

山体库贮藏马铃薯淀粉、还原糖含量 及淀粉酶活性的变化

张勇¹,高海宁¹,王恩军¹,王兴德²,李红¹,李彩霞¹

(¹河西学院农业与生物技术学院,甘肃张掖 734000;²民乐县科学技术局,甘肃民乐 734500)

摘要:为探讨甘肃省民乐县山体库贮藏对马铃薯品质的影响。对9个马铃薯品种不同贮藏时期淀粉、还原糖含量以及淀粉酶活性进行分析测定。结果表明:随着贮藏期的延长,大多数品种的淀粉含量表现为升→降→升→降,还原糖含量表现为升→降,淀粉酶活性表现为升→降→升→降;2月份是一个临界贮藏时期,淀粉含量降低到最低(12.68%~22.47%),还原糖含量达到最高点(0.43%~2.41%),淀粉酶活性降低到最低点(0.43~0.87 mg/(g·min))。山体库有利于马铃薯的贮藏;‘青薯6号’和‘同薯23号’适合做菜用型品种,‘大西洋’、‘夏波蒂’和‘LK-99’适合做生产加工型品种,为了保证品质,最佳的加工时间在次年2月之前完成;淀粉酶活性和淀粉含量之间存在负相关,与还原糖之间存在正相关,淀粉含量和还原糖含量之间存在负相关,淀粉含量和还原糖含量之间处于动态平衡状态。

关键词:马铃薯;山体库;淀粉含量;还原糖含量;淀粉酶活性

中图分类号:S379.9

文献标志码:A

论文编号:2010-3652

Change of Starch, Reducing Sugar and Amylase Activity of Potato during Storage in the Caves Warehouse

Zhang Yong¹, Gao Hainin¹, Wang Enjun¹, Wang Xingde², Li Hong¹, Li Caixia¹

(¹College of Agriculture and Biotechnology, Hexi University, Zhangye Gansu 734000;

²Science and Technology Bureau of Minle County, Minle Gansu 734500)

Abstract: In order to explore the caves warehouse storage effect of quality of potato in Minle County, Gansu Province. We collected nine cultivars of potatoes from the Minle County, Gansu Province to evaluate the starch, reducing sugar content and amylase activity which stored at different storage periods. The results indicate that with the storage period developed, the starch content of the most potatoes were showed increase-decrease-increase-decrease, reducing sugar contents were showed increase-decrease, and amylase activity were showed increase-decrease-increase-decrease. During January to February, the lowest temperature in a year, the starch content and amylase activity reached their minimum level (12.68%~22.47%) and (0.43~0.87 mg/(g·min)), respectively, but the reducing sugar achieved their maximum level (0.43%~2.41%). The caves warehouse was of benefit to storage of potato. Pearson correlation matrix analysis showed that, reducing sugar content and amylase activity negatively correlated with starch, but amylase activity positively correlated with reducing sugar content. Between the reducing sugar and starch content had a dynamic balance. From the reducing sugar and starch to analyze these two indexes, ‘Qinshu 6’ and ‘Tongshu 23’ were suitable for cooking using, the three varieties of ‘Atlantic’, ‘Shepody’ and ‘LK-99’ were more suitable for

基金项目:河西学院院地合作项目“冷凉地区山体库马铃薯贮藏标准化技术”(hxyy-ml001)。

第一作者简介:张勇,男,1963年出生,甘肃人,教授,硕士生导师,博士,研究方向:植物生理生态及植物资源学。通信地址:734000 甘肃省张掖市环城北路87号 河西学院农业与生物技术学院, Tel: 0936-8285056, E-mail: zhangyong@hxy.edu.cn。

通讯作者:李彩霞,女,1967年出生,甘肃人,高级实验师,学士,研究方向:植物生理生化。通信地址:734000 甘肃省张掖市环城北路87号 河西学院农业与生物技术学院, Tel: 0936-8280648, E-mail: lipeng@hxy.edu.cn。

收稿日期:2010-12-17, **修回日期:**2011-04-12。

production and processing, and processing has to complete before the February of the next year to assure quality

Key words: potato; caves warehouse; starch; reducing sugar; amylase activity

0 引言

近年来,随着人们对马铃薯营养价值的不断认识,马铃薯产业逐步走向深加工,城乡消费需求呈上升趋势。随着农业结构调整的深入,马铃薯加工产品由过去单一化逐渐向多样化发展^[1]。人们对马铃薯品质的要求越来越高,由单纯追求高产向追求营养品质、食味品质、加工品质、外观品质俱佳和高产的方向转变^[2]。马铃薯的精深加工是马铃薯产业升级增效的关键,原料品质是加工产品质量的基础和保证,马铃薯加工前的块茎贮藏是马铃薯加工的关键环节之一^[3]。马铃薯品质的优劣与贮藏条件、品种特性有很大的关系。如果贮藏条件较差,在贮藏期品质易变劣,而马铃薯的淀粉和还原糖这2个指标与马铃薯食品加工品质密切相关。其中还原糖含量直接影响炸片、炸条成品的品质和颜色^[4]。适合炸片、炸条的品种要求淀粉含量高、还原糖含量低,且贮藏期变化幅度小^[5]。淀粉含量直接影响马铃薯的品质,其淀粉酶也是影响代谢的基本因素,是植物体生理活性变化的具体反映,这些成分既决定于品种的遗传特性,同时与贮藏条件有密切的关系^[6]。有关马铃薯在贮藏期淀粉和还原糖含量的变化已有较多报道,但大多针对的是普遍使用的窖藏法^[7-9]。而具有地方特色的山体库贮藏对马铃薯贮藏期淀粉和还原糖含量的变化尚未见报道。本试验以甘肃省民乐县栽培的9个马铃薯品种作为供试材料,在山体库贮藏条件下对其块茎淀粉和还原糖含量以及淀粉酶活性进行了定期测定,研究了各指标的变化规律,旨在为当地马铃薯的贮藏保鲜、提升加工以及优良品种的选育提供一定的科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验时间、地点

研究田间试验于2008年在民乐县洪水镇刘山庄进行,室内试验在河西学院农业与生物技术学院实验室进行。

1.2 供试材料

选用甘肃省民乐县广泛栽培的国内外马铃薯品种9个,分别是‘大西洋’(‘Atlantic’)、‘夏波蒂’(‘Shepody’)、‘克新1号’、‘克新6号’、‘陇薯3号’、‘陇薯7号’、‘青薯6号’、‘同薯23号’、LK-99,样品由民乐县科技局提供。

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计

(1)贮藏条件、取样时间和取样方法。①山体库:选择地势高燥、土质(黏性土壤)较好、偏北的阴坡地方建库,整个库体主要由门、主洞、侧洞、通气孔组成。设2道库门,头道保证关严,二道为栅栏门,两道门距3 m,构成缓冲间;山体库主、侧洞平面布置为“非”字形,中间为主洞,两边设子洞,主洞长30~50 m、宽2.5~3 m,侧洞宽3 m、高2.5 m,考虑通风的需要长不超过10 m,同侧侧洞间距2 m,侧洞设洞门,门道宽1 m、高2.1 m。通气孔设在主洞尾部,内径与高需按贮量而定。库内温度:1~4℃;湿度:80%~85%;通风条件良好。

②贮藏地点概况。贮藏库建在甘肃省民乐县洪水镇刘山庄,海拔2280 m,年平均降雨量342.6 mm,年平均气温3.4℃,全年无霜期128天。所测年份最冷月温度-20℃。

③贮藏期限。所有材料均为田间收获后近一个月入库的块茎,山体库共贮藏6个月。

④取样时间。每隔40天取样一次测定淀粉和还原糖含量及淀粉酶活性,共测定6次,每次3个重复。

⑤取样方法。每个品种每次随机取大小适中的块茎若干,取回后一部分立即测定酶活性,另取150 g块茎烘干待统一测定淀粉、还原糖含量。

(2)测定方法

淀粉含量采用碘-淀粉比色法^[10]测定。还原糖含量和淀粉酶活性采用3,5-二硝基水杨酸(DNS)比色法^[12-13]。

1.3.2 统计分析 各指标测定均重复3次,使用SPSS 11.5 统计分析软件进行分析,各品种间的显著性差异采用Duncan新复极差法。

2 结果与分析

2.1 不同品种贮藏期间块茎淀粉含量及变化

由表1可以得出,‘陇薯6号’在贮藏期间,淀粉含量一直在下降,‘克新1号’、‘大西洋’、‘陇薯3号’和‘陇薯7号’呈降-升-降-升趋势,‘克星6号’、LK-99呈升-降-升-降的趋势,‘夏波蒂’和‘同薯23号’呈升-降-升趋势。在9个品种中,‘同薯23号’、‘克新6号’的变化幅度最大,较不耐低温贮藏,而‘青薯6号’和‘夏波蒂’的变化幅度最小,较耐低温贮藏。贮藏后期与入库

表1 不同马铃薯品种山体库贮藏条件下淀粉含量的变化

贮藏时间	克新6号	克新1号	陇薯7号	陇薯3号	大西洋	LK-99	夏波蒂	同薯23号	青薯6号
10-17	16.11± 0.035fE	19.75± 0.368bB	19.76± 0.021aA	19.19± 0.092aA	22.08± 0.057bcB	18.64± 0.028cC	18.47± 0.325eDE	16.39± 0.205cC	19.50± 0.028aA
11-22	18.18± 0.014eD	18.79± 0.318cC	16.08± 0.007cBC	14.79± 0.276dD	21.56± 0.007cdB	22.98± 0.042aA	19.29± 0.106dD	18.81± 0.092bB	18.19± 0.212bB
12-31	20.90± 0.028cC	22.10± 0.290aA	20.30± 0.453aA	18.36± 0.148bB	21.42± 0.622dB	16.26± 0.021fF	22.01± 0.127bB	20.37± 0.035aA	17.48± 0.148cC
02-18	14.21± 0.035gF	17.32± 0.368dD	17.14± 0.177bB	13.31± 0.127eE	18.42± 0.071eC	16.57± 0.028eE	22.47± 0.625bB	12.68± 0.290eE	16.00± 0.014dD
03-25	25.37± 0.219aA	14.18± 0.057eE	14.45± 0.636dD	19.26± 0.014aA	17.57± 0.085fC	21.43± 0.014bB	20.50± 0.431cC	15.38± 0.078dD	15.84± 0.071dD
04-25	18.46± 0.028dD	17.14± 0.113dD	20.49± 0.354aA	18.66± 0.255bAB	22.35± 0.290bB	21.23± 0.014bB	23.39± 0.205aA	15.39± 0.212dD	14.88± 0.014eE
平均	18.87± 3.908abc	18.21± 2.682abc	18.03± 2.515abc	17.26± 2.553bc	20.57± 2.037ab	19.52± 2.781abc	21.02±1.922a	16.50±2.375c	16.98±1.716c

注:3次重复,取其“平均值±标准差”;同一列内不同小写字母为差异达显著水平($P=0.05$),不同大写字母为差异达到极显著性水平($P=0.01$);平均值示不同品种之间的比较。表2、表3同。

时相比,大多数品种淀粉含量变化不是很大。

方差分析表明,同一品种在贮藏期间淀粉含量变化差异显著,而品种间淀粉含量有些差异性不显著,有些达到极显著性差异。平均含量由高到低的顺序为:‘夏波蒂’>‘大西洋’>LK-99>‘克新6号’>‘陇薯7号’>‘克新1号’>‘陇薯3号’>‘青薯6号’>‘同薯23号’。‘夏波蒂’的含量最高,‘大西洋’、LK-99、‘克新6号’、‘陇薯7号’、‘克新1号’、‘陇薯3号’处于同一水平,‘青薯6号’和‘同薯23号’含量最低,处于同一水平。经历不同贮藏时间后,淀粉含量的变化亦达到显著差异,大多数品种以贮藏到2008年12月31日时淀粉含量最高,次年2月18日时降低至最低值,随后又逐渐升高,至2009年4月份不同品种又出现略有降低的

趋势。

2.2 不同品种贮藏期间块茎还原糖含量及变化

由表2可以得出,测定的9个品种的还原糖含量贮藏前期与刚入库时相比基本维持在同一水平;贮藏中期还原糖含量迅速增加,贮藏至2009年2月18日时块茎中还原糖含量达到最大值,之后逐渐降低。对比淀粉含量变化,可知还原糖含量的变化,遵循着淀粉→还原糖→淀粉的可逆动态平衡。不同品种块茎不同时期的生理变化决定了这种平衡的状态,而温度是直接的因素。低温加速了还原糖的转化速率。其中‘克新6号’、‘陇薯3号’的变化最为剧烈,而LK-99、‘大西洋’的变化幅度相对较小。但就入库前和入库后比较,各品种还原糖的含量变化不是很大。

表2 不同马铃薯品种山体库贮藏下还原糖含量的变化

贮藏时间	克新6号	克新1号	陇薯7号	陇薯3号	大西洋	LK-99	夏波蒂	同薯23号	青薯6号
10-17	0.56±0.028deD	0.36±0.009eD	0.54±0.005bBC	0.54±0.019eE	0.34±0.004cC	0.39±0.009abA	0.88±0.011dD	0.73±0.008cC	0.39±0.008eD
11-22	0.64±0.027dD	0.38±0.006eD	0.32±0.014dE	0.48±0.006fE	0.20±0.008eD	0.28±0.005abA	1.08±0.027bB	0.60±0.024dD	0.42±0.022dCD
12-31	1.70±0.011bB	1.10±0.021bB	0.48±0.004cD	1.33±0.007bB	0.57±0.017bB	0.21±0.016bA	0.86±0.033dD	1.43±0.013bB	0.53±0.020bB
02-18	2.41±0.042aA	1.60±0.022aA	1.22±0.006aA	1.79±0.005aA	0.75±0.032aA	0.43±0.221abA	1.43±0.013aA	1.79±0.014aA	1.17±0.006aA
03-25	0.97±0.023cC	1.05±0.021cB	0.56±0.020bB	0.91±0.006cC	0.71±0.011aA	0.47±0.014aA	0.97±0.011cC	0.77±0.030cC	0.43±0.009dD
04-25	0.68±0.054dD	0.55±0.010dC	0.50±0.013cCD	0.74±0.021dD	0.29±0.022dD	0.33±0.018abA	0.70±0.026eE	0.57±0.004dD	0.48±0.009cBC
平均	1.16±0.742a	0.84±0.493abc	0.60±0.314abc	0.97±0.507ab	0.48±0.230bc	0.35±0.097c	0.99±0.251ab	0.98±0.506ab	0.57±0.298bc

对表2中各品种的还原糖含量进行方差分析,结果表明:不同品种间还原糖含量差异显著,平均含量由高到低的顺序为:‘克新6号’>‘同薯23号’>‘陇薯3

号’>‘夏波蒂’>‘克新1号’>‘陇薯7号’>‘青薯6号’>‘大西洋’>LK-99。经历不同贮藏时间后,还原糖含量亦达到显著差异,以贮藏至2009年2月18日测

表3 不同马铃薯品种山体库贮藏下淀粉酶含量的变化

贮藏时间	mg/(g·min)								
	克新6号	克新1号	陇薯7号	陇薯3号	大西洋	LK-99	夏波蒂	同薯23号	青薯6号
10-17	0.44±0.039c	0.13±0.131dc	0.39±0.197b	0.27±0.150c	0.19±0.046d	0.31±0.084d	0.32±0.047c	0.35±0.215b	0.33±0.215b
11-22	1.73±0.094ab	1.11±0.103bc	1.74±0.067a	1.82±0.002a	1.74±0.064a	1.62±0.011a	1.78±0.023bc	1.81±0.022a	1.72±0.166a
12-31	0.55±0.067c	0.62±0.113cd	1.30±0.763ab	0.61±0.150bc	0.90±0.318bc	0.52±0.096c	0.77±0.177a	0.84±0.092b	0.89±0.243b
02-18	2.15±0.054a	1.69±0.433a	1.75±0.032a	1.81±0.000a	1.04±0.023b	1.34±0.024b	1.38±0.084ab	1.44±0.037a	1.82±0.620a
03-25	1.36±0.001b	1.29±0.076ab	1.11±0.244ab	1.14±0.022b	0.62±0.000c	0.56±0.103c	1.13±0.138ab	0.64±0.344b	0.90±0.117b
04-25	0.64±0.074c	0.54±0.196d	0.48±0.334b	0.64±0.496bc	0.60±0.093c	0.43±0.028cd	0.87±0.654bc	0.67±0.420b	0.58±0.047b
平均	1.14±0.709a	0.90±0.569a	1.13±0.593a	1.05±0.657a	0.85±0.525a	0.80±0.545a	1.04±0.507a	0.96±0.550a	1.04±0.604a

定还原糖含量最高。

2.3 不同品种贮藏期间块茎淀粉酶活性的变化

由表3可以得出,测定的9个品种在贮藏期间,淀粉酶活性的变化趋势基本相同。从刚入库至2008年11月22日,淀粉酶活性逐渐增加;之后又逐渐降低,从2008年12月31日逐渐升高至2009年2月18日,淀粉酶活性达到最大值,之后逐渐降低。其中,‘克新6号’、‘同薯23号’的变化最为剧烈,而LK-99、‘大西洋’的变化幅度相对较小。入库后和入库前比较,各品种淀粉酶活性变化也不是很大。

对表3中各品种的淀粉酶活性进行方差分析,结果表明:由各品种整个贮藏期间的平均值之间的比较来看,不同品种之间淀粉酶活性变化差异不显著。经历不同的贮藏时间后,各品种以贮藏至2009年2月18日时淀粉酶活性最高,和其他时期达到了显著性差异;

在2008年12月31日、2009年4月25日这两个时期淀粉酶活性最低,其余时间的淀粉酶活性处于同一水平。

2.4 贮藏期间淀粉酶与淀粉含量、还原糖含量相关性分析

由表4可知,在块茎贮藏期间,淀粉酶活性和淀粉含量之间存在着负相关关系;淀粉酶活性和还原糖含量之间存在着正相关关系;淀粉含量和还原糖含量之间存在着负相关关系。但是,之间都没有达到显著性相关,其原因可能是薯块在贮藏过程中通过呼吸作用直接消耗了部分还原糖,部分淀粉转化为非还原糖如蔗糖等。另外,虽然马铃薯在贮藏期间,淀粉和还原糖处于不停的相互转化之中,但这种变化的方向和速率取决于品种、块茎的生理状态和贮藏条件^[4]。因此,各指标之间只表现为一定的相关性,而没有达到显著性相关。

表4 贮藏期间淀粉酶活性与淀粉含量、还原糖含量相关系数R

贮藏日期(年-月-日)	2008-10-17	2008-11-22	2008-12-31	2009-2-17	2009-3-25	2009-4-22
淀粉酶活性和淀粉含量	-0.617	-0.187	-0.198	-0.327	-0.171	-0.510
淀粉酶活性和还原糖含量	0.480	0.270	0.371	0.449	0.641	0.631
淀粉含量和还原糖含量	-0.577	-0.181	-0.415	-0.425	-0.235	-0.184

3 结论与讨论

3.1 山体库有利于马铃薯的贮藏

在贮藏过程中各指标都有不同程度的波动,但贮藏后期与刚入库时相比,各指标变化不大,随着贮藏期的延长,大多数品种的淀粉含量表现为升→降→升→降趋势。各品种的块茎从刚入库贮藏至2008年12月31日时淀粉含量最高,到次年2月18日时均降低至最低。而在当年12月至次年2月期间,还原糖含量以及淀粉酶活性达到最大值,此后逐渐下降,这与陈彦云等的研究结果基本一致^[5],分析在贮藏期间产生这种变化的原因是,在贮藏初期块茎中含水量有所降低,淀粉含量出现略有上升趋势;而贮藏至2009年2月时,恰好

是当地一年中气温最低的时期,“低温糖化”(low temperature sweetening)现象也表现的最为剧烈,导致较多的淀粉转化为糖,因此,淀粉含量降低至最低值,这与同一贮藏时期还原糖含量、淀粉酶活性的变化趋势是相反的;此后随着气温的上升,“回温”(reconditioning)^[16]现象增加,“低温糖化”趋势又有所降低,使得淀粉含量逐渐升高;但由于温度升高,块茎呼吸作用加强,较多的能源物质被消耗,致使淀粉含量又有所降低^[10]。由于淀粉含量高,马铃薯的品质好,所以从淀粉加工专用型品种角度来考虑,应选留品种‘夏波蒂’可作为进一步研究或开发;‘青薯6号’和‘同薯23号’2个品种的淀粉含量相对较低,适合做菜用型品

种,不合作淀粉加工品种。

随着贮藏期的延长,绝大多数品种还原糖含量表现为升→降的变化趋势,但和入库前比较,变化也不是很大。2月是贮藏过程中的一个转折点,随着贮藏时间的延长,2月时正好是当地的低温季节,也是贮藏期的最低温度时期。在低温条件下,块茎内淀粉分解酶的活性大于淀粉合成酶的活性,淀粉转化为还原糖,使块茎内积累了大量的还原糖。在随后的贮藏期间还原糖含量又降低,是由于这一时期气温逐渐回升,淀粉合成酶活性逐渐大于淀粉分解酶的活性,还原糖又逆转合成淀粉,使块茎中还原糖含量又逐渐降低,形成“高温逆转”现象,另一个原因是出芽消耗了一部分还原糖^[9]。由于还原糖含量低,马铃薯的加工品质好,所以从生产加工的角度来考虑,应选留品种LK-99和‘大西洋’为好。

在贮藏过程中,淀粉酶活性表现为升→降→升→降的变化趋势,分析从刚入库至2008年11月22日,淀粉酶活性变化的原因是,由于刚入库时正值外界的气温较高,马铃薯块茎尚处于浅休眠状态,周皮没有完全木质化,伤口没有完全愈合,呼吸强度大^[7],所以淀粉酶活性较高。随着贮藏时间的延长至2008年12月31日,其淀粉酶活性降低至最低值,这是由于这一时期块茎逐渐进入深度休眠状态,内源代谢近于停滞,能量的消耗降低至最低点^[8],此时淀粉酶活性变化曲线逐渐下降至谷底。贮藏至次年2月18日时,经测定其淀粉酶活性出现了另一个高峰达到最大值,之后又逐渐降低。从2008年12月31日至2009年3月25日,出现这种变化的原因是2月正是贮藏期间温度最低的时期,由于形成“低温糖化”使得淀粉酶活性急剧增加达到了最大值。在此期间淀粉含量降低至最低点,而还原糖含量达到最高,这与Nourian F等^[9]的研究结果相一致。其后随着贮藏温度的逐渐回升,还原糖又逆转合成淀粉,其淀粉酶活性也降低。另一个原因是淀粉酶的作用是把不可利用的淀粉分解成可利用态的糖,在块茎完全解除休眠时提供碳素营养和能量,当淀粉分解作用完成后,块茎内淀粉酶完成使命,其活性必然下降。

3.2 2月是一个临界贮藏时期

由试验结果可知,2月淀粉含量降低到最低,还原糖含量达到最高点,淀粉酶活性增加到最高点。

由于淀粉含量的高低会影响马铃薯的品质,也决定了它适合作淀粉加工型品种还是菜用型品种。并且在生产加工中要求适合炸片、炸条的品种,具有淀粉含

量高还原糖含量低,且贮藏期间变化幅度小等特点。综合考虑,‘青薯6号’和‘同薯23号’由于淀粉含量低适合做菜用型品种,而‘大西洋’、‘夏波蒂’和LK-99适合做生产加工型品种,并且最佳的加工时间在次年2月之前完成,建议以上3个品种可作为加工型种薯大规模种植。1、2月是产地冬季最冷的月份,在次期间淀粉含量降低至最低点,而还原糖含量达到最高点,这与巩慧玲等^[8]报道的贮藏温度越低,淀粉含量越低,还原糖含量越高的结果相一致。随着贮藏期的延长,淀粉含量总体呈下降趋势,因此,适合淀粉提取加工的马铃薯品种应尽量在2月份以前完成。

3.3 淀粉含量和还原糖含量之间处于动态平衡状态

淀粉和还原糖2个指标与马铃薯食品加工品质密切相关,其中还原糖的含量直接影响炸薯片的品质和颜色,因此适合炸薯片的品种要求还原糖含量低,而马铃薯淀粉生产需淀粉含量较高的品种。低温贮藏是延长马铃薯加工周期的主要措施,但低温贮藏同时又会造成薯块还原糖含量增加,会直接影响马铃薯的加工品质,降低出粉率。相关分析表明,淀粉和还原糖含量与淀粉酶之间具有一定的相关性,其中淀粉酶活性和淀粉含量之间具有负相关性,与还原糖之间具有正相关性,淀粉含量和还原糖含量之间存在负相关。因此,淀粉含量和还原糖含量之间处于一种动态平衡的状态。

笔者只针对在库存条件下,通过不同贮藏时期马铃薯生理指标的测定,筛选出了适合加工生产以及储藏保鲜的几个品种。马铃薯的低温贮藏虽有利于降低损失,但会造成还原糖含量的升高,即发生“低温糖化”现象^[20],导致加工品质的下降。但有报道表明,加工前将低温贮藏的薯块放在10℃以上贮藏一段时间进行“回温”,可降低薯块还原糖含量,提高淀粉含量,可以延长生产加工时间。但就结合本试验材料具体的贮藏条件(如:温度、湿度、通风条件等),经回温处理后哪些品种更利于生产加工以及贮藏保鲜,还有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 沈建福.农产品原科学[M].成都:成都科技大学出版社,1998:117-122.
- [2] 牛芳英,王效瑜,杨东宏,等.马铃薯贮藏期间几个主要加工品质指标变化的探讨[J].陕西农业科学,2008,54(2):18-20.
- [3] 门福义,刘梦芸.马铃薯栽培技术[M].北京:中国农业出版社,1995:86-99.
- [4] Herman T J, Love S L, Shaffi B, et al. Chipping performance of three processing potato cultivars during long term storage at two

- temperature regimes[J]. *American Potato Journal*, 1996(73): 411-425.
- [5] 郝文胜, 巩秀峰, 李文刚, 等. 中国马铃薯研究进展[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 1999: 71-76.
- [6] 张亚川, 郑冬梅. 贮藏温度对马铃薯品质的影响[J]. *马铃薯杂志*, 1999, 13(2): 120-123.
- [7] 石瑛, 秦昕, 卢翠华, 等. 不同马铃薯品种贮藏期间还原糖及干物质的变化[J]. *中国马铃薯*, 2002(1): 16-18.
- [8] 巩慧玲, 赵萍, 杨俊丰. 马铃薯贮藏期间淀粉和还原糖含量的变化及回温处理的影响[J]. *食品工业科技*, 2008(2): 277-279.
- [9] 牛芳英, 王效瑜, 杨东宏, 等. 马铃薯贮藏期间几个主要加工品质指标变化的探讨[J]. *陕西农业科学*, 2008, 54(2): 18-20.
- [10] 赵生山, 牛乐华. 山体库贮藏马铃薯保鲜技术[J]. *农村新技术*, 2009(18).
- [11] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 318-320.
- [12] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 174-176.
- [13] 李雯, 邵远志, 陈维信. 淀粉酶活性测定方法的改进[J]. *植物生理学通讯*, 2005, 41(5): 655-656.
- [14] 陈芳, 胡小松. 加工用马铃薯"低温糖化"机制的研究[J]. *食品科学*, 2000, 21(3): 19-22.
- [15] 陈彦云. 马铃薯贮藏期间干物质、还原糖、淀粉含量的变化[J]. *中国农学通报*, 2006, 22(4): 84-84.
- [16] 屈冬玉, 纪颖彪. 筛选适应于低温贮藏的马铃薯加工品种[J]. *马铃薯杂志*, 1996, 10(1): 13-16.
- [17] 王西瑶, 胡应锋, 结子汪桂. 马铃薯贮藏与加工技术(待续)[J]. *农业技术与装备*, 2007(11): 30-31.
- [18] 王鹏, 连勇, 金黎平. 马铃薯块茎休眠及萌发过程中几种酶活性变化[J]. *华北农学报*, 2003, 18(1): 33-36.
- [19] Nourian F, Ramaswamy H S, Kusalappa A C. Kinetics of quality change associated with potatoes stored at different temperatures[J]. *LWT - Food Science and Technology*, 2003(36): 49-65.
- [20] Morrell S, Ta Rees. Sugar metabolism in developing tubers of *Solnum tuberosum* L.[J]. *Phyto chemistry*, 1986(25): 1579-1585.