
- [9] 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: 237-238.
- [10] 田丰, 李渝珍, 马占兰. 马铃薯淀粉含量测定方法的比较研究[J]. 青海农林科技, 1993(1): 52-57.
- [11] OHARA-TAKADA A, MATSUURA-ENDO C, CHUDA Y, et al. Change in content of sugars and free amino acids in potato tubers under short-term storage at low temperature and the effect on acrylamide level after frying[J]. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 2005, 69(7): 1232-1238.
- [12] ZYZAK D V, SANDERS R A, STOJANOVIC

半干旱地区全膜马铃薯应用新丰洋专用肥效果 试验初报

张小红¹, 刘学彬¹, 方彦杰², 张绪成²

(1. 会宁县农业技术推广中心, 甘肃 会宁 730799; 2. 甘肃省农业科学院旱地农业研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 以马铃薯品种青薯9号为指示品种, 在会宁县半干旱区全膜覆盖垄上微沟种植栽培条件下, 试验观察了新丰洋马铃薯专用肥应用效果。结果表明, 施新丰洋马铃薯专用肥 I 号(12-16-18)1 600 kg/hm²和施新丰洋马铃薯专用肥 I 号(12-16-18)3 200 kg/hm²这 2 个处理的折合产量较高, 分别为 33 941.6、33 876.6 kg/hm², 较施磷酸二铵 560 kg/hm²、尿素 200 kg/hm²、硫酸钾 580 kg/hm²处理减产不明显, 且这 2 个处理下马铃薯经济性状优良, 商品率较高。可见, 新丰洋马铃薯专用肥 I 号(12-16-18)适宜在会宁县半干旱区马铃薯生产上应用, 推荐用量为 1 600 kg/hm²。

关键词: 新丰洋马铃薯专用肥; 马铃薯; 半干旱区; 肥效试验; 会宁县

中图分类号: S532; S147.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)08-0059-05

[doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.08.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2019.08.012)

甘肃中部半干旱区年降水量为 300 ~ 500 mm, 受降水资源的限制, 作物产量长

期低而不稳, 尤其是春旱频发, 使春播作物如小麦、豆类作物等的平均产量长期徘徊

收稿日期: 2019-01-25

基金项目: 国家科技支撑计划(2015BAD22B04)、国家重点研发计划子课题“半干旱区马铃薯化肥料减施技术与示范(2018YFD020080105)”资助。

作者简介: 张小红(1971—), 女, 甘肃会宁人, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广工作。Email: 1014907626。

通信作者: 张绪成(1973—), 男, 甘肃民勤人, 研究员, 博士, 主要从事旱地作物耕作栽培方面的研究工作。Email: gszhangxuch@163.com。

- M, et al. Acrylamide formation mechanism in heated foods [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2003, 51(16): 4782-4787.
- [13] BECALSKI A, LAU B P Y, LEWIS D, et al. Acrylamide in french fries: Influence of free amino acids and sugars[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004, 52(12): 3801-3806.
- [14] AMREIN T M, BACHMANN S, NOTI A, et al. Potential of acrylamide formation, sugars, and free asparagine in potatoes: A comparison of cultivars and farming systems[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2003, 51(18): 5556-5560.
- [15] 王 静, 吴建宏. 马铃薯块茎品质及其影响因素[J]. *青海农林科技*, 2008(16): 97-98.
- [16] 刘 娟, 梁延超, 余 斌, 等. 马铃薯薯条色泽和质地特性及薯条加工型品系筛选[J]. *中国农业科学*, 2017, 50(22): 4247-4265.
- [17] ZHAO Q, ZHAO B, ZHANG Q, et al. Screening for chip-processing potato line from introgression of wild species' germplasms with post-harvest storage and chip qualities [J]. *American Journal of Potato Research*, 2013, 90(5): 425-439.

(本文责编: 陈 伟)