

马铃薯块茎干物质、淀粉及还原糖含量的检测及相关性分析

赵宇慈^{1,2}, 许丹^{1,2}, 靳承煜^{1,2}, 曾凡逵¹, 刘刚¹

(1. 中国科学院兰州化学物理研究所, 环境材料与生态化学研究发展中心, 甘肃兰州 730000)

(2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 本文以来自全国 13 个省 (14 个地区) 46 个品种的马铃薯为实验材料, 采用国家标准方法或国标方法稍有改动, 检测马铃薯的干物质、还原糖和淀粉含量。再通过 SPSS 20.0 对不同样品中还原糖和淀粉含量差异的显著性进行了分析, 并采用矩阵散点图、一元线性回归研究了干物质、还原糖和淀粉含量之间相关性。结果表明: 马铃薯中干物质含量为 15.43%~29.67%, 还原糖含量为 0.09%~1.84%, 淀粉含量为 9.11%~22.30% (均为湿基); 大部分样品的还原糖含量差异都很显著 ($p<0.05$), 淀粉含量差异也很显著 ($p<0.05$); 通过矩阵散点图发现马铃薯中还原糖含量与干物质含量无相关性, 与淀粉含量也无相关性; 马铃薯中干物质含量和淀粉含量呈正相关, 服从一元线性方程: $y=9.626+0.708x$, 即马铃薯中干物质含量越高, 淀粉含量也就越高。

关键词: 干物质; 淀粉; 还原糖; 相关性; 马铃薯

文章编号: 1673-9078(2017)10-288-293

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2017.10.040

Detection and Correlation Analysis of Dry Matter, Starch and Reducing Sugar Content in Potato Tubers

ZHAO Yu-ci^{1,2}, XU Dan^{1,2}, JIN Cheng-yu^{1,2}, ZENG Fan-kui¹, LIU Gang¹

(1. Research & Development Center for Eco-material and Eco-chemistry, Lanzhou Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China) (2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: In this study, dry matter, reducing sugars and starch content of forty-six potato varieties from 13 provinces (14 regions), were detected according to GB methods. The significances of reducing sugar and starch content amongst different samples were analyzed by SPSS 20.0, and the correlation amongst dry matter, reducing sugar and starch content were studied by scatterplot matrix and simple line regression plot. The results showed that the content of dry matter in potato was 15.43%~29.67%, the content of reducing sugar was 0.09%~1.84% and the content of starch was 9.11%~22.30% (all wet basis). The content of reducing sugars amongst most of different potato varieties was significant difference ($p<0.05$), and similar result was found in starch content. While there was no correlation between reducing sugar content and dry matter, or between reducing sugars content and starch content, according to the scatterplot matrix analysis. Potato dry matter content and starch content were positively correlated with the linear equation: $y=9.626+0.708x$, which means that the higher the dry matter content in the potato, the higher the starch content.

Key words: dry matter; reducing sugars; starch; correlation; potatoes

马铃薯 (*Solanum tuberosum*) 又名土豆和洋芋等, 是世界上仅次于小麦、水稻和玉米的第 4 种主要作物^[1], 也是除小麦和玉米之外的第 3 大淀粉原料, 是一

收稿日期: 2017-03-22

基金项目: 国家重点研发计划 (2016YFD0401302-02); 国家马铃薯产业技术体系专项 (GARS-10); 甘肃省科技重大专项 (1602NKDJ022-1); 兰州市科技计划 (2016-3-123)

作者简介: 赵宇慈 (1992-), 女, 硕士在读, 研究方向: 马铃薯加工以及农药残留精准分析方法研究

通讯作者: 刘刚 (1962-), 男, 博士, 研究员, 研究方向: 马铃薯加工

种营养成分较全面的食物资源。据 2017 年 FAO 统计, 2014 年全球马铃薯总产量为 38168 万吨, 中国作为世界第一大马铃薯生产国, 产量为 9557 万吨, 占世界中产量的 25.04%。

干物质含量是马铃薯块茎所有理化指标当中最重要的一个^[2]。通常马铃薯干物质的含量影响着法式炸薯条的质量。研究证明马铃薯品种干物质比例超过 20% 适合加工成薯条和薯片等^[3]。常用的马铃薯干物质的含量测定方法有: 冷冻干燥法^[4]和介电谱法^[5]等。

淀粉是马铃薯中主要的一种碳水化合物, 是由农

业生产的一种在食品和其他工业中广泛使用的重要原料^[6]。对世界上大多数人来讲,马铃薯淀粉是主要的获取能量的方式^[7]。因为淀粉是马铃薯干物质的主要组成部分,淀粉的分子结构以及淀粉与非淀粉类多糖的反应对于马铃薯及相关产品的感官品质有影响,比如说马铃薯泥、法式炸薯条和土豆片。常用的淀粉含量测定方法有:旋光法^[8]、苯酚-硫酸法^[9]和基于斐林试剂法原理的还原糖测定仪法^[9]等。据王新伟^[10]报道同一马铃薯品种其淀粉含量将随不同生态环境发生相应的变化,其中纬度为其变化的主要因素,且与海拔高度有关。海拔每升高 100 m 相当于纬度北移 1°。

还原糖含量是影响马铃薯全粉加工产品品质的重要因素之一。在高温油炸过程中糖和氨基酸发生 Maillard 反应^[11,12],产生颜色较深具有苦味的物质。有研究报道炸薯条中还原糖含量应该低于 0.4%,还原糖含量越低,薯条颜色越浅^[13]。常用的还原糖检测方法有很多,比如: CARS-SPA 算法结合高光谱检测马铃薯还原糖含量^[14]、3,5-二硝基水杨酸比色定糖法^[15]、

还原糖测定仪法^[16]以及费林试剂法^[16]等。

本研究的目的是对甘肃、河北、内蒙古等 13 个省(14 不同产地)的 46 个马铃薯品种的干物质、淀粉和还原糖含量进行检测,并分析三个检测指标的相关性。通过多个产地多个马铃薯品种的测定,为不同的马铃薯加工用途提供了科学依据,为马铃薯主食化加工应用提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 原料

待检测马铃薯为来自青海省西宁、吉林省长春、河北省张家口(3 批次)、重庆市武隆县、山西省大同(2 批次)、云南省宣威、甘肃省定西、甘肃省天水、新疆维吾尔自治区乌鲁木齐、陕西省榆林、贵州省、内蒙古自治区呼伦贝尔、黑龙江省大兴安岭和四川省凉山州等实验站的 17 批次 46 个马铃薯品种(品系),其样品编号、品种名称、产地、收样时间和检测时间见表 1。

表 1 待检测马铃薯样品的信息^a

Table 1 Information of detected potato varieties

样品编号	品种名称	产地	收样时间	检测时间
1	青薯 9 号	西宁莫家泉湾	10 月 10 日	11 月 30 日
2	下寨 65	西宁莫家泉湾	10 月 10 日	11 月 30 日
3	荷兰 7 号	长春	10 月 14 日	11 月 25 日
4	延薯 4 号	长春	10 月 14 日	11 月 30 日
5	冀张薯 14 号(1-1)	张北	10 月 22 日	11 月 30 日
6	冀张薯 14 号(CK-1)	张北	10 月 22 日	11 月 25 日
7	鄂薯 5 号	重庆武隆	10 月 24 日	11 月 25 日
8	青薯 9 号	重庆武隆	10 月 24 日	11 月 25 日
9	渝薯 5 号	重庆武隆	10 月 24 日	11 月 25 日
10	合作 88	云南宣威	11 月 1 日	11 月 28、29 日
11	宣薯 2 号-勺姑	云南宣威	11 月 1 日	11 月 28、29 日
12	宣薯 2 号-安益	云南宣威	11 月 1 日	11 月 28、29 日
13	红美人	云南宣威	11 月 1 日	11 月 28、29 日
14	0904-75	定西	11 月 5 日	11 月 28、29 日
15	定薯 4 号	定西	11 月 5 日	11 月 26 日
16	天薯 11 号	天水	11 月 6 日	11 月 23、24 日
17	天薯 12 号	天水	11 月 6 日	11 月 23、24 日
18	同薯 29 号	大同	11 月 5 日	11 月 23、24 日
19	晋薯 24 号	大同	11 月 5 日	11 月 23、24 日
20	青薯 9 号	新疆	11 月 7 日	11 月 23、24 日
21	费乌瑞他	新疆	11 月 7 日	11 月 23、24 日
22	冀张薯 12 号	新疆	11 月 7 日	11 月 23、24 日

转下页

接上页

23	夏波蒂	榆林	11月6日	11月23、24日
24	克新1号	榆林	11月6日	11月23、24日
25	红美人	贵州	11月6日	11月22日
26	蓝宝石	贵州	11月6日	11月22日
27	冀张薯8号	呼伦贝尔	11月7日	11月22日
28	冀张薯12号	呼伦贝尔	11月7日	11月22日
29	中薯5号	呼伦贝尔	11月7日	11月22日
30	兴佳2号	呼伦贝尔	11月7日	11月22日
31	青薯9号	呼伦贝尔	11月7日	11月22日
32	卫道克(76-5)	呼伦贝尔	11月7日	11月22日
33	呼11-9(518)	呼伦贝尔	11月7日	11月21日
34	兴佳2号	大兴安岭	11月12日	11月21日
35	费乌瑞他	大兴安岭	11月12日	11月21日
36	冀张薯8号	张北	11月15日	11月21日
37	冀张薯14号	张北	11月15日	11月21日
38	冀张薯12号	张北	11月15日	11月21日
39	黑金刚	张北	11月16日	11月26日
40	克新1号	张北	11月16日	11月26日
41	红美人	张北	11月16日	11月26日
42	大同里外黄	张北	11月16日	11月26日
43	夏波蒂	张北	11月16日	11月26日
44	康尼	张北	11月16日	11月26日
45	青薯9号	张北	11月16日	11月26日
46	青薯9号	四川凉山	11月19日	11月30日

注：^a所有样品采收时间均为2016年，收样和检测时间同样为2016年。

1.2 实验方法

1.2.1 干物质含量测定

将待测样品切成5 mm见方的小方丁，放置于培养皿中，并用铝箔封口。至于烘箱中，70℃放置24 h，110℃放置2 h，称量质量并计算。根据GB 8858-1988中2.5.1中公式(1)进行计算，得出干物质含量。

1.2.2 总淀粉含量测定

1.2.2.1 材料与仪器

参照GB 5009.9-2016第一种方法酶水解法中的3试剂和材料中的3.1.10~3.1.16(以上试剂溶液配制方法遵循国标配制方法)，4仪器和设备(其中4.2水浴锅换成加热磁力搅拌器)。淀粉葡萄糖苷酶(购于百灵威)配制：称取淀粉糖苷酶0.5 g，置于离心管中，加入50 mL水，溶解后离心，上清液备用。

1.2.2.2 实验步骤

将样品磨碎过120目筛子，称取2~5 g(精确到0.001 g)，置于250 mL锥形瓶中。取20 mL上清液加入锥形瓶中，在60℃摇床中震荡5 h，静置，沉淀，

过滤。滤液加热至沸腾，保持沸腾1 min。冷却至室温，加入适量硅藻土过滤。将滤液定容到250 mL。

碱性酒石酸铜溶液的标定以及试样溶液预测参照GB 5009.7-2016第一种方法酶水解法中的5.2.1碱性酒石酸铜溶液的标定、5.2.2试样溶液预测和5.2.4试剂空白测定，其中加入玻璃珠换成加入磁子。

1.2.2.3 结果计算

依据GB 5009.9-2016中6分析结果的表述来计算。

1.2.3 还原糖含量测定

1.2.3.1 材料与仪器

参照GB 5009.7-2016第一法直接滴定法中的3试剂和材料(配制以上溶液遵循国标配制方法)4仪器和设备(其中4.2水浴锅换成加热磁力搅拌器)。

1.2.3.2 实验步骤

将新鲜土豆匀浆，取25~50 g(精确到0.01 g)，置于250 mL锥形瓶中，加入80 mL水。45℃超声10 min，在45℃摇床中震荡50 min，静置，沉淀，过滤。滤液加热至沸腾，保持沸腾1 min。冷却至室温，加

入适量硅藻土过滤。将滤液定容到 250 mL。

碱性酒石酸铜溶液的标定以及试样溶液预测参照 GB 5009.7-2016 第一法直接滴定法中的 5.2 碱性酒石酸铜溶液的标定 5.3 试样溶液预测, 其中加入玻璃珠换成加入磁子。

1.2.3.3 结果计算

依据 GB 5009.7-2016 中 6 分析结果的表述计算。

1.2.4 统计分析

采用 SPSS 20.0 对不同样品的还原糖含量和淀粉含量进行方差分析, 绘制矩阵散点图进行相关性分析, 并进行干物质含量与淀粉含量的回归分析。

2 结果与讨论

46 个样品当中干物质、还原糖含量和淀粉含量的检测结果见表 2。

2.1 干物质含量

干物质含量的检测结果为 15.43%~29.67%, 含量平均值为 20.04%。含量最低的为来自重庆市武隆县的渝薯 5 号, 含量为 15.43%, 其次为来自贵州的红美人和蓝宝石, 含量分别为 16.23% 和 16.30%。含量最高的为来自新疆乌鲁木齐的青薯 9 号, 含量为 29.67%, 其次为来自甘肃天水的天薯 11 号和内蒙古呼伦贝尔的卫道克 (76-5), 含量分别为 25.30% 和 25.13%。

2.2 还原糖含量

还原糖含量的检测结果为 0.09%~1.84%, 含量平均值为 0.64%。据报道^[17]还原糖含量范围 0.25%~3.0%, 与我们所测还原糖含量基本一致。含量最低的为来自河北张北煤矿试验基地的冀张薯 14 号 (1-1), 含量为 0.09%, 其次为来自新疆乌鲁木齐的青薯 9 号、云南宣威的合作 88 号以及来自张家口的冀张薯 14 号, 含量为 0.11%。含量最高的为来自大兴安岭地区的兴佳 2 号, 含量为 1.84%, 其次为来自甘肃定西的定薯 4 号, 含量为 1.80%。方差分析结果表明, 如表 2 所示, 大部分样品的还原糖含量差异都很显著 ($p<0.05$)。

2.3 淀粉含量

淀粉含量的检测结果为 9.11%~22.30%, 含量平均值为 14.70%。据王新伟^[18]报道其检测淀粉含量的平均值为 14.26%, 与我们检测基本一致。含量最低的为来自重庆市武隆县的渝薯 5 号, 含量为 9.11%, 其次为来自张北煤矿试验基地的黑金刚和冀张薯 14 号 (1-1), 含量分别为 9.77% 和 9.79%。含量最高的为来

自云南宣威的合作 88, 含量为 22.30%, 其次为来自新疆乌鲁木齐的青薯 9 号, 含量分别为 22.20%。淀粉含量和干物质含量具有较好的相关性, 干物质含量高则淀粉含量高。方差分析结果表明, 如表 2 所示, 大部分样品的还原糖含量差异都很显著 ($p<0.05$)。

表 2 46 个不同马铃薯品种干物质含量、还原糖含量和淀粉含量测定结果 ($\times 10^{-2}$ g/g)

Table 2 The dry matter content, reducing sugars content and starch content of 46 different kinds of potatoes ($\times 10^{-2}$ g/g)

样品编号	干物质含量	还原糖含量	淀粉含量
31	20.13	1.65±0.03 ^u	12.81±0.11 ^{c-g}
32	23.42	1.24±0.05 ^r	15.73±0.14 ^{l-n}
33	20.94	0.21±0.01 ^{cd}	13.22±0.12 ^{f-i}
34	18.43	0.56±0.01 ^{sk}	11.36±0.05 ^{c-e}
35	19.61	0.09±0.00 ^a	9.79±0.06 ^{ab}
36	20.66	0.29±0.00 ^{ef}	13.49±0.31 ^{f-i}
37	19.28	0.48±0.01 ^h	12.72±0.06 ^{c-g}
38	17.18	0.14±0.00 ^{ab}	11.24±0.11 ^{b-e}
39	15.43	0.83±0.03 ⁿ	9.11±0.13 ^a
43	24.5	0.11±0.00 ^{ab}	22.3±0.79 ^r
44	16.66	0.48±0.01 ^h	13.95±0.48 ^{g-k}
45	17.07	0.31±0.01 ^f	13.06±0.39 ^{f-h}
46	19.71	0.25±0.00 ^{de}	16.57±0.17 ^{no}
47	19.34	0.16±0.00 ^{bc}	15.53±0.15 ^{k-n}
48	19.05	1.80±0.03 ^v	14.62±0.62 ^{h-m}
49	25.3	0.13±0.00 ^{ab}	20.7±0.00 ^q
50	18.14	0.31±0.02 ^f	10.93±0.00 ^{b-d}
51	21.63	0.23±0.00 ^d	16.00±0.17 ^{mn}
52	21.33	0.24±0.01 ^{de}	14.76±0.14 ^{i-m}
53	29.67	0.11±0.00 ^{ab}	22.20±0.69 ^r
54	21.34	0.51±0.04 ^{hi}	16.88±0.20 ^{no}
55	19.17	1.10±0.04 ^q	14.7±0.14 ^{h-m}
56	21.37	0.63±0.03 ^l	15.3±0.14 ^{j-m}
57	20.04	0.25±0.01 ^{de}	14.05±0.13 ^{g-l}
58	16.23	0.21±0.00 ^{cd}	11.13±0.19 ^{b-d}
59	16.3	0.47±0.01 ^h	9.92±0.09 ^{a-c}
60	17.22	0.68±0.01 ^m	11.94±0.20 ^{d-f}
61	16.35	1.55±0.00 ^t	11.96±0.00 ^{d-f}
62	20.58	0.86±0.00 ⁿ	15.34±0.57 ^{f-m}
63	18.51	1.59±0.02 ^t	13.11±0.55 ^{f-h}
64	17.76	1.31±0.03 ^d	13.76±0.20 ^{g-j}
65	25.13	0.47±0.00 ^h	21.17±0.23 ^{qr}
66	21.8	1.02±0.02 ^p	16.51±0.16 ^{no}
67	22.22	1.84±0.03 ^v	17.63±0.54 ^o

转下页

接上页

68	20.18	1.67±0.02 ^u	15.64±0.6 ^{l-n}
69	23.13	0.6±0.00 ^{kl}	19.13±0.20 ^p
70	21.14	0.11±0.00 ^{ab}	15.73±0.16 ^{l-n}
71	17.69	0.94±0.01 ^o	11.94±0.11 ^{d-f}
72	17.89	0.55±0.01 ^{ig}	9.77±0.15 ^{ab}
73	17.78	0.49±0.00 ^h	15.29±0.18 ^{j-m}
74	17.7	0.37±0.00 ^e	13.81±0.54 ^{g-j}
75	23.67	1.28±0.04 ^{rs}	20.01±0.69 ^{pq}
76	19.53	0.38±0.00 ^e	12.96±0.57 ^{fg}
77	21.42	0.26±0.00 ^{de}	20.5±1.58 ^q
78	21.31	0.54±0.02 ^{ig}	16.79±1.93 ^{no}
79	18.79	0.12±0.00 ^{ab}	11.31±0.43 ^{b-e}

注：各行数值上标不同字母表示显著性差异 $p < 0.05$ 。

2.4 干物质含量、淀粉含量和还原糖含量的相关性

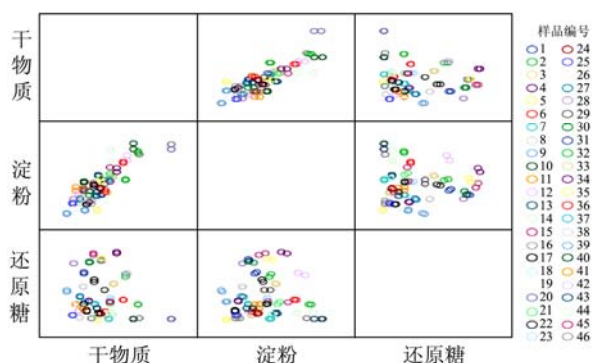


图1 干物质、淀粉和还原糖含量矩阵散点图

Fig.1 The scatterplot matrix of dry matter content, starch content and reducing sugar content

图1中第一行的两个图形都是以干物质含量为Y轴，淀粉含量和还原糖含量分别为X轴的关系图。可以看出干物质含量和淀粉含量存在着比较明显的相关性。第二行最右边的图形是以淀粉含量为Y轴，还原糖含量为X轴。可以看出淀粉含量和还原糖含量几乎无相关性。

2.5 干物质含量和淀粉含量的回归分析

为了建立淀粉含量和干物质含量的线性关系函数，需要先验证两个指标的相关性。从表3中可得到两变量之间的 Pearson 相关系数为 0.849 (0.8~1.0 极强相关)，双尾检测概率 p 值 $0.000 < 0.05$ ，故变量之间显著相关。根据干物质含量与淀粉含量之间的散点图与相关性分析显示，两者之间存在显著的正相关关系。

另外，由图2 标准化残差 P-P 图可得，各观测的散点基本上都分布在对角线上，据此可以判断残差服从正态分布。在此前提下进一步进行回归分析，建立一元线性回归方程。

由图3 线性相关图可以看到，用线性回归模型可以得知干物质含量和淀粉含量正相关。根据一元回归模型 $y = a + bx$ ，以及 SPSS 计算结果可得出 $a = 9.626$ ， $b = 0.708$ 。这与赵萍^[19]的结论一致。

表3 干物质含量和淀粉含量的相关性

Table 3 The correlation between dry matter content and starch content

		content	
		干物质含量	淀粉含量
干物质含量	Pearson 相关性	1	0.849
	显著性 (双侧)		0.000
	n	92	92
淀粉含量	Pearson 相关性	0.849	1
	显著性 (双侧)	0.000	
	n	92	92

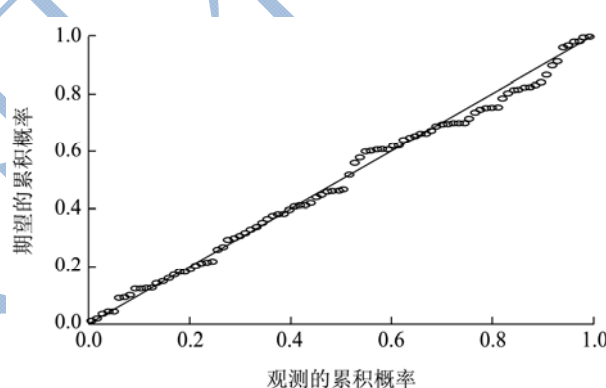


图2 回归标准化残差的标准 P-P 图

Fig.2 The standard P-P plot of standardized regression residuals

注：因变量，干物质的含量。

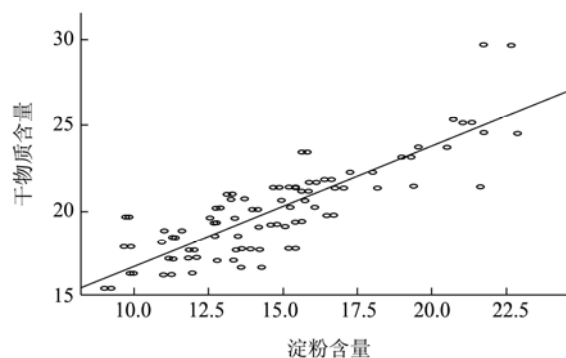


图3 干物质含量和淀粉含量线性回归图

Fig.3 The Linear regression plot of dry matter content and starch content

3 结论

本文对 46 个品种干物质含量、淀粉含量和还原糖含量的测定,并对其相关性进行分析得出,干物质含量和淀粉含量之间的关系服从一元线性方程: $y=9.626+0.708x$,即干物质含量越高,淀粉含量越高。还原糖含量与干物质含量无相关性,与淀粉含量也无相关性;马铃薯中干物质含量为 15.43%~29.67%,还原糖含量为 0.09%~1.84%,淀粉含量为 9.11%~22.30% (均为湿基)。其中来自重庆市武隆县的渝薯 5 号的干物质含量和淀粉含量都为很低,来自新疆乌鲁木齐的青薯 9 号干物质含量和淀粉含量都很高;从地区方面看,大兴安岭、呼伦贝尔纬度在 50 °N 左右,还原糖含量普遍高于 0.4%。而张北地区纬度为 42 °,各品种的还原糖含量普遍偏低。从品种方面看,青薯 9 号的还原糖含量除呼伦贝尔为 1.31%,西宁莫家湾为 1.65% 外,均低于 0.4%,且 6 号、37 号、44 号、45 号干物质含量均高于 20%,较适合于马铃薯炸薯条生产;北方地区淀粉含量比南方地区高,贵州、云南、重庆和四川凉山州的马铃薯淀粉含量普遍在 9%~12%,张家口、呼伦贝尔、山西大同、大兴安岭、新疆、甘肃和西宁的马铃薯淀粉含量普遍在 13%~22%,较高的淀粉含量更加适合于马铃薯淀粉生产。

参考文献

- [1] 王春玲.气候变化对西北半干旱地区马铃薯生产影响的研究[D].南京:南京信息工程大学,2015
WANG Chun-ling. Study on the influence of climate change over the northwest semi-arid areas [D]. Nanjing: Nanjing University of Information Science & Technology, 2015
- [2] Thygesen LG, Engelsen S B, Madsen M H, et al. NIR spectroscopy and partial least squares regression for the determination of phosphate content and viscosity behavior of potato starch [J]. Near Infrared Spectrosc, 2001, 9(2): 133-139
- [3] Leszczynski G, L S W. Potato science and technology [M]. Springer Netherlands, 1989
- [4] Thybo A K, Andersen H J, Karlsson A H, et al. Low-field NMR relaxation and NMR-imaging as tools in differentiation between potato sample and determination of dry matter content in potatoes [J]. Lebensmittel-Wissenschaft Und Technologie-Food Science and Technology, 2003, 36(3): 315-322
- [5] Nielsen G G B, Kjaer A, Klosgen B, et al. Dielectric spectroscopy for evaluating dry matter content of potato tubers [J]. J Food Eng., 2016, 189: 9-16
- [6] Ellis R P, Cochrane M P, Dale M F B, et al. Starch production and industrial use [J]. Sci. Food Agric., 1998, 77(3): 289-311
- [7] 曾凡逵,许丹,刘刚.马铃薯营养综述[J].中国马铃薯,2015, 29(4):233-243
ZENG Fan-kui, XU dan, LIU Gang. Review of the potato nutrition [J]. Chinese Potato Journal, 2015, 29(4): 233-243
- [8] 童丹.马铃薯淀粉含量的测定-旋光法[J].卫生职业教育,2014,32(11):92-93
TONG Dan. The determination of potato starch content-polarimetry [J]. Health Professional Education, 2014, 32(11): 92-93
- [9] 于鲁浩,马耀宏,杨俊慧,等.马铃薯块茎中淀粉含量的快速测定方法[J].食品科技,2012,37(3):279-283
YU Lu-hao, MA Yao-hong, YANG Jun-hui, et al. Determination of starch content in the tubers of potato [J]. Food Science and Technology, 2012, 37(3): 279-283
- [10] 王新伟,滕伟丽.中国马铃薯品种资源淀粉含量的分析[J].中国种业,1998,2:46-47
WANG Xin-wei, TENG Wei-li. Analysis of starch content of potato resources in China [J]. Chinese Agriculture, 1998, 2: 46-47
- [11] Horvat S, Roscic M, Horvat J. Synthesis of hexose-related imidazolidinones: novel glycation products in the Maillard reaction [J]. Glycoconjugate J, 1999, 16(8): 391-398
- [12] Serpen A, Gokmen V. Evaluation of the Maillard reaction in potato crisps by acrylamide, antioxidant capacity and color [J]. J Food Compos. Anal., 2009, 22(6): 589-595
- [13] 张凤军,张永成,田丰.不同生态环境下马铃薯还原糖含量分析[J].中国马铃薯,2007,21(1):15-18
ZHANG Feng-jun, ZHANG Yong-cheng, TIAN Feng. Analysis of reducing sugar content in potato under different ecological environment [J]. Chinese Potato Journal, 2007, 21(1): 15-18
- [14] Jiang W, Fang J, Wang S, et al. Using CARS-SPA algorithm combined with hyper spectral to determine reducing sugars content in potatoes [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2016, 47(2): 88-95
- [15] 崔辉梅,石国亮,安君和.马铃薯还原糖含量测定方法的比较研究[J].安徽农业科学,2006,34(19):4821-4823
CUI Hui-mei, SHI Guo-liang, AN Jun-he. Study on the different determination methods of reducing sugar of potatoes [J]. Anhui Agricultural Sciences, 2006, 34(19): 4821-4823
- [16] 魏元.马铃薯还原糖含量测定方法的研究[J].内蒙古科技与经济,2016,11:77-79

- WEI Yuan. Study on the determination method of reducing sugar of potatoes [J]. Inner Mongolia Science Technology & Economy, 2016, 11: 77-79
- [17] 聂向荣,李凤英,王玉明,等.马铃薯块茎还原糖含量的变化及影响因子[C]//自然科学学术论文,2007
- NIE Xiang-rong, LI Feng-ying , WANG Yu-ming, et al. the Changes of reducing sugar content in potatoes and influencing factors [C]// Natural Science Academic Paper, 2007
- [18] 王新伟,洪乃武,杨国利,等.不同来源马铃薯品种淀粉含量的差异[J].中国马铃薯,1997,11(3):21-24
- WANG Xin-wei, HONG Nai-wu, YANG Guo-li, et al. The difference of varieties of potatoes with different sources [J]. Chinese Potato Journal, 1997, 11(3): 21-24
- [19] 赵萍,巩慧玲,赵瑛.同品种马铃薯贮藏期间干物质与淀粉含量之间的关系[J].食品科学,2004,25(11):103-105
- ZHAO Ping, GONG Hui-ling, ZHAO Ying, et al. The correlation between dry matter and starch content of different potatoes in duration of storage [J]. Food Science, 2004, 25(11): 103-105