

马铃薯贮藏还原糖含量与不同因素的相互关系的分析

张建旺 贾国保 胡毅光

(山西雁北农业学校)

雷学毅

(山西快乐食品厂)

摘 要

马铃薯贮藏过程中其还原糖含量受温度、体积、时间以及通风量和光照条件的影响。用夏·薛·哈 (Somogyi—Shaffer—Hartmarin) 三氏法测定了8541至8545、东北白和紫花白7品种(系)的马铃薯还原糖在贮藏期随温度、体积、品种以及不同时期的含量;并对正交试验数据进行了处理,得到了贮藏期还原糖含量受诸多因素影响的变化关系,结果表明,正交试验法是一种行之有效的研究方法。

1 前 言

马铃薯在贮藏过程中,糖分的不断变化是由其生理代谢引起的。开始时由于多糖和水解使还原糖含量增加,在后期由于呼吸作用却消耗了还原糖。而决定这些生理代谢的主导因素是磷酸化酶、蔗糖酶、脱氢酶和细胞色素氧化酶的催化作用,由于酶的催化作用的强弱随环境条件的变化而变,因而马铃薯在贮藏过程中的还原糖的含量除了温度、湿度、通风以及光照等环境条件的影响外,还受不同贮藏期(休眠期、发芽期)、不同品种、同一品种不同体积以及同一个体的不同组织等生理因素的影响。寻找马铃薯还原糖变化的具体结论,须对整个贮藏期的不同品种和不同生理特征的马铃薯在不同环境条件下进行测试。但由于马铃薯还原糖含

量是诸多因素和位级的累积贡献,假设有7个可控因素,若对每个因素的2个位级中选1个位级的所有可能搭配都做试验,则要做 $2^7=128$ 次,这在实际中是不可能的,为此我们在实际过程中采取了数理统计分析及其正交实验法,从而避免了实验的盲目性,缩短了实验的周期,并得到了影响马铃薯还原糖含量的主次因素,为马铃薯最佳贮藏条件提供了依据。

2 样品来源培养和样液的提取

本研究样品是中国农业科学院提供的8541, 8542, 8543, 8544, 8545以及东北白和紫花白共7个品种的随机个体,原样品置于不同温度培养箱内存放待用。取出存放一定时间的样品,洗净擦干,用特制的组织磨取器磨取10克左右的马铃薯块茎于烧杯

中,同时加500毫升蒸馏水淹没匀浆以防氧化,将烧杯置于50℃恒温水浴锅内25分钟,然后迅速放入冰箱冷至室温。取上清液30毫升于离心管中,加入过量PbAC的溶液以除去蛋白质,再加过量草酸钠除去剩余的 Pb^{2+} 以3000转/分离心25分钟,滤入三角瓶即得样品提取液,置冰箱内(以防微生物分解)保存备用。

3 试验方法原理和标准曲线的绘制

本试验采用夏·薛·哈三氏比色法测定还原糖,此方法灵敏度高,其测定范围是25~200微克葡萄糖/毫升,这是由于还原糖分子中的自由醛基或缩醛羟基具有还原性,当它

们与碱性铜试剂共热时,能定量地把 Cu^{2+} 还原成 Cu_2O , Cu_2O 又可使砷钼酸试剂还原生成蓝色络合物,其蓝色的深度与还原糖的量成正比。此蓝色络合物又非常稳定,可用于多种材料的分析;取15支长试管,平行加入0.2, 0.4, 0.6, 0.8和1.0毫升浓度为50微克/毫升的D(+)-葡萄糖溶液各3份,加入水补至1.0毫升,再另取1支试管加1.0毫升蒸馏水作空白对照,然后确加入1.0毫升铜试剂,管口用玻璃球盖上,放入沸水浴中煮沸20分钟后,放入冷水浴中冷却5分钟,再分别加入1.0毫升砷钼酸试剂,摇匀加入17.0毫升蒸馏水稀释、摇匀,于560纳米处测O.D值,以O.D值为纵坐标,葡萄糖浓度为横坐标绘制曲线(图1)。

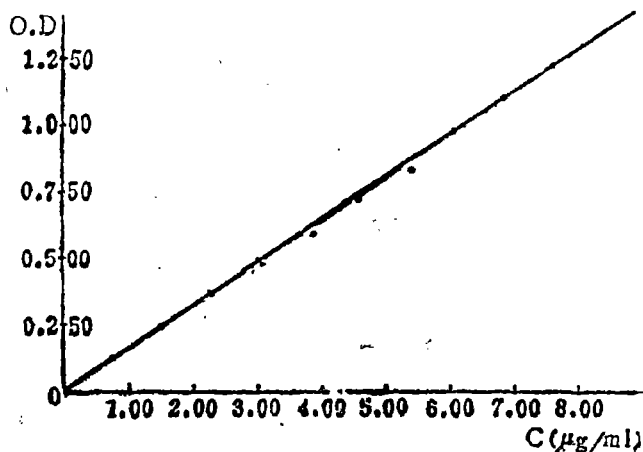


图1 D(+)-Glucose标准曲线 (Fhafter—Hantmann—Somgyl比色法测定还原糖)

4 样品中还原糖含量的测定及计算

取1.0毫升样品提取液于长试管中,按上述步骤测O.D值,并以下式进行换算(标准曲线之斜率为0.16):

毫克还原糖/克样品鲜重=

$$\frac{\frac{1}{3}OD_1 + OD_2 + OD_3}{3 \times \text{样品重量}} \times 62.5$$

5 正交试验过程

正交试验首先要进行相关分析和因素筛

选，以进一步提高实验效率。我们认为大气压，产地以及品种为已经确定了的不变因素；而同一品种、不同大小的个体、同一温度条件下的不同品种、不同温度条件下的同一个体、不同贮藏期的同一品种以及温度，通气量和光照条件均为可变因素。如取8℃条件下存放的8544号大小2个样品进行测定（表1）。测定结果表明，大体积的样品还原糖含量低，而小体积样品还原糖含量高。又如将紫花白的同一个体分为两半分别置于8℃和18℃培养箱内存放16天，测定结果是：8℃时为6.07毫克还原糖/克鲜重，18℃时为1.79毫克还原糖/克鲜重。即同一个体温度低的那部分还原糖含量高，反之则低。

表1 8℃时8544测定结果

样 品	体 积 (cm ³)	重 量 (g)	O.D 值	mg还原糖/g鲜重
大	340	9.75	0.066	0.423
小	10	3.57	0.395	6.915

根据以上的因素筛选，确定了如下的因素和位级，并选用L₄(2³)表，对5个品种进行4次试验（见正交实验表）。

表2 因素一位级

因 素	位级①	位级②
T	22℃	7℃
V	523cm ³	65cm ³
t	20day	8day

比较5个L₄(2³)表，显然，对指标贡献的大小依次为组合T②、V②和t②。即对马铃薯还原糖含量影响最大者为温度，其次为体积，再其次为时间。且温度越低、体积越小、时间越短还原糖含量越高；反之，温度越高，体积越大，时间越长，原还糖的含量越低。于是做了温度，体积和贮藏

时期的梯度实验。

表3 8541—L₄(2³)

序 号	T	V	t	O.D/g
I	①	①	①	0.0519
II	①	②	②	0.0872
III	②	①	①	0.1268
IV	②	②	②	0.1347
Σ①	0.1191	0.1787	0.1866	
Σ②	0.2615	0.2019	0.194	
极差	0.1424	0.0232	0.0074	

表4 8542—L₃(2³)

序 号	T	V	t	O.D/g
I	①	①	①	0.0152
II	①	②	②	0.0747
III	②	①	①	0.0448
IV	②	②	②	0.0611
Σ①	0.0899	0.0600	0.0763	
Σ②	0.1059	0.1358	0.1195	
极差	0.0160	0.0758	0.0432	

表5 8543—L₄(2³)

序 号	T	V	t	O.D/g
I	①	①	①	0.0362
II	①	②	②	0.0413
III	②	①	①	0.0845
IV	②	②	②	0.0758
Σ①	0.0775	0.1207	0.1120	
Σ②	0.1603	0.1171	0.1258	
极差	0.0828	0.0036	0.0158	

表 7 8544—L₄ (2³)

序 号	T	V	t	O.D/g
I	①	①	①	0.0110
II	①	②	②	0.0163
III	②	①	②	0.0220
IV	②	②	①	0.0521
Σ①	0.0273	0.0330	0.0631	
Σ②	0.0741	0.0684	0.0383	
极差	0.0468	0.0354	0.0248	

表 7 8545—L₄ (2³)

序 号	T	V	t	O.D/g
I	①	①	①	0.0120
II	①	②	②	0.0395
III	②	①	①	0.0441
IV	②	②	①	0.0476
Σ①	0.0515	0.0561	0.0596	
Σ②	0.0917	0.0871	0.0836	
极差	0.0402	0.0310	0.0240	

6 温度梯度试验

6.1 同一个体的温度梯度试验

取8544(直径为6厘米)马铃薯切为5块,分别置于不同温度下培养8天,测定并作为表8,并绘出还原糖随温度梯度变化的曲线(图2)。由图可知同一个体的还原糖含

表 8 同一个体的温度梯度

湿 度	重量(g)	O.D值	mg还原糖/g鲜重
3℃	12.50	0.255	1.275
7℃	9.36	0.163	1.088
14℃	8.42	0.128	0.950
20℃	6.20	0.096	0.967
27℃	7.85	0.143	1.139(已长芽)

量随温度上升稍有下降的趋势。

6.2 同一品种相同体积的温度梯度试验

取5个东北白马铃薯(直径为5厘米)分别置于不同温度培养箱内,放置8天,测定结果见表9,并绘出其变化曲线(图2)

表 9 同一品种同体积的温度梯度

T	W(g)	O.D值	mg还原糖/g鲜重
3℃	11.67	2.0	10.70
7℃	7.43	1.070	9.00
14℃	11.58	0.490	2.66
20℃	10.67	0.299	1.75
27℃	12.49	0.260	1.30

表明,温度升高时,同一品种相同体积的马铃薯还原糖含量下降。事实上在低温贮藏一段时期的马铃薯移到室内存放1~2周,其甜味会逐渐消失。

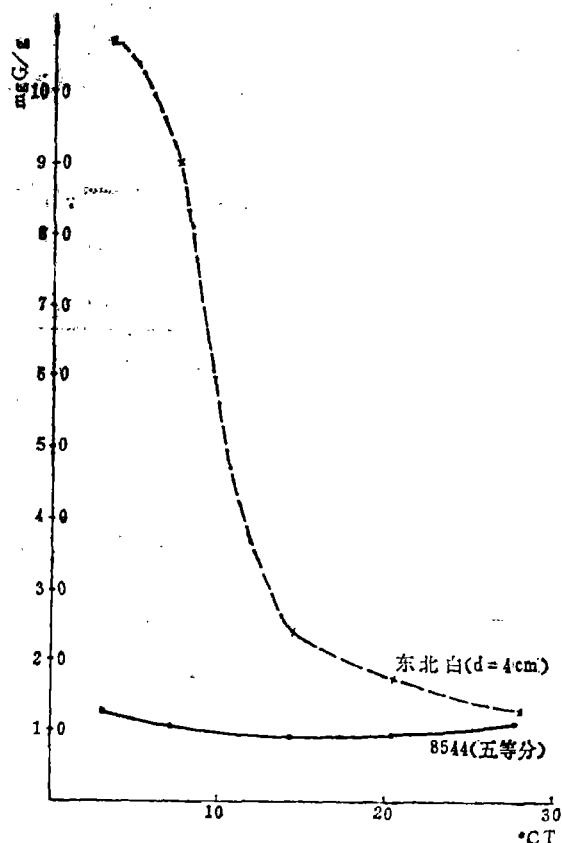


图2 还原糖含量与体积梯度之变化曲线

7 体积梯度试验

8 时间梯度试验

取一定大小的8541和8544马铃薯分别置于8℃和18℃培养箱中放置10天, 测定结果见表10, 并绘出曲线(图3)由表看出体积与还原糖的含量成反比, 因此食用小马铃薯要比大的甜。

取8545, 东北白和紫花白的随机个体在8℃培养箱中存放起来, 每间隔2周左右测其还原糖含量, 并每次取8℃条件下的各样品于18℃培养箱中放置相同时间后, 在下次测定时与8℃样品同时测定, 结果见表11, 并可绘曲线(图略)。

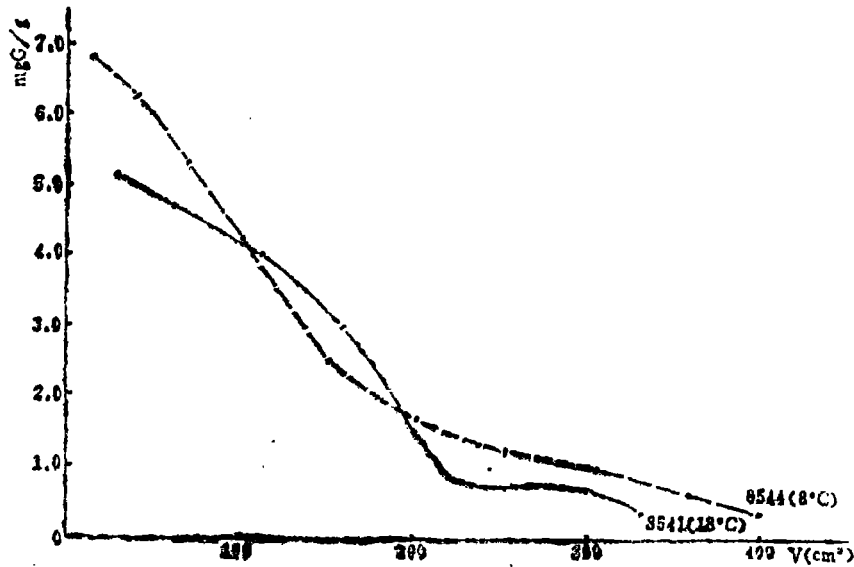


图3 还原糖随温度梯度的变化曲线

表10 体积梯度

8541	V (cm³)	30	60	110	160	186	200	200	266	300	330
(18℃)	mgG/g	5.10	4.70	4.7	3.00	1.90	1.50	0.85	0.75	0.70	0.40

8544	V (cm³)	14	40	68	100	150	200	252	306	360	400
(18℃)	mgG/g	6.80	6.25	5.30	4.20	2.50	1.65	1.25	1.00	1.10	0.40

表11 时间梯度

品种	温度	0天	18天	34天	50天	63天	83天	98天	114天
8545	8℃	1.89	0.8	2.11	1.15	0.20	2.10	0.95	2.45
	18℃		0.43	1.26	0.79	0.56	1.04	1.44	0.98
东北白	8℃	3.09	4.27	3.21	0.70	2.49	1.71	2.97	0.60
	18℃		0.58	0.54	0.53	2.44	0.44	1.38	1.01
紫花白	8℃	2.48	6.40	2.74	6.05	3.13	3.26	4.43	6.29
	18℃		1.82	2.65	6.23	0.69	0.52	3.89	1.62

由表11可见,除了8℃条件下的还原糖含量比18℃条件的普遍高之外,在整个贮藏期,同一温度条件下不同品种的还原糖含量变化似有相同趋势,在呈休眠状态的后熟期,还原糖含量皆表现为上升趋势,这表明葡萄糖的氧化速率减弱;当品种进入生芽期,还原糖含量首先表现为下降趋势,这表明呼吸作用加强了,而糖分在减少,但在温度较高时,各品种会较早地出现出芽现象,即休眠期缩短了;反之,当温度较低时,较迟地出现出芽现象,这时的休眠期将会延长。

9 结论

马铃薯在贮藏期还原糖的变化是多种因素综合作用的结果,数理统计及其正交试验是揭示影响还原糖变化主次因素的有效方法。马铃薯的所有品种随温度的升高其还原糖含量下降;反之,还原糖含量上升;还原糖含量与其本身体积成反比关系;在贮藏期还原糖含量随时间的变化较为复杂,且各品种在相同温度下还原糖随时间的变化有相同的趋势,在后熟期或休眠期,还原糖含量呈

上升趋势,当品种进入发芽期,还原糖含量呈下降趋势。在实际贮藏过程中,可根据不同的经济用途确定所需还原糖含量的多少,进而选择合适的温度、体积和不同时期的马铃薯,此外还应考虑温度、通风和光照条件。因为空气太干燥,块茎变软皱缩。若空气湿润,温度过高,则使块茎过早发芽并引起上层块茎出汗,导致病害蔓延和腐烂。一般相对湿度应保持在90%;通风可调节贮藏环境的温度,供给氧气,排除二氧化碳,保证块茎的正常呼吸;光照过强对马铃薯的贮藏是不利的,块茎长期受光将积累一定的茄素,对人畜均有毒性。

参考文献

- (1) 张龙翔.生化实验方法和技术.1983,2
- (2) 彭伟望.还原糖——夏·薛·哈三氏法.微量生物化学实验.1904
- (3) 袁晓华、杨中汉.植物生理生化实验.1983,8
- (4) 山东省土肥所.土壤肥料分析.1978,4
- (5) 南京农学院.土壤农化分析.1980,12
- (6) 浙江农业大学种子教研组.种子贮藏简明教程.1980,2
- (7) TCMoure Reseach Experience in Plant Physiology.1974

ANALYSIS ON THE RELATIONSHIP BETWEEN THE CONTENT OF REDUCING SUGAR AND VARIOUS FACTORS DURING STORAGE OF POTATO TUBERS

Zhang Jianwang, Jia Guobao and Hu Yiguang
(Yanbei Agricultural School, Yanbei, Shanxi)

Lei Xueyi
(Kuaile Food Products Factory, Shanxi)

ABSTRACT

In this paper, the relationship between the content of reducing sugar on the one hand and temperature, size of potato tubers and duration of storage of potato tubers, was analysed by using the method of Somogyi—Shaffer—

Hartmann. The results showed that the content of reducing sugar in potato tubers is decreased with the increase in temperature and tuber size. The relationship between the content of reducing sugar and duration of storage was relatively complicate, but the cultivars (clones) tested showed the same trend, that is the content of reducing sugar is increased when potato tubers are dormant and the content of reducing sugar is increased when potato tubers are dormant and the content of reducing sugar is decreased when potato tubers are sprouting.

(上接161页)

就多。1987, 1988两年6个品种唯1987年沙杂15施肥的分枝数少于未施肥的, 其余全是施肥的产量高, 分枝数也多, 唯沙杂15 1987年施肥的比未施肥的产量低, 分枝数平均少0.1。

薯蔓比的情况在本试验中表现不规律, 1988年薯蔓比显著高于1987年, 这产量也显著高, 但1987年施肥的有2个品种薯蔓比少于未施肥的。计算薯蔓比与产量的相关系数仅为0.443。

4 讨论

采用三列式裂区法进行马铃薯的品种、肥力、播期3因素试验, 由于多考虑在生产上的应用, 其中4个品种仅供试1年。从本试验可以看出以下几点:

a. 品种差异极显著, 这符合人们对品种生产价值的看法。在本试验中, 东北白表

现突出, 且在当地已推广数年, 也有相当面积, 在未获得更好品种前, 要重视这一品种的应用价值。

b. 一般尿素与磷酸二铵等量应用, 每公斤肥料可获得9.5~32.26公斤鲜薯。因品种等原因幅度很大, 为发挥肥料效益, 要配合相应的农业技术措施。

灾年在肥力好的土壤上种马铃薯, 其产量很有可能超过丰收年肥力不好的田块上的产量。马铃薯虽然耐旱瘠, 但高产还是要好的肥、水条件。

c. 单株分枝数本试验中反映出与产量关系大。

本试验重复1年, 在两年内地力相差较大, 4个品种又无年际间重复, 试验研究的有关问题有待验证、深化, 如5月20日播种产量高于6月15日的, 而当地经验宜于6月上旬播种, 这就值得再研究。